

# Producción y manejo de forrajes tropicales

avier Francisco Enríquez Quiroz, Francisco Meléndez Nava, Eduardo Daniel Bolaños Aguilar, Valentín Alberto Esqueda Esquivel



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SAGARPA**

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Centro de Investigación Regional Golfo Centro  
Campo Experimental La Posta  
Medellín de Bravo, Veracruz. Diciembre de 2011  
Libro Técnico Núm. 28      ISBN: 978-607-425-734-2



**Vivir Mejor**

# **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación**

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda**  
Secretario

**M.C. Mariano Ruiz-Funes Macedo**  
Subsecretario de Agricultura

**Ing. Ignacio Rivera Rodríguez**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**Ing. Ernesto Fernández Arias**  
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**M.Sc. Jesús Antonio Berumen Preciado**  
Oficial Mayor

## **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**  
Director General

**Dr. Salvador Fernández Rivera**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**M.Sc. Arturo Cruz Vázquez**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**Lic. Marcial A. García Morteo**  
Coordinador de Administración y Sistemas

## **Centro de Investigación Regional Golfo Centro**

**Dr. Vicente E. Vega Murillo**  
Director Regional

**M.C. Oscar G. Castañeda Martínez**  
Director de Investigación

**Dr. Francisco J. Ibarra Pérez**  
Director de Planeación y Desarrollo

**C.P. Velia Martínez Castillo**  
Directora de Administración y Sistemas

# **Producción y manejo de forrajes tropicales**

**Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz<sup>1</sup>**  
**M.C. Francisco Meléndez Nava<sup>2</sup>**  
**Dr. Eduardo Daniel Bolaños Aguilar<sup>3</sup>**  
**Dr. Valentín Alberto Esqueda Esquivel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Investigador del Campo Experimental La Posta

<sup>2</sup>Director Académico de la Universidad Popular de la Chontalpa

<sup>3</sup>Investigador del Campo Experimental Huimanguillo

<sup>4</sup>Investigador del Campo Experimental Cotaxtla

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Golfo Centro  
Campo Experimental La Posta  
Medellín de Bravo, Ver., México  
Diciembre, 2011

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México, D. F. Tel.: (55) 3871-8700

**“Producción y manejo de forrajes tropicales”**

ISBN: 978-607-425-734-2

Primera Edición 2011

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de diciembre de 2011 en los talleres de la Imprenta Alfa y Omega, Guadalupe Victoria No. 3341 entre J. Soto y C. Cruz, C.P. 91700, Veracruz, Ver. Tel.: (229) 284-52-43  
E-mail: ja\_alfayomega\_5@hotmail.com

Su tiraje consta de 1,500 ejemplares

# Contenido

|   | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN  | 1    |
| POBLACIÓN BOVINA Y SUPERFICIE GANADERA EN MÉXICO  | 3    |
| Superficie con praderas establecidas  | 5    |
| Producción de carne de bovino   | 6    |
| Producción de leche de bovino   | 6    |
| Caracterización agroecológica del trópico mexicano  | 7    |
| Superficie del trópico seco y húmedo de México  | 7    |
| RECURSOS NATURALES  | 11   |
| Principales tipos de suelo en el trópico de México  | 11   |
| Climas del trópico de México  | 14   |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA EL TRÓPICO DE MÉXICO                                | 17   |
| Pastos nativos  | 17   |
| Carpeta o Grama ( <i>Axonopus affinis</i> Chase)  | 18   |
| Grama [ <i>Axonopus compressus</i> (Swartz) Beauv.]   | 18   |
| Frente de toro, Remolino o Bahía ( <i>Paspalum notatum</i> Flügge)  | 19   |
| Zacate de llano o Pajón de sabana ( <i>Paspalum plicatulum</i> Michx.)  | 21   |
| Camalote ( <i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. ex Flügge)   | 22   |
| Azuche [ <i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees]  | 23   |
| Grama amarga, Zacate amargo o Grama de antena ( <i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius)   | 25   |
| Pastos introducidos   | 25   |
| Gramíneas para tierras no inundables  | 25   |
| Guinea común o Privilegio [ <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] antes: <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 26   |
| Cultivar Tanzania ( <i>M. maximus</i> )   | 28   |
| Cultivar Mombaza ( <i>M. maximus</i> )  | 30   |
| Pangola ( <i>Digitaria decumbens</i> Stent)   | 31   |
| Estrella de África ( <i>Cynodon plectostachyus</i> Vanderyst)   | 33   |
| Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> Kunth)  | 35   |
| Jaragua [ <i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf]   | 36   |
| Bermuda Cruza I, híbrido entre <i>Cynodon dactylon</i> x <i>C. nlemfuensis</i>  | 37   |
| Chontalpo o Señal ( <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf)  | 38   |
| Insurgente [ <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf]   | 40   |
| Toledo o MG5 ( <i>B. brizantha</i> )  | 42   |

|  |    |
|--|----|
| Mulato ( <i>Brachiaria</i> híbrido: CIAT 36061) <i>Brachiaria ruzizensis</i> x <i>B. brizantha</i>                             | 43 |
| Mulato II ( <i>Brachiaria</i> híbrido: CIAT 36087) <i>Brachiaria ruzizensis</i> x <i>B. decumbens</i> x <i>B. brizantha</i>    | 45 |
| Isleño o Dictyoneura [ <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick]   | 47 |
| Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.)  | 49 |
| Elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher)   | 51 |
| King grass ( <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>P. typhoides</i> )   | 54 |
| Caña japonesa ( <i>Saccharum sinense</i> Roxb)   | 55 |
| <b>Gramíneas para tierras inundables</b>   | 57 |
| Pará, Paral o Egipto [ <i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf]  | 57 |
| Alemán [ <i>Echinochloa polystachya</i> (H. B. K.) Hitchcok]   | 59 |
| Bigalta [ <i>Hemaria altissima</i> (Poir.) Stapf and Hubbard]  | 60 |
| Chetumal [ <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Sch.]   | 62 |
| Alicia ( <i>Cynodon dactylon</i> L.)   | 64 |
| Pojuca ( <i>Paspalum atratum</i> Swallen)  | 65 |
| <b>Leguminosas</b>   | 67 |
| Tehuana, campanita, o conchita azul ( <i>Clitoria ternatea</i> L.)   | 67 |
| Kudzú [ <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxburgh) Bentham]   | 69 |
| Guaje o huaxín [ <i>Leucaena leucocephala</i> (Lamarck) De Wit.]   | 71 |
| Centro ( <i>Centrosema pubescens</i> Benth.)   | 73 |
| Soya perenne [ <i>Neonotonia wightii</i> (Wight & Arn.) Lackey] antes: <i>Glycine wightii</i> (Wight and Arnott) J. A. Lackey] | 74 |
| Cacahuatillo o cacahuate forrajero ( <i>Arachis pintoi</i> Krapovickas y Gregory)  | 76 |
| Cocuite, cocoite, madre de cacao ( <i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Walpers)  | 79 |
| Cratylia [ <i>Cratylia argentea</i> (Desv.) O. Kuntze]   | 80 |
| <b>ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS</b>   | 83 |
| <b>Métodos de propagación</b>  | 85 |
| Propagación por semilla  | 88 |
| Calidad de la semilla  | 89 |
| Prueba de germinación o emergencia   | 90 |
| Valor cultural   | 91 |
| Tratamiento de la semilla  | 92 |
| <b>Cuidados de la semilla</b>  | 93 |
| Semilla de alta calidad  | 93 |
| Almacenamiento de la semilla   | 93 |
| Propagación por material vegetativo  | 93 |
| Edad del material vegetativo   | 94 |
| <b>Preparación del terreno</b>   | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| Época, densidad y profundidad de siembra   | 95  |
| Fechas de siembra  | 95  |
| Densidad de siembra  | 96  |
| Profundidad de siembra   | 98  |
| <b>Métodos de siembra</b>  | 98  |
| Voleo  | 98  |
| Surcado  | 99  |
| Espeque  | 100 |
| Siembras mecanizadas   | 102 |
| <b>Establecimiento de praderas con cultivos anuales intercalados</b>                               | 103 |
| Modo de establecimiento de las praderas  | 105 |
| Variedades   | 106 |
| Época de siembra   | 106 |
| Siembra del pasto  | 106 |
| Cosecha de grano   | 107 |
| <b>Siembra de asociaciones gramínea-leguminosa</b>   | 107 |
| Selección de especies compatibles  | 108 |
| Proporción de leguminosa en la pradera   | 108 |
| <b>RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE LOS PASTOS TROPICALES EN MÉXICO</b>                              | 111 |
| <b>Factores que afectan la producción de forraje</b>   | 111 |
| Suelo  | 112 |
| Clima  | 112 |
| Especie forrajera  | 113 |
| Manejo de la pradera   | 113 |
| Dosis de fertilización   | 114 |
| <b>Rendimiento de forraje de pastos tropicales en diferentes localidades del trópico de México</b> | 114 |
| <b>VALOR NUTRITIVO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES</b>                                       | 115 |
| <b>Componentes del valor nutritivo</b>   | 116 |
| Composición química  | 116 |
| Digestibilidad   | 119 |
| Edad del pasto   | 120 |
| Valor nutritivo de hojas y tallos  | 124 |
| Efecto de la fertilización en el valor nutritivo   | 125 |
| Diferencias entre genotipos  | 127 |
| Consumo voluntario   | 129 |
| Hojas y Tallos   | 129 |
| <b>Compuestos químicos que afectan el valor nutritivo del forraje</b>                              | 129 |
| Glucósidos   | 129 |

|   |            |
|---|------------|
| Nitratos  | 130        |
| Taninos   | 130        |
| <b>Factores ambientales que modifican la calidad del forraje</b>        | <b>131</b> |
| Temperatura   | 131        |
| Sequía  | 131        |
| Sombreo   | 132        |
| Plagas  | 132        |
| Defoliadores  | 132        |
| Chupadores o removedores  | 133        |
| <b>FERTILIZACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES</b>                  | <b>135</b> |
| Tasa de extracción de nutrimentos en especies forrajeras bajo corte     | 140        |
| Reciclaje de nutrimentos en praderas bajo pastoreo                      | 142        |
| Pérdida de nutrimentos en el reciclaje                                  | 146        |
| Fijación de fósforo   | 146        |
| Pérdidas por lixiviación  | 146        |
| Pérdidas por volatilización   | 146        |
| Formas de aplicación de fertilizantes                                   | 146        |
| Momento de aplicación del fertilizante                                  | 148        |
| Fuentes de fertilizantes  | 148        |
| Nitrógeno   | 150        |
| Fósforo   | 151        |
| Roca fosfórica  | 151        |
| Potasio   | 151        |
| Encalado de suelos ácidos para la producción de pastos                  | 151        |
| Frecuencia y época para las aplicaciones de cal                         | 152        |
| Fuentes de calcio   | 153        |
| Tamaño de partícula   | 154        |
| Pureza del material   | 155        |
| <b>RESPUESTA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS A LA FERTILIZACIÓN</b>          | <b>157</b> |
| Respuesta a nitrógeno   | 158        |
| Eficiencia en la utilización de nitrógeno                               | 159        |
| Respuesta a fósforo   | 160        |
| Respuesta a potasio   | 162        |
| Fertilización con abonos orgánicos                                      | 163        |
| Análisis de suelo para la explotación de pastos                         | 165        |
| Diagnóstico de problemas nutrimentales en las plantas forrajeras        | 166        |
| Fertilización de establecimiento y mantenimiento de praderas tropicales | 168        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>FIJACIÓN DE NITRÓGENO POR LAS LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES</b> | 173 |
| <b>Importancia del <i>Rhizobium</i></b>                                | 173 |
| Especificidad  | 174 |
| Inoculación  | 174 |
| Transferencia de nitrógeno   | 176 |
| <b>Requerimientos nutricionales de las leguminosas</b>                 | 177 |
| Micronutrientes  | 178 |
| <b>CONTROL DE MALEZA EN PRADERAS</b>                                   | 179 |
| <b>Causas de aparición de las malezas</b>                              | 179 |
| <b>Tipos de maleza</b>   | 182 |
| Helechos   | 183 |
| Maleza de hoja angosta   | 183 |
| Malezas herbáceas de hoja ancha  | 184 |
| Malezas arbustivas   | 186 |
| <b>Manejo de las malezas</b>   | 187 |
| Control de maleza durante el establecimiento de las praderas           | 188 |
| Control de maleza en praderas establecidas                             | 189 |
| Quema  | 190 |
| Control biológico  | 191 |
| Control manual o mecánico  | 191 |
| Control químico  | 192 |
| Métodos de aplicación  | 192 |
| Aspersión del follaje  | 193 |
| Aplicación basal   | 194 |
| Aplicación al tocón  | 194 |
| Aplicación al anillo   | 194 |
| Aplicación con el uso del mechero                                      | 194 |
| Control de helechos en pastos  | 196 |
| Control de tule o anea en pastos                                       | 197 |
| Control de malezas de hoja ancha herbáceas y arbustivas en pastos      | 197 |
| Control de maleza de hoja angosta en pastos                            | 197 |
| Control de maleza en leguminosas forrajeras                            | 198 |
| <b>Generalidades sobre los herbicidas</b>                              | 202 |
| <b>Selectividad de los herbicidas</b>                                  | 202 |
| <b>Modo de acción de los herbicidas</b>                                | 203 |
| <b>Precauciones con los animales después de aplicar herbicidas</b>     | 207 |
| <b>Recomendaciones útiles al aplicar herbicidas en potreros</b>        | 207 |

## ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS 209 FORRAJERAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Mosca pinta o salivazo</b>                                   | 213 |
| Hábitat de la mosca pinta                                       | 213 |
| Ciclo biológico   | 213 |
| Descripción de los estadios de la mosca pinta                   | 214 |
| Huevo   | 214 |
| Ninfa   | 215 |
| Adulto  | 216 |
| Dinámica poblacional  | 217 |
| Daños ocasionados por la mosca pinta                            | 218 |
| Ninfas  | 218 |
| Adultos   | 219 |
| Métodos de control de la mosca pinta                            | 220 |
| Diversificación y utilización de especies de pastos resistentes | 220 |
| Control cultural  | 220 |
| Manejo del pastoreo   | 221 |
| Chapeo  | 223 |
| Quema   | 224 |
| Control químico   | 225 |
| <b>Falso medidor</b>  | 226 |
| Condiciones climáticas para su desarrollo                       | 228 |
| Métodos de control  | 230 |
| Cultural  | 230 |
| Biológico   | 231 |
| Químico   | 231 |

## FOTOSENSIBILIZACIÓN 233

## CARGA ANIMAL Y SISTEMAS DE PASTOREO PARA EL MANEJO DE 239 PRADERAS TROPICALES

|  |     |
|--|-----|
| <b>Carga animal</b>                                    | 239 |
| Carga animal   | 239 |
| Presión de pastoreo                                    | 240 |
| Capacidad de carga                                     | 240 |
| Carga fija   | 242 |
| Carga estacional fija                                  | 242 |
| Efecto de la carga animal en la composición botánica   | 243 |
| Efecto de la carga animal en la compactación del suelo | 244 |
| Efecto de la carga animal en la producción animal      | 246 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Sistemas de pastoreo</b>   | 247 |
| Descripción de los sistemas de pastoreo                                   | 248 |
| Pastoreo no racional  | 248 |
| Pastoreo continuo   | 248 |
| Pastoreo alterno  | 250 |
| Pastoreo rotacional   | 250 |
| Pastoreo racional   | 251 |
| Importancia del número de potreros  | 255 |
| Pastoreo racional intensivo   | 255 |
| El acople o desacople de potreros   | 256 |
| Necesidad de manejar una carga animal alta                                | 257 |
| Determinación del número de potreros                                      | 259 |
| <b>SUPLEMENTACIÓN MINERAL DE BOVINOS EN PASTOREO</b>                      | 263 |
| Regiones con deficiencias de minerales en México                          | 264 |
| Factores que determinan la composición mineral de los forrajes tropicales | 267 |
| Suelo   | 268 |
| Nivel de fertilización  | 270 |
| Especie forrajera   | 271 |
| Edad de la planta   | 272 |
| Respuesta de los bovinos a la suplementación mineral                      | 273 |
| Características de un buen suplemento mineral                             | 276 |
| <b>CONSERVACIÓN DE FORRAJES</b>   | 277 |
| Especies forrajeras para conservar  | 277 |
| Cultivos anuales para ensilar   | 278 |
| Maíz y sorgo forrajeros en las explotaciones pecuarias                    | 279 |
| Cosecha de maíz   | 280 |
| Cosecha de sorgo  | 280 |
| Manejo de los forrajes para la conservación                               | 281 |
| Planeación de la fecha de cosecha para henificar o ensilar                | 281 |
| Selección de la pradera para la conservación de forraje                   | 281 |
| Uniformización del rebrote  | 281 |
| Fertilización   | 281 |
| Control de maleza   | 282 |
| Rendimiento de forraje  | 282 |
| Henificado  | 283 |
| Tipo de pasto   | 283 |
| Tiempo de cosecha   | 283 |
| Tiempo de secado  | 284 |

|   |     |
|---|-----|
| Ensilaje  | 288 |
| Proceso del ensilaje  | 288 |
| Silo de pastel  | 291 |
| Características de un buen ensilaje   | 292 |
| Ensilado deseable   | 294 |
| Ensilado aceptable  | 294 |
| Ensilado indeseable   | 294 |
| Valor nutritivo del ensilaje de diferentes especies   | 294 |
| Cálculo de la superficie de siembra y tamaño del silo   | 295 |
| Alimentación animal con ensilajes   | 298 |
| <b>SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO</b>  | 301 |
| Suplementación proteica   | 301 |
| Suplementación energética   | 304 |
| Suplementación mineral  | 307 |
| <b>ARBUSTOS Y ÁRBOLES FORRAJEROS</b>  | 309 |
| Cocuite, cocoite, cacahuananche, mataratón, madre de cacao [ <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.] | 313 |
| Usos  | 313 |
| Propagación   | 313 |
| Valor nutritivo   | 314 |
| Manejo  | 315 |
| Guaje, huaxín o huach [ <i>Leucaena leucocephala</i> (Lamark) De Wit.]  | 315 |
| Usos  | 315 |
| Propagación   | 316 |
| Valor nutritivo   | 317 |
| Toxicidad   | 317 |
| Manejo  | 317 |
| Morera ( <i>Morus alba</i> L.)  | 318 |
| Descripción botánica  | 318 |
| Adaptación  | 318 |
| Usos  | 318 |
| Propagación   | 319 |
| Valor nutritivo   | 320 |
| Manejo  | 320 |
| Tulipán ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.)   | 320 |
| Descripción botánica  | 321 |
| Adaptación  | 321 |
| Usos  | 321 |
| Propagación   | 321 |

|   |            |
|---|------------|
| Valor nutritivo   | 322        |
| Manejo  | 323        |
| <b>Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)</b>                              | 323        |
| Descripción botánica  | 323        |
| Adaptación  | 324        |
| Usos  | 324        |
| Propagación   | 325        |
| Valor nutritivo   | 326        |
| Manejo  | 326        |
| <b>UTILIZACIÓN DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS MULTIPROPÓSITOS EN LAS</b>             | <b>327</b> |
| <b>EXPLOTACIONES GANADERAS</b>  |            |
| <b>Cercos vivos</b>   | 327        |
| Selección de especies   | 328        |
| <b>Especies que se utilizan con mayor frecuencia como cerco vivo en el</b>  | <b>332</b> |
| <b>trópico de México</b>  |            |
| Cocuite, cocoite, cacahuananche, mataratón, madre de cacao ( <i>G.</i>      | 332        |
| <i>sepium</i> )   |            |
| Palo mulato, papelillo ( <i>B. simaruba</i> )                               | 334        |
| Moté, colorín ( <i>Erythrina</i> spp.)                                      | 335        |
| Jobo ( <i>S. mombin</i> )   | 336        |
| Sauce ( <i>S. chilensis</i> )   | 337        |
| Apompo, zapote de agua ( <i>P. aquatica</i> )                               | 338        |
| Maculís, amapola, palo de rosa, rosa morada ( <i>T. rosea</i> )             | 339        |
| Chipilcoi, palo amarillo ( <i>D. robinoides</i> )                           | 339        |
| <b>Establecimiento de cercos vivos</b>                                      | 340        |
| Manejo de las varetas   | 340        |
| Época de siembra  | 340        |
| Preparación de varetas  | 341        |
| Distancia entre varetas   | 342        |
| Profundidad de siembra  | 343        |
| Colocación de grapas  | 343        |
| Sugerencias para evitar que el alambre penetre en el árbol                  | 344        |
| <b>Mantenimiento del cerco vivo</b>   | 344        |
| Podas   | 344        |
| Control de maleza   | 345        |
| Plagas de los cercos vivos  | 346        |
| <b>Comparación entre el uso de postes vivos y madera muerta para cercos</b> | <b>348</b> |
| <b>Establecimiento de árboles para sombra en los potreros</b>               | <b>350</b> |
| Selección de especies   | 351        |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| APÉNDICE        | 355 |
| BIBLIOGRAFÍA    | 367 |
| AGRADECIMIENTOS | 405 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|   | Págs. |
|---|-------|
| Figura 1. La escasez de forraje en épocas críticas obliga a utilizar fuentes locales de forraje, generalmente de baja calidad, como los acahuales de piña.                            | 4     |
| Figura 2. Distribución de los trópicos seco y húmedo en México.   | 9     |
| Figura 3. Tipos de clima en el trópico seco y húmedo de México.   | 14    |
| Figura 4. Panorámica de una pradera con pastos nativos en regiones tropicales de México.  | 17    |
| Figura 5. Frente de toro o Remolino ( <i>P. notatum</i> ), uno de los pastos nativos más apreciados por los ganaderos, por su alta persistencia.                                      | 20    |
| Figura 6. Pradera nativa de Zacate de Llano o Pajón de sabana ( <i>P. plicatulum</i> ), común en las sabanas de América.  | 21    |
| Figura 7. Camalote ( <i>P. fasciculatum</i> ), zacate nativo de áreas bajas o inundables.   | 22    |
| Figura 8. Azuche ( <i>H. amplexicaulis</i> ), pasto para suelos con altos niveles de inundación y de buena calidad.   | 24    |
| Figura 9. Guinea común o Privilegio ( <i>M. maximus</i> ), primer pasto africano introducido a América, ocupa un lugar importante en la ganadería mexicana.                           | 27    |
| Figura 10. Coloniao ( <i>M. maximus</i> ), variedad mejorada del pasto Guinea, se diferencia por su mayor altura y el color verde azulado de las hojas.                               | 28    |
| Figura 11. Tanzania ( <i>M. maximus</i> ), variedad mejorada del pasto Guinea, aceptado por su mayor producción y calidad del forraje.  | 29    |
| Figura 12. Mombaza ( <i>M. maximus</i> ), variedad de Guinea, de más reciente introducción al país, y de mayor porte con relación a otros cultivares.                                 | 30    |
| Figura 13. Pangola ( <i>D. decumbens</i> ), especie de alto valor nutritivo, adecuada para suelos fértiles con buen drenaje.  | 32    |
| Figura 14. Estrella de África ( <i>C. plectostachyus</i> ), ampliamente preferido por los ganaderos por su rusticidad y adaptación a diferentes condiciones de clima, suelo y manejo. | 34    |

- Figura 15. Llanero (*A. gayanus*), excelente pasto para el trópico seco, en 35 donde se ha propagado ampliamente durante los últimos años.
- Figura 16. Jaragua (*H. rufa*), pasto empleado para suelos delgados y 37 pedregosos, en donde tiene buen comportamiento.
- Figura 17. Chontalpo o Señal (*B. decumbens*), pasto de buena calidad y 39 características forrajeras; en algunas regiones es susceptible al ataque de mosca pinta.
- Figura 18. Insurgente (*B. brizantha*), es un pasto de alto valor nutritivo y 41 tolerante a la mosca pinta o salivazo.
- Figura 19. Toledo o MG5 (*B. brizantha*), pasto de mayor porte que Insurgente 42 y de alto potencial de producción de forraje.
- Figura 20. Mulato (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36061), primer híbrido del 44 género *Brachiaria*, con alta productividad y calidad.
- Figura 21. Mulato II (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36087), segundo híbrido del 46 género *Brachiaria*, con atributos diferentes al cv. Mulato.
- Figura 22. Isleño o Dictyoneura (*B. humidicola*), una de las especies del 48 género *Brachiaria*, poco conocida en México, con amplio potencial para la región tropical.
- Figura 23. Buffel (*C. ciliaris*), pasto apropiado para las regiones secas 50 subtropicales de México.
- Figura 24. Elefante (*P. purpureum*), gramínea de porte erecto, ideal para 51 utilizarse bajo corte o pastoreo.
- Figura 25. Taiwán (*P. purpureum*), variedad de pasto Elefante con alta 53 producción de forraje, utilizado para corte o pastoreo.
- Figura 26. King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*), híbrido utilizado 55 principalmente para corte.
- Figura 27. La caña japonesa (*S. sinense*), es un zacate de corte que se utiliza 56 en algunas regiones del trópico mexicano.
- Figura 28. Pará, Paral o Egipto (*B. mutica*), pasto típico de áreas inundables, 58 introducido a México hace más de cien años.
- Figura 29. Alemán (*E. polystachya*), especie natural de México y 60 Centroamérica, utilizada ampliamente en terrenos pantanosos.

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 30. | Bigalta ( <i>H. altissima</i> ), especie de alto valor forrajero, potencial para suelos con inundaciones intermitentes.  | 61 |
| Figura 31. | Chetumal ( <i>B. humidicola</i> ), pasto ideal para suelos "aguachinosos" o con exceso de humedad intermitente, aunque también se establece en las partes altas. | 63 |
| Figura 32. | Alicia ( <i>C. dactylon</i> ), la principal cualidad de este pasto es que soporta condiciones prolongadas de inmersión bajo el agua, sin llegar a perderse.      | 64 |
| Figura 33. | Pojuca ( <i>P. atratum</i> ), pasto de reciente introducción al país, tolerante a suelos inundables.   | 66 |
| Figura 34. | Tehuana, campanita, o conchita azul ( <i>C. ternatea</i> ), excelente leguminosa para pastoreo y corte en verde o henificada.                                    | 68 |
| Figura 35. | Kudzú ( <i>P. phaseoloides</i> ), leguminosa forrajera ideal para asociarse con pastos de crecimiento erecto, también utilizada como banco de proteína.          | 70 |
| Figura 36. | Guaje o huaxín ( <i>L. leucocephala</i> ), especie arbustiva nativa de México, con alto potencial para mejorar la producción animal.                             | 72 |
| Figura 37. | Centro ( <i>C. brasilianum</i> ) especie promisoría para el trópico de México.   | 74 |
| Figura 38. | Soya perenne ( <i>N. wightii</i> ), especie forrajera que puede asociarse con gramíneas de crecimiento rastrero, ó utilizada como cobertera.                     | 76 |
| Figura 39. | Cacahuatillo o cacahuate forrajero ( <i>A. pintoi</i> ), leguminosa de reciente introducción al trópico mexicano.  | 77 |
| Figura 40. | Cocuite, cocoite, madre de cacao ( <i>G. sepium</i> ), especie arbustiva nativa de México, de buen valor nutritivo y muy utilizada como cerco vivo.              | 79 |
| Figura 41. | Cratylia ( <i>C. argentea</i> ), especie arbustiva con amplio potencial forrajero y tolerante a sequía.  | 81 |
| Figura 42. | Tipos de semilla para la propagación de especies forrajeras: gramíneas (arriba), leguminosas (abajo).  | 85 |
| Figura 43. | Propagación de pastos por estolón.   | 87 |
| Figura 44. | Propagación de pastos por estacas.   | 88 |
| Figura 45. | Propagación de pastos por cepa o rizoma.   | 89 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 46. | Prueba de germinación en charolas.  | 90  |
| Figura 47. | La preparación adecuada del terreno es una actividad indispensable para un buen establecimiento de los pastos.  | 95  |
| Figura 48. | Condiciones climáticas apropiadas para la siembra de pastos en el municipio de Isla, Veracruz.  | 96  |
| Figura 49. | Siembra de material vegetativo al voleo.  | 98  |
| Figura 50. | Incorporación del material vegetativo mediante un paso ligero de la rastra.   | 99  |
| Figura 51. | Siembra de material vegetativo en surcos.   | 100 |
| Figura 52. | Siembra de material vegetativo con espeque.   | 101 |
| Figura 53. | Tipos de voleadoras manuales para siembras semi-mecanizadas.  | 102 |
| Figura 54. | La siembra de pastos con cultivos intercalados como el maíz, permite abaratar el costo de establecimiento de la pradera.  | 105 |
| Figura 55. | Arreglo de siembra 3-1 de gramínea y leguminosa, con pastos de crecimiento erecto.  | 109 |
| Figura 56. | Arreglo de siembra en franjas de 7 x 3 metros, de gramínea y leguminosa con pastos de crecimiento rastrero.   | 110 |
| Figura 57. | Rendimiento de materia seca (kg/ha) de seis gramíneas cosechadas cada 28 días en Paso del Toro, mpio. de Medellín de Bravo, Ver. 2007-2008.   | 112 |
| Figura 58. | Componentes químicos de los forrajes.   | 117 |
| Figura 59. | Contenidos (%) de proteína cruda (PC), lignina y fibra detergente neutro (FDN) del cv. Mulato a diferentes días de rebrote.   | 119 |
| Figura 60. | Existen diferencias en el valor nutritivo entre pastos y variedades de un mismo pasto.  | 127 |
| Figura 61. | Una pradera bajo conceptos ecológicos se compone de la asociación gramínea-leguminosa, y su uso por los animales.   | 134 |
| Figura 62. | Montículos donde se depositaron las excretas (orina y estiércol), mediante las cuales, los animales retornan al suelo en forma natural la mayor parte de los nutrimentos que extraen del forraje. | 144 |
| Figura 63. | Elementos básicos en el reciclaje de nutrimentos en las sabanas tropicales.   | 145 |

- Figura 64. Aplicación manual de fertilizantes en las praderas, posterior a un 147  
chapeo.
- Figura 65. Fuentes de fertilizantes más comunes para aplicarse en las praderas 150  
tropicales.
- Figura 66. Aplicación e incorporación de cal en suelos ácidos. 153
- Figura 67. Panorámica de una prueba de fertilización de pastos para 157  
determinar la respuesta en producción de forraje.
- Figura 68. Respuesta de varios pastos a la fertilización nitrogenada bajo 158  
diferentes condiciones de clima y suelo del trópico de México.
- Figura 69. Eficiencia de utilización del nitrógeno por diferentes pastos en el 160  
trópico de México.
- Figura 70. Respuesta de varios pastos a la fertilización fosfórica bajo diferentes 161  
condiciones de clima y suelo del trópico de México.
- Figura 71. La aplicación de abonos orgánicos adiciona nutrimentos al suelo y 163  
mejora sus características físicas y químicas.
- Figura 72. Raíces con nódulos de *Rhizobium*. 175
- Figura 73. Pradera enmalezada, situación que limita el desarrollo de los pastos 180  
y del ganado.
- Figura 74. Maleza de hoja angosta (zacate amargo) en un potrero de Pangola. 184
- Figura 75. Maleza de hoja ancha en un potrero de pasto llanero (*Andropogon* 185  
*gayanus*).
- Figura 76. En algunas regiones del trópico, las palmas pueden convertirse en 187  
maleza de las praderas.
- Figura 77. La quema es un medio poco eficiente para controlar la maleza de las 190  
praderas.
- Figura 78. Aplicación de herbicida en manchones de malezas arbustivas. 193
- Figura 79. Aplicación dirigida de herbicidas con el aplicador "rope wick" o 196  
mechero, en gramíneas.
- Figura 80. Plantas de *Mimosa albida* asperjadas con aminopyralid + 2,4-D 200  
(derecha) y testigo sin tratar.
- Figura 81. La aspersión de herbicidas es un medio efectivo para controlar 201  
malezas en praderas.

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 82. | Ciclo biológico de la mosca pinta o salivazo.   | 214 |
| Figura 83. | Ninfa de salivazo en un pasto de crecimiento erecto.  | 215 |
| Figura 84. | Adulto de la mosca pinta <i>Prosapia simulans</i> (izquierda) y <i>Aeneolamia</i> sp. (derecha).  | 216 |
| Figura 85. | Fluctuación mensual de ninfas de mosca pinta ( <i>A. postica</i> ) en diversos pastos en Villahermosa, Tabasco.   | 217 |
| Figura 86. | Fluctuación mensual de adultos de mosca pinta ( <i>A. postica</i> ) en diversos pastos en Villahermosa, Tabasco.  | 218 |
| Figura 87. | El adulto o mosca pinta provoca los daños más severos en los pastos susceptibles.   | 219 |
| Figura 88. | Existe diferente grado de tolerancia al ataque de la mosca pinta; aquí se observa una especie susceptible (Chontalpo) y otra tolerante (Insurgente), que permanece verde. | 221 |
| Figura 89. | El pastoreo bajo evita la acumulación de material muerto o "colchón" que favorece el desarrollo del salivazo.   | 222 |
| Figura 90. | La quema, medio de control de la mosca pinta.   | 224 |
| Figura 91. | Ciclo de vida del gusano falso medidor ( <i>M. latipes</i> ).   | 227 |
| Figura 92. | El gusano falso medidor ataca la mayoría de las gramíneas forrajeras.   | 228 |
| Figura 93. | Daño ocasionado por el gusano falso medidor en una asociación gramínea-leguminosa, donde se observa un fuerte consumo de la lámina foliar del pasto.                      | 229 |
| Figura 94. | Daño ocasionado por el gusano falso medidor al consumir la lámina foliar del pasto Taiwán, disminuyendo su producción de forraje.   | 230 |
| Figura 95. | Lesiones en la piel de bovinos asociadas a la sintomatología de fotosensibilización.  | 233 |
| Figura 96. | Frecuencia de observaciones del hongo <i>P. chartarum</i> en muestreos de praderas de diferentes pastos en Tabasco.   | 234 |
| Figura 97. | Concentraciones de saponinas en diferentes pastos; a mayor nivel de espuma, la posibilidad de causar fotosensibilización en el ganado es mayor.                           | 236 |

- Figura 98. Bovino recuperado de las lesiones ocasionadas por el hongo *P. chartarum*, después de retirarse de la pradera de pasto Chontalpo. 237
- Figura 99. Relación entre la carga animal y ganancia de peso por animal, por 241 hectárea.
- Figura 100. Una carga animal alta provoca la proliferación de maleza. 243
- Figura 101. En el pastoreo continuo, los animales se mantienen en el mismo 249 potrero todo el año.
- Figura 102. Ilustración del pastoreo alterno; mientras un potrero está en uso, el 250 otro se encuentra en descanso.
- Figura 103. En el pastoreo rotacional se puede regular el tiempo de ocupación y 251 descanso de la pradera.
- Figura 104. Curva de crecimiento de los pastos entre las etapas 1 y 2 se 253 presenta la "llamarada de crecimiento".
- Figura 105. Panorámica del pastoreo racional intensivo. 256
- Figura 106. La suplementación mineral, práctica obligada para el buen desarrollo 275 y productividad de los animales.
- Figura 107. Los pastos para henificar deben cosecharse cuando alcancen su 284 calidad y rendimiento óptimo.
- Figura 108. Secado al sol del forraje y su acomodo en hileras para su posterior 285 empacado.
- Figura 109. Obtención de pacas de heno. 286
- Figura 110. En condiciones tropicales es necesario el almacenamiento apropiado 287 del heno para evitar su deterioro.
- Figura 111. Panorámica de la cosecha y picado del forraje de maíz para ensilar. 289
- Figura 112. El llenado del silo y su compactación son importantes para obtener 290 un ensilaje de buena calidad.
- Figura 113. Panorámica de un silo de pastel. 292
- Figura 114. Representación esquemática de un silo de trinchera. 297
- Figura 115. Cambios mensuales de peso vivo de ganado con y sin suplemento 303 de pasta de semilla de algodón.
- Figura 116. Ovinos consumiendo plantas de cocuite bajo el sistema de corte y 314 acarreo.

|  |     |
|--|-----|
| Figura 117. Pastoreo de bovinos en una plantación de guaje.  | 316 |
| Figura 118. Parcela de morera, que debe usarse bajo el sistema de corte y acarreo.   | 319 |
| Figura 119. Tulipán consumido por bovinos.   | 322 |
| Figura 120. Guácimo, planta utilizada como recurso forrajero para la época seca.   | 325 |
| Figura 121. El cerco vivo tiene varias funciones (reforestación, cortina rompevientos, obtención de leña, ornamental, etc.), de ahí su importancia en los ranchos. | 329 |
| Figura 122. El cocuite, una de las especies más utilizadas como cerco vivo para las partes altas o no inundables.  | 333 |
| Figura 123. Las varetas del palo mulato tienen un porcentaje de prendimiento alto, y es una especie común en los ranchos ganaderos del trópico.                    | 334 |
| Figura 124. El moté, leguminosa que crece bien en suelos con problemas de acidez.  | 335 |
| Figura 125. El jobo se establece en forma alternada con otras especies.  | 336 |
| Figura 126. El sauce es muy útil para establecerlo en zonas inundables.  | 337 |
| Figura 127. El zapote de agua o apompo se establece asociado con sauce en las partes inundables.   | 338 |
| Figura 128. Maculís, árbol utilizado como poste para cerco y ornamental.   | 339 |
| Figura 129. Corte de varetas y colocación en posición vertical.  | 341 |
| Figura 130. La poda, práctica necesaria para el mantenimiento del cerco vivo que se debe efectuar periódicamente.  | 345 |
| Figura 131. La guardaraya o contra fuego evita daños al cerco y al alambre.  | 346 |
| Figura 132. Trampa para capturar tuzas.  | 347 |
| Figura 133. El establecimiento de árboles en las praderas, es necesario para el confort de los animales en pastoreo.   | 350 |
| Figura 134. Un rancho con un buen manejo de praderas, árboles y animales es lo más cercano a la sustentabilidad del ecosistema.                                    | 353 |

# ÍNDICE DE CUADROS

|   | Págs. |
|---|-------|
| Cuadro 1. Superficie (ha) del trópico seco y húmedo, por estado, en la República Mexicana.  | 8     |
| Cuadro 2. Distribución de los principales tipos de suelo en el trópico de México.   | 11    |
| Cuadro 3. Descripción y características de los principales tipos de suelo en el trópico de México.  | 13    |
| Cuadro 4. Principales tipos climáticos del trópico de México.   | 16    |
| Cuadro 5. Principales características de adaptación de las gramíneas y leguminosas más utilizadas en el trópico de México.  | 84    |
| Cuadro 6. Principales formas de propagación de especies forrajeras que se siembran en el trópico de México.   | 86    |
| Cuadro 7. Cantidad de semilla o material vegetativo necesario para el establecimiento de praderas en el trópico de México.  | 97    |
| Cuadro 8. Composición química de algunos pastos de uso común en las regiones tropicales de México.  | 118   |
| Cuadro 9. Contenido de proteína cruda (%) de diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras cortadas a diferentes edades de rebrote en dos épocas del año.   | 121   |
| Cuadro 10. Contenido de proteína cruda de diferentes pastos a diferentes edades de rebrote en dos épocas del año en Paso del Toro, Veracruz, México.  | 121   |
| Cuadro 11. Digestibilidad <i>in vitro</i> (%) de la materia seca de diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras cortadas a diferentes edades de rebrote en dos épocas del año.                                      | 122   |
| Cuadro 12. Tasa de cambio semanal (%) de la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) y del contenido de proteína cruda de diversas gramíneas y leguminosas forrajeras en la época de lluvias y seca. | 123   |
| Cuadro 13. Digestibilidad <i>in vitro</i> (DIVMS) (%) en hojas y tallos de diferentes pastos bajo pastoreo continuo en tres épocas de muestreo.   | 124   |
| Cuadro 14. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre algunos componentes de plantas del pasto Estrella de África cortadas mensualmente.  | 126   |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Cuadro 15. | Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína (%) en diferentes pastos durante dos épocas.  | 126 |
| Cuadro 16. | Contenidos de proteína cruda (PC) y digestibilidad <i>in vitro</i> (DIVMS) de 136 ecotipos de <i>Brachiaria</i> (10 especies) y 52 ecotipos de <i>Panicum</i> (dos especies), en la época seca del año.                           | 128 |
| Cuadro 17. | Efecto del daño por mosca pinta en el porcentaje de materia seca muerta y en la calidad del pasto chontalpo o señal.  | 133 |
| Cuadro 18. | Funciones de elementos primarios o macronutrientes y principales fuentes para corregir síntomas de deficiencia en plantas.  | 137 |
| Cuadro 19. | Rendimiento de forraje (MS) y tasas de extracción de nutrientes en diferentes pastos y leguminosas tropicales cosechados bajo corte.  | 141 |
| Cuadro 20. | Proporción de fósforo, calcio, potasio y nitrógeno ingerido en pasturas y retornado al suelo mediante las excretas en ganado de carne.  | 143 |
| Cuadro 21. | Características principales de algunas fuentes de fertilizantes comerciales en el trópico de México.  | 149 |
| Cuadro 22. | Fuentes y propiedades de los materiales encalantes.   | 154 |
| Cuadro 23. | Rendimiento de materia seca (t/ha/año) de diferentes gramíneas forrajeras en respuesta a la aplicación de potasio en el trópico de México.  | 162 |
| Cuadro 24. | Efecto del uso de estiércol de bovino en el rendimiento de forraje de pasto Pangola.  | 164 |
| Cuadro 25. | Respuesta del pasto Taiwán a las aplicaciones de pollinaza en un suelo acrisol de Tabasco.  | 164 |
| Cuadro 26. | Características químicas de suelos con diferente nivel de acidez y fertilidad natural para establecer pasturas tropicales.  | 165 |
| Cuadro 27. | Niveles críticos de deficiencia correspondientes al 80 y 95 por ciento del rendimiento máximo de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y azufre (S) en diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras durante la época de lluvias. | 167 |
| Cuadro 28. | Clasificación de gramíneas y leguminosas forrajeras de acuerdo a sus requerimientos de suelo.   | 169 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Cuadro 29. | Fertilización sugerida durante la etapa de establecimiento y mantenimiento anual en diferentes pastos tropicales.  | 170 |
| Cuadro 30. | Efecto de la inoculación de <i>Stylosanthes guyanensis</i> con diversas cepas de <i>Rhizobium</i> en el peso de la planta y la cantidad de nitrógeno fijado.   | 175 |
| Cuadro 31. | Transferencia del nitrógeno de la leguminosa en el contenido de proteína de dos pastos asociados.  | 176 |
| Cuadro 32. | Rendimiento de materia seca de <i>Andropogon gayanus</i> en asociación con varias leguminosas tropicales.  | 177 |
| Cuadro 33. | Efecto del control de zarza de loma ( <i>Mimosa albida</i> ) y otras malezas herbáceas (%) en la producción de materia seca del pasto Pangola a los 80 días después de la aplicación.                  | 199 |
| Cuadro 34. | Efecto del control de rabo de toche ( <i>Pachecoa prismatica</i> ) y otras malezas herbáceas (%) en la producción de materia seca del pasto Llanero a los 42 días después de la aplicación.            | 199 |
| Cuadro 35. | Efecto del control de malva de cochino ( <i>Sida rhombifolia</i> ) y otras malezas herbáceas (%) en la producción de materia seca del pasto Estrella de África a los 36 días después de la aplicación. | 200 |
| Cuadro 36. | Tratamientos para el control químico de malezas en potreros del trópico de México.   | 204 |
| Cuadro 37. | Principales enfermedades y daños que ocasionan a las diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras del trópico de México.  | 211 |
| Cuadro 38. | Principales plagas y daños que ocasionan a las diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras del trópico de México.  | 212 |
| Cuadro 39. | Efecto de la carga animal y la remoción del forraje residual sobre el número de ninfas y adultos de la mosca pinta o salvazo en una pradera de pasto Chontalpo.  | 223 |
| Cuadro 40. | Control químico de las principales plagas de las gramíneas forrajeras tropicales.  | 226 |
| Cuadro 41. | Efecto de la carga animal en la composición botánica de una pradera de pasto Alemán.   | 244 |
| Cuadro 42. | Compactación del suelo y velocidad de infiltración del agua con diferente carga animal en una pradera de pasto Alemán.   | 245 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Cuadro 43. | Efecto de la carga animal en la engorda de novillos en pastoreo de Estrella de África.  | 246 |
| Cuadro 44. | Efecto de la carga animal en la producción de leche por lactancia/vaca y por hectárea.  | 247 |
| Cuadro 45. | Métodos utilizados dentro de los diferentes sistemas de pastoreo.   | 247 |
| Cuadro 46. | Tiempo de reposo (días) que requieren algunos pastos, bajo condiciones de trópico húmedo, en diferentes épocas del año.   | 254 |
| Cuadro 47. | Producción de peso vivo promedio anual en pastos utilizados a su máxima carga animal en el estado de Tabasco.   | 258 |
| Cuadro 48. | Número de potreros en una pradera de pasto Estrella de África ( <i>C. plectostachyus</i> ), bajo manejo racional, con reposo de 50 días en su época más crítica, y un solo grupo de animales. | 260 |
| Cuadro 49. | Macro y microminerales: funciones, síntomas de deficiencia, fuentes y estados del trópico de México donde se presentan deficiencias con mayor frecuencia.                                     | 265 |
| Cuadro 50. | Contenido de minerales en algunos de los principales pastos que se emplean en la ganadería del estado de Tabasco.   | 267 |
| Cuadro 51. | Contenido mineral en pastos cultivados en diversos tipos de suelos del estado de Tabasco.   | 269 |
| Cuadro 52. | Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en la composición mineral de la materia seca de diferentes pastos.  | 271 |
| Cuadro 53. | Contenido mineral en la materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales y requerimientos de minerales en la dieta del ganado bovino en diferentes etapas productivas.           | 272 |
| Cuadro 54. | Composición mineral de diferentes especies forrajeras a diversas edades de crecimiento.   | 273 |
| Cuadro 55. | Efecto de la suplementación con sal común y sal mineralizada sobre el comportamiento productivo de bovinos en pastoreo en áreas tropicales.   | 274 |
| Cuadro 56. | Ganancias de peso de bovinos en pastoreo de Guinea suplementado con minerales.  | 275 |
| Cuadro 57. | Especies potenciales para la conservación de forraje bajo condiciones tropicales.   | 278 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Cuadro 58. | Rendimiento de forraje de algunas especies forrajeras comúnmente utilizadas para ensilar en el trópico de México.                            | 282 |
| Cuadro 59. | Características de un buen ensilado para condiciones tropicales.   | 293 |
| Cuadro 60. | Valor nutritivo del ensilaje de maíz, sorgo y pasto Taiwán.  | 295 |
| Cuadro 61. | Especificaciones requeridas para la construcción de un silo de trinchera con diferentes capacidades.   | 297 |
| Cuadro 62. | Digestibilidad y consumo del pasto King grass, verde y ensilado, con diferentes niveles de melaza y urea.                                    | 298 |
| Cuadro 63. | Producción de leche de vacas alimentadas con ensilaje y forraje fresco en diferentes proporciones.   | 299 |
| Cuadro 64. | Efecto de la alimentación con ensilajes de diferentes pastos en la producción de leche, consumo y valor nutritivo.                           | 299 |
| Cuadro 65. | Producción de leche con ensilaje de pasto Elefante fertilizado con 100 kilogramos de nitrógeno y 90 días de edad, y suplementación.          | 300 |
| Cuadro 66. | Consumo de materia seca y ganancia de peso esperada, en un novillo de 350 kilogramos de peso inicial, según la calidad del forraje ofrecido. | 306 |
| Cuadro 67. | Producción de forraje por hectárea por año de diversos arbustos forrajeros cosechados cada 90 días, en el estado de Tabasco.                 | 311 |
| Cuadro 68. | Valor nutritivo de algunos arbustos forrajeros.  | 311 |
| Cuadro 69. | Ventajas y desventajas sobre el uso de cercos vivos, en comparación con la utilización de postes de madera o de cemento.                     | 328 |
| Cuadro 70. | Principales características de algunas especies que se utilizan como cercos vivos en el trópico de México.                                   | 331 |
| Cuadro 71. | Meses adecuados para la siembra de algunas especies útiles para cercos vivos en el estado de Tabasco.  | 342 |
| Cuadro 72. | Comparación entre los postes para cercos vivos y de madera tratada con preservadores.  | 349 |
| Cuadro 73. | Parámetros productivos y reproductivos de vacas lecheras con y sin acceso a sombra.  | 351 |
| Cuadro 74. | Especies recomendadas para reforestar los ranchos ganaderos del trópico de México.   | 352 |



# APÉNDICE

|  | Págs. |
|--|-------|
| Cuadro 1A. Principales características edafoclimáticas de los sitios donde se han realizado evaluaciones agronómicas de gramíneas y leguminosas forrajeras en el trópico de México, bajo un sistema de evaluación uniforme.              | 356   |
| Cuadro 2A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Privilegio o Guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.   | 357   |
| Cuadro 3A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Señal o Chontalpo ( <i>Brachiaria decumbens</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.    | 358   |
| Cuadro 4A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Chetumal ( <i>Brachiaria humidicola</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.            | 359   |
| Cuadro 5A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Insurgente ( <i>Brachiaria brizantha</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.           | 360   |
| Cuadro 6A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.                | 361   |
| Cuadro 7A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Isleño ( <i>Brachiaria dictyoneura</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.             | 362   |
| Cuadro 8A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Estrella de África ( <i>Cynodon plectostachyus</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. | 363   |
| Cuadro 9A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Pangola ( <i>Digitaria decumbens</i> ) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.               | 363   |

- Cuadro 10A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 364
- Cuadro 11A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del kudzú (*Pueraria phaseoloides*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 364
- Cuadro 12A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) de guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 365
- Cuadro 13A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) de tehuana (*Clitoria ternatea*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 365
- Cuadro 14A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) de centro (*Centrosema pubescens*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 366
- Cuadro 15A. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) de cacahuatillo o cacahuate forrajero (*Arachis pintoi*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México. 366

# Producción y manejo de forrajes tropicales

Vicente Francisco Enríquez Quiroz, Francisco Meléndez Nava, Eduardo Daniel Bolaños Aguilar, Valentín Alberto Esqueda Esquivel



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SAGARPA**

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Centro de Investigación Regional Golfo Centro  
Campo Experimental La Posta  
Medellín de Bravo, Veracruz. Diciembre de 2011  
Número Técnico Núm. 28 ISBN: 978-607-425-734-2



**Vivir Mejor**



# INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales de México, se mantiene el 64 por ciento del hato ganadero, en el 33 por ciento de la superficie nacional: aquí se genera el 35 por ciento de la carne y 25 por ciento de la leche que el país produce. Esta participación puede incrementarse de manera sustantiva, una vez que se explote el potencial de los recursos forrajeros en estas regiones. Considerando la disponibilidad actual de componentes tecnológicos, se estima que es factible incrementar la actual carga animal promedio de 1.3 cabezas por hectárea, a más de tres cabezas, bajo sistemas de explotación racionales, intensivos y sustentables.

Para lograr la mayor productividad, las explotaciones ganaderas en el trópico deberán sustentarse en tecnologías apropiadas, consistentes en los siguientes aspectos: uso y diversidad de especies forrajeras con alto potencial productivo, de preferencia con bajos requerimientos de insumos, y tolerantes a plagas y enfermedades, de alta resistencia al pastoreo, valor nutritivo, apetencia y facilidad de reproducción, complementadas con prácticas de manejo que permitan prolongar al máximo la vida útil de las praderas, reducción del deterioro del recurso suelo por erosión, acidificación y empobrecimiento, además de prácticas de conservación de forraje que permitan aprovechar los excedentes de las épocas de abundancia, para su uso en períodos de escasez.

Este libro ofrece a productores, técnicos, estudiantes y funcionarios del sector, la tecnología actualmente disponible para la producción y manejo adecuados de forrajes en los trópicos de México, desarrollada por el INIFAP y otras instituciones de investigación; además de basarse en los trabajos científicos de los diferentes campos experimentales nacionales e internacionales, tiene el respaldo de innumerables experiencias en ranchos ganaderos de las regiones tropicales, a las que el documento hace referencia.



# POBLACIÓN BOVINA Y SUPERFICIE GANADERA EN MÉXICO

México ocupa el octavo lugar mundial en población de ganado bovino, con un inventario de 31 millones de cabezas, cifra que corresponde al 2.31 por ciento del hato mundial. Dicha población ganadera se mantiene en una superficie de 147 millones de hectáreas, lo que representa el 73 por ciento de la superficie del territorio nacional. Las regiones ganaderas de nuestro país se encuentran divididas en tres zonas ecológicas, que son: 1. Zona árida y semiárida, donde se localiza el 20.3 por ciento del hato nacional, 2. Zona templada centro, que aloja el 16.2 por ciento, y 3. Zona del trópico húmedo y seco, con 63.5 por ciento de la población bovina nacional.

En el trópico de México, la explotación de ganado bovino se realiza principalmente bajo pastoreo de gramas nativas, entre las que destacan diferentes especies de los géneros *Axonopus* y *Paspalum*, los cuales tienen bajo potencial de producción de forraje en comparación con las gramíneas introducidas, por lo que el ganadero debe utilizar fuentes locales de forraje durante las épocas de escasez (Figura 1). También se explotan gramíneas introducidas, algunas naturalizadas en las áreas de pastoreo. Entre los géneros utilizados se pueden citar: *Megathyrsus*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Pennisetum*, *Hyparrhenia*, y en los últimos 15 años, han cobrado auge algunas especies de los géneros *Brachiaria* y *Andropogon*, todas ellas procedentes del continente africano.

Las leguminosas empiezan a conocerse y utilizarse por los productores de esta región; entre las más comunes se pueden citar: kudzú [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.], tehuana [*Clitoria ternatea* L.], cacahuatillo [*Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg.] y el guaje o huaxín [*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.]. Éstas son explotadas tanto en asociación con gramíneas, como en monocultivo, y como bancos de proteína; aunque las

leguminosas no alcanzan rendimientos de forraje tan altos como las gramíneas, son apreciadas por su mayor valor nutritivo y capacidad de fijación de nitrógeno en el suelo.



**Figura 1. La escasez de forraje en épocas críticas obliga a utilizar fuentes locales de forraje, generalmente de baja calidad, como los acahuals de piña.**

## Superficie con praderas establecidas

Para el año 1999, se tenía un inventario de 11.9 millones de hectáreas con praderas establecidas en la región tropical del país, en donde destacaban por la superficie establecida con pastos introducidos, los estados de Veracruz, con 3.1 millones de hectáreas, Chiapas con 1.5 millones, Tamaulipas con 1.1 millones, Tabasco con 849 mil, Yucatán con 611 mil, Campeche con 514 mil y Oaxaca con 510 mil (Villegas et al., 2001).

Algunas especies del género *Brachiaria*, de última generación, han cobrado importancia por la superficie sembrada; dentro de éstas, las más importantes son: Señal [*B. decumbens* Stapf], Insurgente y Toledo [*B. brizantha* (A. Richard) Stapf], Chetumal [*B. humidicola* (Rendle) Schweick] e Isleño [*B. dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf]. De 1990 a 2003, se estimó una superficie sembrada con estos pastos de 2.6 millones de hectáreas (Holmann et al., 2004), sin contar las amplias superficies que se han establecido con material vegetativo, particularmente con *B. humidicola*.

La producción de forraje en el trópico de México está basada principalmente en praderas de los pastos Estrella de África [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger], con una producción anual de 32 millones de toneladas de materia seca, Privilegio [*Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs], con 21.9 millones de toneladas, Jaragua [*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf], con 4 millones de toneladas, Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), con 3.4 millones de toneladas, Elefante (*Pennisetum purpureum* K. Schumach.), con 2.8 millones de toneladas, Alemán [*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.], con 2.3 millones de toneladas, y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) con 1 millón de toneladas (Villegas et al., 2001).

## Producción de carne de bovino

En las zonas tropicales húmedas y secas del país se cuenta con una población bovina de 18.6 millones de cabezas, que representan el 63 por ciento del inventario nacional. Para 2005, la producción de carne del país fue de 1.55 millones de toneladas, de las cuales, esta región aportó el 37 por ciento, para un total de 574,705 toneladas de carne en canal. Destacan por su importancia en la obtención de este producto, los estados de Veracruz con 13.4 por ciento, Jalisco con 11.4 por ciento, Chiapas con 6.5 por ciento, Sinaloa con 4.75 por ciento y Tabasco con 3.91 por ciento, que en conjunto colaboraron con el 41 por ciento de la producción nacional.

El consumo anual per cápita de carne de bovino ha tenido ligeros incrementos a partir de 1995, cuando alcanzó una cifra de 13.5 kilogramos, mientras que para 2005 se incrementó a 16.7 kilogramos por habitante por año, cifras que reflejan la preferencia de este alimento en la canasta básica del pueblo mexicano.

## Producción de leche de bovino

En México, la producción de leche para 2005 alcanzó 9,873 millones de litros, producidos por un inventario bovino de 2'147,396 vientres. En la región tropical, y con ganado de doble propósito o no especializado, destacan por su importancia en la producción de leche los estados de Veracruz con 6.92 por ciento, Chiapas con 3.04 por ciento, Oaxaca con 1.42 por ciento, Tabasco con 1.09 por ciento y Sinaloa con 0.82 por ciento, que en conjunto aportaron 13.29 por ciento del total del país. En ese año, el consumo aparente de leche por habitante, fue de 117 litros por año.

La producción nacional de leche no es suficiente para abastecer la demanda de la población mexicana, por lo que se tienen que importar grandes volúmenes de este alimento. Para 2004, las compras de leche en el exterior fueron equivalentes a 2,499

millones de litros, que representaron el 20 por ciento de la demanda de la población mexicana.

## **Caracterización agroecológica del trópico mexicano**

### **Superficie del trópico seco y húmedo de México**

Estas regiones del país comprenden una superficie de alrededor de 56 millones de hectáreas (Cuadro 1), que representan el 28 por ciento del territorio nacional. El trópico seco cuenta con una superficie de 32 millones de hectáreas (16 por ciento del país) distribuidas en 26 estados de la República Mexicana, mientras que el trópico húmedo cubre una superficie de 24 millones de hectáreas (12 por ciento del país), localizadas en 16 estados.

Las zonas tropicales del país ocupan la totalidad de la península de Yucatán y la planicie costera del Golfo de México hasta Tamaulipas, mientras que en el litoral del Pacífico, se distribuye desde Chiapas hasta Sonora y Baja California; también existen zonas tropicales en el altiplano, como se observa en la Figura 2.

CUADRO 1. SUPERFICIE (ha) DEL TRÓPICO SECO Y HÚMEDO, POR ESTADO, EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

| ESTADO              | TRÓPICO SECO     | TRÓPICO HÚMEDO   | TOTAL            |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Aguascalientes      | 68,601           | -                | 68,601           |
| Baja California Sur | 151,392          | -                | 151,392          |
| Campeche            | 1'170,206        | 4'441,194        | 5'611,400        |
| Chiapas             | 1'478,082        | 3'740,118        | 5'218,200        |
| Chihuahua           | 233,874          | -                | 233,874          |
| Colima              | 380,709          | 106,919          | 487,628          |
| Durango             | 475,209          | -                | 475,209          |
| Guanajuato          | 472,186          | -                | 472,186          |
| Guerrero            | 3'451,939        | 291,342          | 3'743,281        |
| Hidalgo             | 8,533            | 306,964          | 315,497          |
| Jalisco             | 3'018,500        | 116,000          | 3'134,500        |
| México              | 260,000          | -                | 260,000          |
| Michoacán           | 2'057,865        | 276,369          | 2'334,234        |
| Morelos             | 360,500          | -                | 360,500          |
| Nayarit             | 1'301,793        | 433,074          | 1'734,867        |
| Oaxaca              | 2'682,104        | 1'572,284        | 4'254,388        |
| Puebla              | 753,867          | 340,250          | 1'094,117        |
| Querétaro           | 229,990          | -                | 229,990          |
| Quintana Roo        | 321,194          | 3'881,806        | 4'203,000        |
| San Luis Potosí     | 636,000          | 301,250          | 937,250          |
| Sinaloa             | 3'258,291        | 139,779          | 3'398,070        |
| Sonora              | 1'114,900        | -                | 1'114,900        |
| Tabasco             | -                | 2'466,100        | 2'466,100        |
| Tamaulipas          | 2'089,000        | -                | 2'089,000        |
| Veracruz            | 1'292,417        | 5'136,409        | 6'428,826        |
| Yucatán             | 3'911,901        | 425,999          | 4'337,900        |
| Zacatecas           | 532,966          | -                | 532,966          |
| <b>Total</b>        | <b>31'712,09</b> | <b>23'975,87</b> | <b>55'687,86</b> |

Fuente: Jaramillo (1994).



Figura 2. Distribución de los trópicos seco y húmedo en México.



## RECURSOS NATURALES

### Principales tipos de suelo en el trópico de México

En el trópico de México predominan ocho órdenes de suelos (Cuadro 2), distribuidos en diferentes proporciones en los estados más importantes que lo conforman. Los tipos predominantes son: Cambisol, Luvisol y Vertisol, los cuales cubren el 71 por ciento de la superficie; los dos últimos se caracterizan por su buena fertilidad y alta saturación de bases.

**CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE SUELO EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| TIPO DE SUELO | TRÓPICO SECO (ha) | TRÓPICO HÚMEDO (ha) | TOTAL (ha)        | %          |
|---------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------|
| Cambisol      | 5'024,400         | 7'140,900           | 12'165,300        | 24.6       |
| Luvisol       | 4'429,900         | 7'689,000           | 12'118,900        | 24.5       |
| Vertisol      | 6'666,400         | 4'691,900           | 11'358,300        | 22.9       |
| Rendzina      | 391,300           | 4'831,500           | 5'222,800         | 10.6       |
| Acrisol       | 1'390,400         | 2'932,000           | 4'322,400         | 8.7        |
| Nitosol       | 2'485,900         | 300,600             | 2'786,500         | 5.6        |
| Gleysol       | -                 | 1'122,500           | 1'122,500         | 2.3        |
| Litosol       | 380,000           | -                   | 380,000           | 0.8        |
| <b>Total</b>  | <b>20,768,300</b> | <b>28'708,400</b>   | <b>49'476,700</b> | <b>100</b> |

Fuente: Ramos y Peralta (1988).

Los Cambisoles y las Rendzinas abarcan el 31.1 por ciento del área tropical, se tipifican por ser de fertilidad mediana a baja, al igual que los Acrisoles (8.7 por ciento) y Nitosoles (5.6 por ciento), que también se caracterizan por su acidez. Los Gleysoles (2.3 por ciento) son suelos que permanecen inundados la mayor parte del año y de fertilidad

natural media a baja; en los Litosoles (0.8 por ciento), predominan las rocas calcáreas, son poco profundos, de fertilidad baja, con limitantes físicas y químicas. Un orden de suelo que no se menciona en el Cuadro 2 son los Fluvisoles de origen aluvial, los cuales se caracterizan por sufrir inundaciones periódicas y ser de fertilidad variable; se encuentran en las márgenes de los principales ríos del país, y son suelos de importancia para la ganadería durante la época de estiaje.

El establecimiento y desarrollo de los pastos puede realizarse en cualquier tipo de suelo, desde los muy fértiles, hasta los de baja fertilidad o con problemas de toxicidad, exceso de humedad y salinidad; esto se debe a la riqueza y plasticidad de las plantas forrajeras, ya que existen especies adaptadas para cada condición particular. Hay factores edáficos como la profundidad y pendiente, que influyen en el rendimiento de las especies forrajeras. Las características químicas del suelo son dinámicas y tienen influencia en la productividad de las especies forrajeras. Las principales características y localización de los suelos predominantes del trópico de México se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE SUELO EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| TIPO     | DESCRIPCIÓN   | TEXTURA                 | pH                            | MATERIA ORGÁNICA              | LOCALIZACIÓN  |
|----------|---|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Cambisol | Suelos con cambio de color, de espesor medio a pedregosos, sitios con topografía accidentada.                             | Migajón arcillo-arenoso | Ácido (5.6 a 6.5)             | Muy pobre (0.6 a 1.36)        | Veracruz, Chiapas, península de Yucatán, Morelos, Oaxaca, Guerrero y sur de Puebla.               |
| Luvisol  | Suelos con fertilidad media, drenaje deficiente y susceptibles a la erosión.  | Migajón arcillo-arenoso | Ácido-alcálido (5 a 8)        | Rico a muy rico (2.6 a 33.7)  | Nayarit, Oaxaca, península de Yucatán, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Michoacán, Guerrero y Jalisco. |
| Vertisol | Suelos arcillosos (>30%) color gris-café oscuro o negros, arcillosos, agrietables, de difícil laboreo y buena fertilidad. | Arcilloso               | Alcálido (7.6 a 8.1)          | Medio a muy Rico (2.3 a 5.2)  | Sur de Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Michoacán y Jalisco.  |
| Rendzina | Suelos someros, sobre calizas (>40% de carbonatos de calcio), topografía cerril, fácilmente erosionables.                 | Migajón arcilloso       | Neutro a Alcálido (7.1 a 8)   | Muy rico (15.7 a 22.8)        | Península de Yucatán, Oaxaca y Michoacán.   |
| Acrisol  | Suelos con acumulación de arcilla iluvial y fertilidad baja, acidez alta, fácilmente erosionables.                        | Migajón arenoso         | Ácido (4.5 a 4.9)             | Pobre a rico (1.1 a 5.6)      | Sur de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Guerrero.   |
| Nitosol  | Suelos con alto contenido de arcilla, agrietables, topografía ondulada, erosionables, fertilidad media a baja.            | Franco                  | Ácido (4.5 a 5.6)             | Muy pobre a medio (0.7 a 2.1) | Nayarit, Jalisco, Oaxaca, Michoacán y península de Yucatán.                                       |
| Gleyisol | Suelos aluviales, arcillosos, con drenaje deficiente (muy inundables).  | Arcilloso               | Neutro a alcálido (7.1 a 8.1) | Muy pobre a pobre (0.7 a 1.5) | Campeche, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo, Nayarit, Veracruz, Oaxaca y Tamaulipas.                 |
| Litosol  | Suelos someros, pedregosos, accidentados y susceptibles a la erosión.   | Arcilloso               | Neutro a alcálido (7.1 a 8.3) | Pobre a muy rico (1.8 a 17.1) | Península de Yucatán, norte de Oaxaca y la mayoría de áreas montañosas del país.                  |

Fuente: Colegio de Postgraduados (1977), Ramos y Peralta (1988).

## Climas del trópico de México

En el trópico mexicano se presentan seis tipos de climas. Destacan por su importancia en cuanto a superficie el grupo de climas A (cálidos húmedos), localizados en las vertientes del Golfo de México y el Pacífico, en altitudes de 0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar (Figura 3).

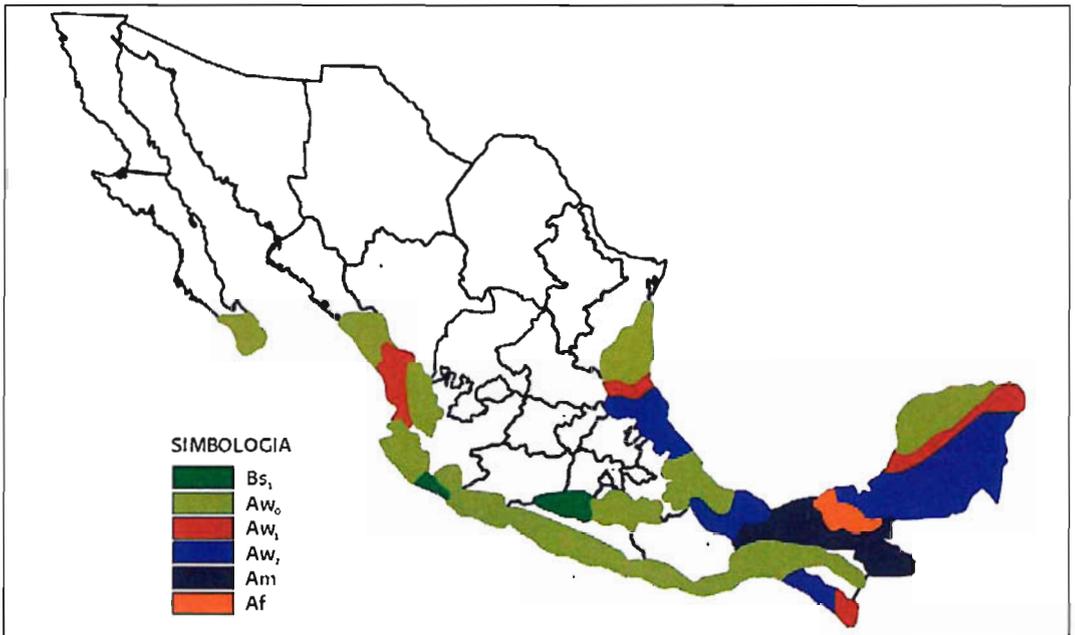


Figura 3. Tipos de clima en el trópico seco y húmedo de México.

El Aw es un clima cálido subhúmedo, con temperatura media del mes más frío superior a 18°C. Se encuentra en la llanura costera del Golfo, en la mayor parte de la península de Yucatán, en la cuenca del Balsas y la depresión central de Chiapas, así como en la mayor parte de la vertiente del Pacífico.

El clima Am es cálido húmedo con lluvias en verano; es característico de la llanura tabasqueña y del declive del Pacífico, en la porción sudeste de la Sierra Madre de Chiapas. La temporada de mayor precipitación comprende el verano y parte del otoño (junio a octubre).

En la Sierra Madre de Chiapas, las lluvias se concentran casi en su totalidad en el verano, por lo que existe una temporada seca más acentuada con relación a la región del Golfo, lo que se debe al efecto de los "nortes", que ocasionan alguna precipitación, aunque ésta es generalmente de bajos niveles. El clima Af, cálido húmedo, con lluvias todo el año, abarca parte de Tabasco y Chiapas, y pequeñas áreas de Veracruz y Oaxaca, especialmente en zonas montañosas o de sierra.

El BS1 es el menos seco de los BS, con un clima intermedio entre los muy áridos Bw y los húmedos Aw<sub>0</sub>; se encuentra en pequeñas porciones del trópico, específicamente en la región noreste de la península de Yucatán, en la región costera de Colima y en la cuenca del río Balsas. Las principales características de estos tipos climáticos se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. PRINCIPALES TIPOS CLIMÁTICOS DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| CLIMA/<br>CARACTERÍSTICAS  | CANTIDAD Y<br>DISTRIBUCIÓN DE MESES<br>LA<br>PRECIPITACIÓN | MESES<br>SECOS | REGIONES   |
|--|--|----------------|--|
| <b>Aw<sub>0</sub></b> . El más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano.  | 800 a 1,200 mm<br>Junio a octubre                          | 5 a 7          | Llanura costera del Golfo, península de Yucatán y la mayor parte de la vertiente del Pacífico. |
| <b>Aw<sub>1</sub></b> . Intermedio en humedad entre Aw <sub>0</sub> y Aw <sub>2</sub> , con lluvias en verano.   | 1,200 a 1,600 mm<br>Junio a noviembre                      | 5 a 6          | Nayarit y sur de Sinaloa, norte de Veracruz y sur de Tamaulipas y península de Yucatán.        |
| <b>Aw<sub>2</sub></b> . El más húmedo de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano.  | 1,600 a 2,000 mm<br>Junio a noviembre                      | 1 a 3          | Veracruz, Campeche, Quintana Roo y Chiapas.  |
| <b>Am</b> . Cálido húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco <60 mm, con suficiente lluvia para mantener humedad en el suelo durante todo el año. | 2,000 a 3,500 mm<br>Mayo a febrero                         | 1 a 3          | Tabasco, Chiapas y algunas porciones de Veracruz.  |
| <b>Af</b> . Cálido húmedo con lluvias todo el año, precipitación del mes más seco >60 mm.  | >3,500 mm  | 0              | Tabasco, Chiapas y Veracruz.   |
| <b>Bs<sub>1</sub></b> . El menos seco de los semiáridos (Bs), intermedio entre los muy áridos (Bw) y los húmedos (A o C).  | 500 a 800 mm   | 6 a 8          | Colima, Morelos y Michoacán.   |

Fuente: García (1987), Peralta y Ramos (1987).

# CARACTERÍSTICAS DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA EL TRÓPICO DE MÉXICO

## Pastos nativos

Los pastos nativos contribuyen fuertemente en la alimentación del ganado bovino (Figura 4), aunque generalmente tienen una producción baja y estacional, que se suma a un pobre valor nutritivo; sin embargo, su importancia está dada por la superficie que ocupan en la región tropical de México (55 a 65 por ciento). Entre las especies más importantes se tienen las siguientes:



Figura 4. Panorámica de una pradera con pastos nativos en regiones tropicales de México.

**Carpeta o Grama (*Axonopus affinis* Chase)**

Sinónimos: *Paspalum fissifolium* Raddi.

Gramínea perenne de raíces superficiales, nativa de América tropical; se propaga por estolones cortos que forman un césped denso. Tiene hojas lanceoladas de 5 a 20 centímetros de largo por 2 a 6 milímetros de ancho. La inflorescencia consiste en dos a tres espigas delgadas y erectas, que producen semillas fértiles de tamaño pequeño. Se adapta a suelos pobres, de textura arenosa y no tolera condiciones de encharcamiento. En suelos pobres, este pasto compite con otras especies nativas como *Paspalum notatum* y *Pennisetum clandestinum*, pero es suprimido si se fertiliza el suelo. Se aprovecha en la alimentación animal, y en algunas regiones se encuentra como césped en jardines y canchas de fútbol, en donde aparece naturalmente, o bien su aparición es inducida a través de podas frecuentes de la vegetación o sobrepastoreo.

**Gramma [*Axonopus compressus* (Swartz) Beauv.]**

Sinónimos: *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. var. *australis* G. A. Black.; *Milium compressum* Sw.; *Paspalum compressum* (Sw.) Nees.; *Paspalum platycaule* Willd. ex Steud.; *Paspalum platycaulon* Poir.

Pasto perenne nativo de México, Centroamérica y el Caribe, que se dispersa por estolones y rizomas. Tiene hojas de forma lanceolada que miden de 4 a 15 centímetros de largo por 4 a 10 milímetros de ancho; sus tallos son delgados y alcanzan alturas entre 15 y 60 centímetros, y la inflorescencia se compone de dos a cuatro espigas delgadas de 3 a 10 centímetros de longitud. Se encuentra adaptado a suelos arenosos de buena fertilidad, pero también prospera en los de baja fertilidad, en donde compite con otros pastos que requieren mejores condiciones de suelo. Se adapta a suelos húmedos, pero no tolera encharcamientos.

**Frente de toro, Remolino o Bahía (*Paspalum notatum* Flüggé)**

*Sinónimos: Paspalum notatum* var. *cromyorrhizum* Herter; *Paspalum cromyorrhizon* Trin. ex Döll; *Paspalum distachyon* Willd. ex Döll; *Paspalum notatum* var. *cromyorrhizon* (Trin. ex Döll) Herter; *Paspalum notatum* var. *eriorhizon* Griseb.; *Paspalum notatum* var. *eriorhizon* Griseb.; *Paspalum notatum* var. *maculatum* Nees in Hook.; *Paspalum notatum* Flueggé var. *notatum* (syn. var. *atiflorum*); *Paspalum notatum* var. *typicum* (Flüggé) Parodi; *Paspalum saltense* Arechav.; *Paspalum sauræ* (Parodi) Parodi; *Paspalum taphrophyllum* Steud.; *Paspalum tephrophyllum* Steud.; *Paspalum uruguayense* Arechav.

Pasto nativo cosmopolita perenne, que se encuentra desde los Estados Unidos de América hasta Argentina, y crece formando un césped con fuertes estolones y rizomas. Las hojas miden de 5 a 20 centímetros de longitud (en ocasiones pueden llegar hasta 50 centímetros), por 2 a 10 milímetros de ancho; alcanza alturas que varían de 15 a 70 centímetros, y la inflorescencia está compuesta por un par de espigas de 5 a 10 centímetros de longitud, de semillas fértiles, pero con alto grado de latencia (Figura 5).

Se adapta a suelos con textura arenosa hasta arcillosa, tolera deficiencias y excesos de humedad, y resiste cierto nivel de salinidad y de sombreo. En el trópico de México es uno de los pastos nativos más apreciados por los ganaderos, por su persistencia a condiciones de mal manejo.



Figura 5. Frente de toro o Remolino (*P. notatum*), uno de los pastos nativos más apreciados por los ganaderos, por su alta persistencia.

### Zacate de llano o Pajón de sabana (*Paspalum plicatulum* Michx.)

*Sinónimos:* *Paspalum plicatulum* Michx. var. *glabrum* Arechav.; *Paspalum plicatulum* Michx. var. *villosissimum* Pilg.; *Paspalum texanum* Swallen.

Es una gramínea perenne de crecimiento erecto, originaria de México, Centroamérica y Sudamérica, cuyo hábitat natural es la sabana tropical, en donde es la especie dominante. Produce una panícula con ocho a 13 racimos florales, cada uno de 2 a 6 centímetros de longitud, cuya semilla es fértil. Crece en suelos muy ácidos de baja fertilidad, y es tolerante a la sequía y la quema. Es de crecimiento estacional, y tiene baja gustosidad y calidad nutritiva durante la temporada de sequía (Figura 6).



Figura 6. Pradera nativa de Zacate de llano o Pajón de sabana (*P. plicatulum*), común en las sabanas de América.

**Camalote (*Paspalum fasciculatum* Willd. ex Flügge)**

Este pasto perenne existe en forma natural en las riveras de los ríos y regiones pantanosas, desde México hasta Argentina. Sus hojas miden de 20 a 40 centímetros de longitud por 15 a 20 milímetros de ancho; sus tallos son erectos de 1 centímetro de diámetro, que pueden alcanzar alturas hasta de 2 metros; produce gran cantidad de estolones rastreros de hasta 5 metros de longitud. La panícula mide de 6 a 14 centímetros de largo (Figura 7).



**Figura 7. Camalote (*P. fasciculatum*), zacate nativo de áreas bajas o inundables.**

Se utiliza para la alimentación de bovinos, principalmente durante la época seca, y también para el pastoreo de equinos. Los rebrotes tiernos que se desarrollan después de un chapeo, son más apetecidos por el ganado que las plantas adultas.

Es un pasto muy agresivo que invade y desplaza praderas cultivadas, por lo que en algunas regiones se considera como maleza. Una de sus principales desventajas es la baja digestibilidad de su materia seca, la cual puede ser frecuentemente menor del 30 por ciento, por lo que su aprovechamiento debe realizarse durante sus primeras etapas de crecimiento vegetativo, es decir, pastorear el ganado cuando el pasto está tierno.

### **Azuche [*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees]**

Sinónimos: *Panicum amplexicaule* Rudge; *Hymenachne acutigluma* auct. non (Steud.) Gilliland.

Azuche es una gramínea perenne originaria de México y Latinoamérica tropical, que alcanza alturas de 1 a 2.5 metros, y tiene tallos flotantes, rellenos de aerénquima, estructura que le permite flotar. Posee raíces en los nudos inferiores del tallo, lo que la hace dominante donde se desarrolla. Las hojas de esta especie son planas, lanceoladas, de 10 a 45 centímetros de longitud y 3 a 6 centímetros de ancho, cordadas en la base y abrazando el tallo, con lígula membranosa. La inflorescencia es una panícula con apariencia de espiga cilíndrica de 20 a 50 centímetros de largo, ocasionalmente ramificada, principalmente en el ápice (Figura 8). Este pasto se considera de gran importancia para la ganadería durante la época de estiaje, particularmente en los estados de Veracruz, Campeche, Oaxaca y Tabasco.

Esta planta es una especie con fotosíntesis C<sub>3</sub>, lo que la hace altamente atractiva, por la mayor digestibilidad de su forraje en comparación con otras gramíneas C<sub>4</sub>, que son más

abundantes en las regiones tropicales. Se desarrolla en áreas inundadas en donde puede tolerar hasta 40 semanas de inundación, con niveles hasta de 2.5 metros de profundidad.

En estudios controlados ha tolerado hasta 13 metros de profundidad, aunque no se desarrolla en aguas permanentes, ya que requiere períodos alternos de inundación y sequía, para su establecimiento y sobrevivencia, lo que le permite una regeneración masiva por semilla y asegura su persistencia aún después de períodos prolongados de sequía.



Figura 8. Azuche (*H. amplexicaulis*), pasto para suelos con altos niveles de inundación y de buena calidad.

### **Gramma amarga, Zacate amargo o Gramma de antena (*Paspalum conjugatum* P. J. Bergius)**

Gramínea perenne, estolonífera de América tropical, con alturas que varían de 40 a 100 centímetros, hojas lineares-lanceoladas de 4 a 20 centímetros de longitud y 5 a 10 milímetros de ancho; produce gran cantidad de semilla, la cual mantiene su fertilidad por muchos años. Este pasto aparece en praderas que han sido sobrepastoreadas, o en terrenos que son sometidos a roza y quema o chapeos constantes, en las regiones húmedas del trópico. Crece en suelos desde ácidos, arenosos hasta arcillosos, resiste las quemadas, y es tolerante a la sombra y a los excesos de humedad; se considera una especie de bajo rendimiento, gustosidad y calidad nutritiva del forraje.

### **Pastos introducidos**

La mayoría de estos pastos se han introducido del continente africano, en donde se presenta la mayor diversidad de gramíneas para la alimentación del ganado; otros son de origen asiático, y unos pocos son producto del mejoramiento genético. Todos ellos han presentado buena adaptación a las diferentes condiciones del trópico mexicano.

### **Gramíneas para tierras no inundables**

En este grupo se consideran los pastos que no toleran excesos de humedad o encharcamientos permanentes o esporádicos.

Guinea común o Privilegio [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] antes: *Panicum maximum* Jacq.

Sinónimos: *Urochloa maxima* (Jacq.) R. D. Webster; *Panicum hirsutissimum* Steud.; *Panicum maximum* Jacq. var. *hirsutissimum* (Steud.) Oliv.; *Megathyrsus maximus* var. *coloratus* (C. T. White) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs; *Panicum maximum* var. *coloratum* C. T. White; *Megathyrsus maximus* var. *pubiglumis* (K. Schum.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs; *Panicum maximum* Jacq. var. *pubiglume* K. Schum.; *Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume* Robyns; *Urochloa maxima* var. *trichoglumis* (Robyns) R. D. Webster.

Es nativo de África tropical y subtropical, y fue introducido al continente americano en el siglo XVII por los esclavos africanos, quienes lo utilizaban como cama en los barcos que los transportaban. Se encuentra ampliamente naturalizado en México, en donde alcanza alturas de más de 2 metros. Sus hojas tienen forma de lanza de 15 a 100 centímetros de longitud por 3.5 centímetros de ancho; sus tallos son erectos, glabros o con alta pilosidad, y tienen de tres a 15 nudos. Su inflorescencia es una panícula de 15 a 60 centímetros de longitud por 25 centímetros de ancho, de semilla fértil, de forma elíptica, de aproximadamente 2 milímetros de longitud (Figura 9).

Se desarrolla en climas cálidos, libres de heladas, en una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje y de fertilidad mediana a alta. Se considera como un pasto de alto valor nutritivo, y presenta una alta relación hoja/tallo, lo cual es una característica deseable. Una de sus principales desventajas es su lenta recuperación después del corte o pastoreo. Es un excelente pasto forrajero, dado que no reduce su calidad y digestibilidad significativamente durante las épocas críticas; contrariamente a lo que ocurre en otros pastos como Buffel, Rhodes o Estrella de África, no se lignifica, además de ser tolerante al sombreado y la quema. Se debe manejar con presiones de pastoreo adecuadas, ya que al ser de mayor calidad y apetencia, el ganado lo prefiere sobre otras especies.



**Figura 9.** Guinea común o Privilegio (*M. maximus*), primer pasto africano introducido a América, ocupa un lugar importante en la ganadería mexicana.

En los últimos años se han colectado en el continente africano una gran cantidad de ecotipos de esta especie, que se seleccionaron y desarrollaron como cultivares en Australia y Brasil, y que recientemente se han introducido a México y otros países; entre ellos destacan: Coloniaio (Figura 10), Tanzania (Figura 11), Tobiata, Centenario y Mombaza (Figura 12), los cuales presentan diferencias marcadas en su morfología y potencial productivo. En México se tiene información limitada sobre el comportamiento de estos nuevos cultivares, aunque se sabe que esta especie tiene amplia plasticidad.



Figura 10. Coloniaio (*M. maximus*), variedad mejorada del pasto Guinea, se diferencia por su mayor altura y el color verde azulado de las hojas.

### Cultivar Tanzania (*M. maximus*)

Pasto originario de África, colectado en Korogwe, Tanzania, de crecimiento amacollado que alcanza una altura de 130 centímetros. Sus hojas son decumbentes y miden en promedio 2.6 centímetros de ancho y 55 centímetros de largo; la lámina y vaina de las hojas son glabras. La inflorescencia es una panícula que mide 30 centímetros de largo, cuya semilla es fértil; produce de 100 a 200 kilogramos de semilla por hectárea (Figura 11).



**Figura 11.** Tanzania (*M. maximus*), variedad mejorada del pasto Guinea, aceptado por su mayor producción y calidad del forraje.

Es una gramínea tolerante a la quema y al ataque de la mosca pinta o salvazo, y puede tolerar períodos de sequía hasta de cinco meses. Se establece en suelos de fertilidad mediana a alta y de textura franca a ligeramente arcillosa, que presenten buen drenaje y pH de 5 a 7.5. Este pasto fue liberado en Brasil en 1990; en México ha tenido un buen comportamiento y adaptación al ambiente, y los ganaderos que lo han utilizado, lo señalan como una gramínea altamente productiva.

### Cultivar Mombaza (*M. maximus*)

Este cultivar originario de África, fue colectado cerca de Korogwe, Tanzania. Es una gramínea perenne de crecimiento amacollado, que mide en promedio 165 centímetros de altura, aunque puede crecer hasta 3 metros; sus hojas miden 3 centímetros de ancho y de 70 a 80 centímetros de longitud, se doblan en la parte terminal, y poseen pocos pelos cortos en la cara superior. La inflorescencia es una panícula grande con ramificaciones secundarias en la base. Las ramificaciones de las espigas son de color morado (Figura 12).



Figura 12. Mombaza (*M. maximus*), variedad de Guinea, de más reciente introducción al país, y de mayor porte con relación a otros cultivares.

Esta planta se adapta a suelos de buena fertilidad y bien drenados. Es medianamente tolerante a la mosca pinta o salivazo, y soporta períodos de sequía hasta de cuatro meses. Este cultivar fue liberado en Brasil en 1993; en México se ha introducido semilla desde el año 2000, por lo que se tiene escasa información técnica, sin embargo, las experiencias prácticas indican que Mombaza es una buena variedad forrajera, en la que resalta su capacidad de producción de forraje y semilla.

### **Pangola (*Digitaria decumbens* Stent)**

Sinónimos: *Digitaria commutata* subsp. *eriantha* (Steud.) Maire.; *Digitaria decumbens* Stent; *Digitaria eriantha* Steud. subsp. *eriantha*; *Digitaria eriantha* Steud. subsp. *pentzii* (Stent) Kok.; *Digitaria eriantha* Steud. subsp. *stolonifera* (Stapf) Kok.; *Digitaria eriantha* Steud. var. *stolonifera* Stapf; *Digitaria geniculata* Stent; *Digitaria glauca* Stent, nom. illeg.; *Digitaria pentzii* Stent; *Digitaria pentzii* Stent var. *minor* Stent; *Digitaria pentzii* Stent var. *stolonifera* (Stapf) Henrard.; *Digitaria polevansii* Stent; *Digitaria seriata* Stapf; *Digitaria setivalva* Stent; *Digitaria smutsii* Stent; *Digitaria stentiana* Henrard.; *Digitaria valida* Stent; *Syntherisma eriantha* (Steud.) Newbold.

Originario del valle del río Pongola (lo que dio origen al nombre común de Pangola) en la frontera de Swazilandia, Sudáfrica y Mozambique en el sur de África; fue introducido a México en 1953, desde Florida y Sudamérica. Es una especie perenne de crecimiento rastrero y estolonífero que enraíza en los nudos. Alcanza alturas de 120 centímetros, pero comúnmente se observa de menor tamaño. Sus hojas tienen forma de lanza de 10 a 25 centímetros de longitud y 2 a 7 milímetros de ancho. La inflorescencia es una panícula terminal digitada con cinco a 10 espigas que emergen del mismo punto, y su longitud promedio es de 13 centímetros; su semilla es estéril, por lo que su reproducción se realiza con material vegetativo. Su mejor desarrollo lo tiene en suelos que conservan humedad, pero sin llegar a inundarse; prefiere suelos fértiles y profundos como los aluviales y los de origen volcánico (Figura 13).



**Figura 13. Pangola (*D. decumbens*), especie de alto valor nutritivo, adecuada para suelos fértiles con buen drenaje.**

Puede establecerse en suelos arenosos, delgados y de escurrimiento rápido, y en terrenos ácidos de baja fertilidad, pero su crecimiento es estacional y con bajos rendimientos. Esta gramínea tuvo gran demanda durante las décadas de los cincuenta y sesenta, por su excelente valor nutritivo, y por ser apta para la producción de leche y carne en pastoreo. Su utilización ha disminuido debido a problemas de mosca pinta, por ser una especie poco agresiva, y porque no tolera excesos o escasez de humedad.

## Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* Vanderyst)

1. *Cynodon aethiopicus* Clayton & J. R. Harlan
2. *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst
3. *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.

*Sinónimos:* *Cynodon plectostachyus* auct. non (K. Schum.) Pilg.; *Cynodon dactylon* var. *sarmentosus* Parodi; *Cynodon parodii* Caro & E. A. Sánchez; *Leptochloa plectostachyus* K. Schum.

Gramínea perenne originaria de la región oriental de Rhodesia, en África. Tiene crecimiento rastrero, con estolones largos y fuertes que pueden alcanzar más de 3 metros de longitud, y enraízan en los nudos formando una cubierta densa; se lignifica durante la época de secas e incluso llega a entrar en latencia por sequía, sin embargo, al iniciar el temporal reinicia su crecimiento de inmediato. Es una especie no rizomatosa, característica que permite diferenciarlo de los ecotipos y variedades de *C. dactylon*. Posee hojas pubescentes en forma de lanza y tallos rastreros o erectos, robustos y bien ramificados, y un sistema radical profuso y profundo.

La inflorescencia presenta varios verticilos originados en un punto común (digitada), y las espiguillas se encuentran a un solo lado del raquis. Se establece mediante material vegetativo, ya que no produce semilla fértil. Crece bien en una amplia gama de suelos, aunque su mayor producción se obtiene en suelos fértiles, de aluvión o de vega de río y con buenas características físicas (Figura 14). También puede desarrollarse en suelos arcillosos con drenaje deficiente, en donde puede sobrevivir con láminas de agua de 10 a 15 centímetros hasta por 100 días.



**Figura 14.** Estrella de África (*C. plectostachyus*), ampliamente preferido por los ganaderos por su rusticidad y adaptación a diferentes condiciones de clima, suelo y manejo.

Los suelos ácidos con pH menor de 5 y de baja fertilidad no son apropiados para esta especie, ya que bajo estas condiciones su producción y persistencia es baja. Esta gramínea es de gran importancia para la ganadería nacional, por la amplitud de terreno que ha colonizado, sus características de rusticidad, resistencia al pastoreo con bajo nivel tecnológico y baja utilización de insumos, condiciones frecuentes en la ganadería mexicana.

Existen varios ecotipos, como Surinam, Jamaicano y Santo Domingo, que muestran diferencias principalmente en color y pilosidad. Es muy susceptible a los ataques de gusanos, principalmente falso medidor, y en la actualidad también es afectado por el “salivazo” o mosca pinta.

## Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth)

Sinónimo: *Andropogon bisquamulatus* Hochst.

Es una gramínea perenne de África tropical, que fue introducida a México en 1981. Es de crecimiento erecto, y forma macollos hasta de 1 metro de diámetro; sus tallos pueden alcanzar alturas hasta de 3 metros, y sus hojas son de color verde claro, algunas de las cuales se tornan violáceas en invierno. Sus láminas foliares son lineo-lanceoladas, hasta de 100 centímetros de longitud y de 4 a 30 milímetros de ancho (Figura 15).



Figura 15. Llanero (*A. gayanus*), excelente pasto para el trópico seco, en donde se ha propagado ampliamente durante los últimos años.

Este pasto se lignifica en menor proporción que Estrella de África, Buffel y Jaragua, conservando un buen valor nutritivo; su principal ventaja es que se adapta a suelos someros de ladera, y resiste sequías de hasta siete meses. Se reproduce por semilla, la cual posee buenos porcentajes de viabilidad, y es fácilmente diseminada por el viento, lo que asegura una repoblación natural.

Se puede establecer en diferentes tipos de suelos, desde muy fértiles hasta ácidos de baja fertilidad, con pH de 4.3 y saturación de aluminio hasta de 83 por ciento, así como también en suelos alcalinos de la península de Yucatán. Ha tenido gran aceptación en años recientes en la región del Pacífico por su tolerancia a la sequía. Se considera que es una planta más apropiada para cultivarse en las regiones de trópico seco, que en las de trópico húmedo.

### Jaragua [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf]

Pasto perenne de origen africano, de crecimiento amacollado con tallos delgados, hasta de 2.5 metros de altura, con hojas finas de color verde oscuro de 30 a 60 centímetros de largo y 2 a 8 milímetros de ancho, y puntas rojizas; tiene raíces delgadas, con abundantes ramificaciones. Su inflorescencia es una panoja de 30 a 80 centímetros de largo (Figura 16), y la semilla tiene una cubierta algodonosa de color café y una arista delgada, suave y encorvada, del mismo color; la semilla es fértil, y es su principal medio de propagación.

Este pasto soporta la quema, y se puede establecer en suelos marginales, delgados, tepetatosos y pedregosos. Fue una especie de importancia en la década de los setenta, pero su alta lignificación en tiempo de secas y su baja productividad, han propiciado su reemplazo por nuevos cultivares forrajeros con mejores atributos.



Figura 16. Jaragua (*H. rufa*), pasto empleado para suelos delgados y pedregosos, en donde tiene buen comportamiento.

#### Bermuda Cruza I, híbrido entre *Cynodon dactylon* x *C. nlemfuensis*

El Bermuda común llegó a América con los españoles, siendo la primera especie tropical mejorada y difundida en los trópicos del mundo. Es un pasto producto del mejoramiento genético mediante la cruce de Bermuda de la Costa y Kenya 56 #14, derivada de una planta registrada como PI 255445, *C. nlemfuensis* var. *robustus*.

Es una planta perenne de crecimiento rastrero, que cubre el suelo densamente por el desarrollo de estolones delgados; raramente produce rizomas, lo que permite erradicarlo fácilmente, y lo diferencia de la mayoría de los Bermudas. No produce semilla fértil, por lo

que su propagación se realiza por material vegetativo. Posee hojas anchas, más suaves que Bermuda común, las cuales tienen escasa pubescencia, de 2 a 3 milímetros de longitud en ambas caras. Es altamente resistente a enfermedades foliares y a nematodos. Una de las principales ventajas es su alta digestibilidad, que en términos comparativos, es 12 por ciento mayor con relación al Bermuda de la Costa, lo que se traduce en ganancias de peso 30 por ciento mayores a las obtenidas con éste. Prefiere suelos fértiles, bien drenados con textura de mediana a pesada, aunque también se desarrolla en suelos arenosos y ligeramente ácidos. Tiene el problema de no ser tolerante a sequías prolongadas, y es una especie de baja agresividad, lo cual provoca que no compita con malezas agresivas.

Posterior al Bermuda Cruza 1, se ha desarrollado una serie de cultivares de Bermuda que han superado el rendimiento y calidad de los primeros, entre los que se pueden mencionar a: Tifton 44, Tifton 78, Tifton 85 y Tifton 68, cuya utilización se encuentra preferentemente en áreas de riego del trópico seco del país. Estos cultivares tienen la característica de ser tolerantes a suelos con problemas de salinidad.

### **Chontalpo o Señal (*Brachiaria decumbens* Stapf)**

Sinónimo: *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster

Es una gramínea perenne del este de África tropical, vigorosa, de crecimiento suberecto que cubre densamente el suelo y puede alcanzar alturas de 60 a 100 centímetros. Sus hojas son de color verde brillante, en forma de lanza, densamente cubiertas por pilosidad, de 15 a 25 centímetros de largo por 0.8 a 2 centímetros de ancho. Posee tallos decumbentes de color verde, que enraízan hasta el tercer o cuarto nudo. Su raíz es fibrosa y puede crecer a profundidades hasta de 2 metros. Produce una panícula con tres a ocho racimos, cada uno con 30 a 47 semillas, las cuales son fértiles, pero presentan latencia que se rompe de siete a nueve meses después de la cosecha.

Se adapta a una gran diversidad de suelos, desde los fértiles hasta los ácidos de baja fertilidad; sin embargo, no tolera condiciones de mal drenaje, por lo que suelos que conserven mucha humedad o que se encuentran ubicados en regiones con regímenes de lluvia mayores a 1,000 milímetros son poco aptos para esta gramínea. En regiones con precipitación alta se establece mediante semilla y también por material vegetativo.

Por su apetencia, digestibilidad y rusticidad se considera una de las mejores especies del género *Brachiaria*; sin embargo, es susceptible al ataque de mosca pinta, por lo que se debe manejar bajo el criterio de prevenir las infestaciones mediante pastoreo o cortes. También resiste la sequía y soporta alta carga animal, aunque reduce ligeramente su calidad y digestibilidad por efecto de la sequía (Figura 17).



Figura 17. Chontalpo o Señal (*B. decumbens*), pasto de buena calidad y características forrajeras; en algunas regiones es susceptible al ataque de mosca pinta.

Existen bastantes reportes y observaciones que señalan problemas de fotosensibilización en bovinos (principalmente en terneros), y especialmente en ovinos que la aprovechan bajo pastoreo. Es necesario señalar que el problema de la fotosensibilización se ha observado en la mayor parte de los cultivares comerciales del género *Brachiaria* que se emplean en el país.

### Insurgente [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf]

Sinónimos: *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster; *Panicum brizanthum* Hochst. ex A. Rich.

Esta gramínea perenne tiene su centro de origen en el este de África tropical; es de crecimiento amacollado, cespitosa, que alcanza alturas de 1 a 1.5 metros. Sus hojas son de forma lineal lanceolada de hasta 50 centímetros de longitud y de 1 a 2.5 centímetros de ancho, y están provistas de tricomas blancos. Los tallos son postrados en la base, con nudos prominentes y glabros, de color verde amarillo y escaso enraizamiento; posee rizomas cortos y abundantes.

La inflorescencia es una panícula de aproximadamente 40 centímetros de longitud con cuatro a seis racimos equidistantes a lo largo del eje de 10 a 20 centímetros de largo, cada uno con 55 a 70 espiguillas alternas, de 2.5 milímetros de ancho y 5.5 milímetros de largo. La semilla es fértil, pero presenta latencia que se rompe al almacenarla por un período que fluctúa de tres a ocho meses.

Para su establecimiento requiere de suelos francos, de mediana a alta fertilidad; aunque es tolerante a pH ácido, su productividad disminuye rápidamente, a menos que se realice una buena fertilización, por lo cual, no es conveniente establecerlo en suelos con pH menor de 5.

Este pasto es sumamente sensible a la inundación o exceso de humedad, así como a sequías extremas. Es de mayor calidad nutritiva que *B. decumbens*, y más resistente a plagas (mosca pinta), ya que presenta un tipo de resistencia denominado antibiosis (Figura 18).



Figura 18. Insurgente (*B. brizantha*), es un pasto de alto valor nutritivo y tolerante a la mosca pinta o salivazo.

### Toledo o MG5 (*B. brizantha*)

Sinónimos: *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster; *Panicum brizanthum* Hochst. ex A. Rich.

Originaria de Burundi, África, es una planta perenne, que forma macollos con alturas de 1.6 metros; los tallos son capaces de enraizar a partir de los nudos que están en contacto con el suelo. Las hojas tienen poca pubescencia y alcanzan hasta 60 centímetros de longitud y 2.5 centímetros de ancho; la inflorescencia es una panícula de 40 a 50 centímetros de longitud con cuatro racimos de 8 a 12 centímetros de largo y una sola hilera de espiguillas (Figura 19).



Figura 19. Toledo o MG5 (*B. brizantha*), pasto de mayor porte que Insurgente y de alto potencial de producción de forraje.

Se desarrolla en suelos de mediana a buena fertilidad, de textura arenosa y también en suelos con periodos de exceso de humedad no mayores a 30 días. Hasta la fecha no presenta problemas con la mosca pinta, ni de hongos en el follaje.

Su valor nutritivo es de 13.5 y 10.1 por ciento de proteína y de 67 y 64 por ciento de digestibilidad, a los 25 y 35 días de rebrote, respectivamente. Este pasto empieza a conocerse en México, y actualmente se está comercializando semilla de importación. Aunque en este país no se tiene una amplia experiencia con esta gramínea, los resultados obtenidos en Costa Rica y Colombia, son halagadores.

**Mulato (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36061) *Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha***

Sinónimo: *Urochloa ruziziensis* x *U. brizantha*.

Este pasto es un híbrido producto de la cruce de *B. ruziziensis* clon 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297, realizada por el Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en 1988. Es una gramínea perenne, vigorosa de crecimiento amacollado-decumbente y estolonífero, que le permite un buen establecimiento; su altura es de 90 a 100 centímetros, y sus hojas son lanceoladas de color verde intenso, de 35 a 40 centímetros de largo por 2.5 a 3 centímetros de ancho, con abundante pubescencia. La inflorescencia es una panícula de hasta 40 centímetros de longitud con cuatro a siete racimos con doble hilera, con un promedio de 42 espiguillas fértiles (Figura 20).

El pasto Mulato se adapta a las condiciones de trópico húmedo o subhúmedo, crece desde el nivel del mar hasta altitudes de 1,800 metros, con precipitaciones de al menos 800 milímetros anuales. Requiere de suelos de mediana fertilidad y que tengan un buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos, y se adapta a pH ácido (>5) a alcalino. Tolerancia a sequías prolongadas de hasta seis meses, así como las quemadas, y está considerado como

tolerante a bajas temperaturas y heladas. Ha presentado alta tolerancia al ataque de las plagas como la mosca pinta y el gusano falso medidor.



Figura 20. Mulato (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36061), primer híbrido del género *Brachiaria*, con alta productividad y calidad.

Se puede establecer por semilla y por material vegetativo; tiene alto valor nutritivo, y cuando se le da un buen manejo, el contenido de proteína varía de 14 a 16 por ciento, con una digestibilidad de 62 por ciento de la materia seca, valores superiores a los que presentan los cultivares comerciales del género *Brachiaria*. Lo anterior se asocia con altos niveles de carbohidratos estructurales en hojas (152 miligramos/kilogramo) y tallos (161 miligramos/ kilogramo), y se caracteriza por ser menos estacional.

Cuando se fertiliza puede producir 25 toneladas de materia seca por hectárea anualmente, lo cual equivale a 122 toneladas de materia verde. Una de sus ventajas sobresalientes es su alta capacidad de recuperación después de ser cortado, la cual varía según la época, entre 17 y 28 días de descanso. Existen evidencias de que es una pastura excelente para la producción de leche, especialmente en la cantidad de leche por hectárea, ya que Mulato puede soportar alta carga animal (Guiot y Meléndez, 2003).

**Mulato II (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36087) *Brachiaria ruziziensis* x *B. decumbens* x *B. brizantha***

Sinónimo: *Urochloa ruziziensis* x *U. decumbens* x *U. brizantha*

Este pasto es resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección realizadas por el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT, producto de cruces iniciadas en 1989, entre *B. ruziziensis*, clon 44-6 tetraploide sexual y *B. decumbens* cv. Basilisk tetraploide apomíctico, aunque se sabe que también tiene alelos de accesiones de *B. brizantha*, incluido el cv. Marandú. El Mulato II, es un híbrido tetraploide ( $2n = 4x = 36$  cromosomas), perenne, de crecimiento semierecto; sus tallos son cilíndricos, pubescentes y vigorosos, con hojas lanceoladas de color verde intenso.

La inflorescencia es una panícula con cuatro a seis racimos con hilera doble de espiguillas, las cuales tienen estigmas de color blanco-crema (característica que lo distingue del cv. Mulato). Produce gran cantidad de panículas con buena sincronización floral y buena formación de cariósides (Figura 21); dependiendo del sitio de siembra, edad y manejo del cultivo y método de cosecha, se pueden obtener rendimientos de 150 a 420 kilogramos de semilla pura por hectárea.



**Figura 21. Mulato II (*Brachiaria* híbrido: CIAT 36087), segundo híbrido del género *Brachiaria*, con atributos diferentes al cv. Mulato.**

Este pasto se adapta desde el nivel del mar hasta los 1,800 metros de altitud, en trópico húmedo con altas precipitaciones, así como en climas subhúmedos con cinco a seis meses secos y precipitaciones superiores a 700 milímetros anuales.

Se establece en suelos ácidos de baja fertilidad, bien drenados, aunque tolera suelos con drenaje deficiente, sin encharcamientos. Es tolerante a la mosca pinta, ya que tiene el tipo de resistencia denominada antibiosis, sin embargo, su tolerancia al ataque de hongos es moderada, pero mayor a la observada en los cultivares Insurgente y Mulato.

Puede producir de 10 a 27 toneladas de forraje seco por hectárea, con un 20 por ciento de la producción en la época seca. Tiene buena respuesta a la fertilización, particularmente cuando se aplica nitrógeno. Su valor nutritivo varía de 8 a 16 por ciento de proteína y de 55 a 66 por ciento de digestibilidad, entre los 25 a 30 días de rebrote. Es de alto consumo por los animales, lo que se refleja en mayores producciones de leche en comparación con lo que se obtiene con otras especies de *Brachiaria* (Argel et al., 2007).

### Isleño o Dictyoneura [*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick]

Sinónimos: *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga; *Panicum humidicola* Rendle.

Gramínea perenne, algunas veces referido erróneamente como *B. dictyoneura*, una especie estrechamente emparentada. Es originaria de África, de crecimiento estolonífero, con macollos erectos que forman un colchón de 40 a 90 centímetros de altura, y al florecer puede medir más de 1 metro. Tiene hojas lineales, lanceoladas, erectas, sin vellosidades, de color verde intenso, con manchas púrpuras, que varían mucho en forma y tamaño según la época de crecimiento, pueden alcanzar hasta 40 centímetros de largo por 1.5 centímetros de ancho; uno de los bordes de las hojas es ligeramente aserrado (Figura 22).

Presenta rizomas subterráneos de dos tipos: unos en forma de nódulos pequeños y compactos, y otros largos y finos, semejantes a los estolones, los cuales son largos, de color púrpura y con vellosidades de color blanco; su desarrollo más acentuado se presenta durante el establecimiento o después de un corte al ras del suelo, y presenta un abundante enraizamiento de los nudos, especialmente cuando crece sobre suelo desnudo.

La inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos de 4 a 8 centímetros de largo, cada una con 10 a 22 espiguillas alternas. La semilla es fértil, aunque presenta un período de latencia de cinco a ocho meses después de la cosecha; también es posible su reproducción con material vegetativo.



Figura 22. Isleño o *Dictyoneura* (*B. humidicola*), una de las especies del género *Brachiaria*, poco conocida en México, con amplio potencial para la región tropical.

Se adapta a condiciones de suelos ácidos y poco fértiles, así como a suelos de mediana y alta fertilidad; tolera suelos con exceso de humedad intermitente por períodos de una a dos semanas. Esta especie tiene buena resistencia al pastoreo, y un mayor rendimiento en producción de forraje y semilla que otras especies del género *Brachiaria*; además es

tolerante al salivazo. Posiblemente en México inicie su expansión en los próximos años, debido a sus atributos forrajeros.

### Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

*Sinónimos:* *Cenchrus glaucus* C. R. Mudaliar & Sundararaj; *Pennisetum cenchroides* Rich., nom. illeg.; *Pennisetum ciliare* (L.) Link.

Este pasto es nativo de diferentes países de África, Asia y de Sicilia en Europa. Es una especie perenne de crecimiento amacollado, que frecuentemente forma plantas cespitosas, con alturas que varían de 15 a 120 centímetros, aunque algunos cultivares llegan a crecer hasta 170 centímetros. Sus hojas miden de 3 a 23 milímetros de ancho; su inflorescencia es de forma cilíndrica (Figura 23), con buen rendimiento de semilla, la cual tiene un período de latencia de nueve a 12 meses después de la cosecha.

Se establece preferentemente en suelos ligeros con buen drenaje, de textura franco-arenosa a franco-arcillosa; de éstos, los ligeramente alcalinos son más favorables para su desarrollo que los ligeramente ácidos. Existe gran cantidad de cultivares de esta especie, de los cuales, los mejores para el trópico seco de México son: Molopo, Biloela y Gaindah.

Por su resistencia a la sequía y las bajas temperaturas, algunas de las nuevas variedades generadas podrían ser una buena alternativa forrajera en zonas áridas o semiáridas, con regímenes pluviométricos mayores a 350 milímetros y presencia de heladas; para esta última condición se desarrolló la variedad Frío, la cual es una especie forrajera apropiada principalmente para regiones con clima subtropical.

Se han reportado pérdidas económicas por infestación de la mosca pinta en praderas de Buffel del estado de Sonora, donde un cuidadoso manejo del pastoreo puede ser suficiente

para controlar esta plaga; en regiones de mayor humedad, se requiere generar variedades resistentes. Otros cultivares de esta especie que se utilizan en México son: Formidable de Sonora, Zaragoza 115, Nueces y Común.



Figura 23. Buffel (*C. ciliaris*), pasto apropiado para las regiones secas subtropicales de México.

## Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher)

Sinónimo: *Pennisetum benthamii* Steud.

Es una especie perenne muy vigorosa originaria de África, que forma grandes macollos. Sus hojas alcanzan una longitud de 30 a 120 centímetros y de 1 a 5 centímetros de ancho, y pueden no presentar vellosidades. Los tallos son erectos, ramificados en la parte superior, miden de 2 a 4 metros de altura (Figura 24), y su diámetro en la porción basal es de más de 3 centímetros; produce una gran cantidad de nudos y pequeños rizomas que originan nuevos tallos.



Figura 24. Elefante (*P. purpureum*), gramínea de porte erecto, ideal para utilizarse bajo corte o pastoreo.

La inflorescencia es una panícula densa, de forma cilíndrica, que emerge del tallo principal o de las ramas laterales, de 10 a 30 centímetros de longitud y de 15 a 30 milímetros de ancho. Su color es variable, pudiendo ser verdoso, amarillo, café o púrpura, y presenta una alta densidad de tricomas o vellos en el raquis. Las espiguillas miden de 5 a 7 milímetros de longitud, son solitarias o se presentan en grupos de dos a cinco, de las cuales sólo una es fértil; se establece mediante material vegetativo.

Puede sembrarse en una gran variedad de suelos; su mayor potencial productivo se da en suelos de alta fertilidad, profundos y permeables, aunque crece bien en suelos arcillosos y arenosos. También puede establecerse en suelos ácidos o salinos, sin embargo, bajo estas condiciones su rendimiento disminuye.

Existen muchos cultivares de esta especie, dentro de los cuales destacan: Taiwán (Figura 25), Merkerón y Napier; los cultivares Mineiro, Capricornio y Mott o Elefante enano son menos conocidos en el país. En los últimos años se introdujeron a México procedentes de Cuba, CT-115 y OM22; el primero tiene entre sus principales atributos la presencia de entrenudos más cortos, que le permiten tener una mayor densidad de hojas con relación a los cultivares normales.

Otros genotipos que se están propagando fuertemente en todo el sureste del país, son los cultivares Roxo o Camerún, que se caracteriza por tener hojas de color rojo a púrpura; también se ha difundido entre los ganaderos un genotipo denominado Maralfalfa, que al parecer es una variedad de esta misma especie con un origen no muy bien definido. Los ganaderos lo han propagado porque afirman que tiene una elevada producción de forraje de alto valor nutritivo; sin embargo, la información técnica de este material es muy escasa, por lo que habría que tener las reservas pertinentes al respecto.



Figura 25. Taiwán (*P. purpureum*), variedad de pasto Elefante con alta producción de forraje, utilizado para corte o pastoreo.

**King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*)**

Las dos especies que originaron el híbrido King grass, son nativas de África del Sur; sin embargo, se desconoce donde y como se formó este híbrido, por lo que posiblemente puede haber ocurrido en forma natural.

Es una especie forrajera perenne de crecimiento erecto, que puede alcanzar alturas mayores a 4 metros; los tallos tienen un diámetro de 1.3 a 1.5 milímetros, son flexibles cuando tiernos y rígidos al madurar, con abundantes yemas basales. Tiene hojas lanceoladas y largas, con vellosidades suaves y no muy largas, de color verde claro cuando la planta es joven, y verde oscuro al madurar. La inflorescencia es una espiga, y produce semilla con 8 a 10 por ciento de germinación. Su sistema radical es profundo y rizomatoso, característica que lo hace tolerante a la sequía; su propagación común es mediante material vegetativo.

Esta especie prospera en diversos tipos de suelos, desde aquellos con alta fertilidad, hasta los de mediana o baja, siempre y cuando estos últimos sean abonados regularmente. Requiere de suelos profundos y bien drenados con pH neutro o ligeramente ácido. El manejo a que debe someterse este pasto es similar al del pasto Elefante o Taiwán, dada su similitud morfológica y productiva (Figura 26).



Figura 26. King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*), híbrido utilizado principalmente para corte.

### Caña japonesa (*Saccharum sinense* Roxb)

Gramínea perenne, originaria de Asia, perteneciente al mismo género de la caña de azúcar (*S. officinarum*), de la cual se diferencia porque la primera posee hojas más angostas y tallos más delgados. Los tallos presentan entrenudos fusiformes y largos, con nudos abultados y alargados; el color de los tallos varía de verde a bronceado, y las hojas son largas y colgantes de 5 centímetros de ancho. Se reproduce mediante material vegetativo, el cual se establece en suelos de mediana a baja fertilidad (Figura 27).



**Figura 27.** La caña japonesa (*S. sinense*), es un zacate de corte que se utiliza en algunas regiones del trópico mexicano.

Es tolerante a la sequía, lo que permite su aprovechamiento cuando escasea el forraje de otras especies. Posee alto contenido de carbohidratos, tiene buena palatabilidad, y su desarrollo es más lento que el pasto Elefante, aunque similar a otras cañas de corte. Se debe cosechar siguiendo el criterio de altura máxima al corte de 1.8 metros, promoviendo un balance entre rendimiento de forraje y calidad del mismo. Al igual que otras cañas de corte, presenta problemas con mosca pinta, que pueden ser severos; las labores de cultivo son esenciales para evitar daños graves, sin necesidad de aplicación de plaguicidas que eleven los costos de producción. El uso de caña japonesa fresca es una forma estratégica para disponer de forraje en pie durante la época de sequía.

## Gramíneas para tierras inundables

En este grupo de pastos se incluyen aquellos que toleran excesos de humedad en el terreno por períodos prolongados, sin verse afectados. En el trópico mexicano existe una superficie considerable de suelos con esta característica, que los hace un excelente recurso para explotarlos y utilizarlos en la época de estiaje, y en algunos casos, cuando se les da un manejo apropiado, durante todo el año.

### Pará, Paral o Egipto [*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf]

Sinónimos: *Urochloa mutica* (Forsk.) T. Q. Nguyen; *Panicum barbinode* Trin. *Panicum muticum* Forsk.; *Panicum purpurascens* Raddi.

Es una gramínea perenne de crecimiento rastrero, introducida a la región tropical de México en el siglo XIX, procedente de África. Presenta una gran cantidad de estolones que pueden llegar a medir de 3 a 4.5 metros de longitud, y enraízan y ramifican fuertemente en todos sus nudos. Sus hojas son velludas, de 30 centímetros de longitud por 8 a 20 milímetros de ancho; sus tallos son erectos y puede alcanzar alturas de 1 a 2 metros (Figura 28).



**Figura 28. Pará, Paral o Egipto (*B. mutica*), pasto típico de áreas inundables, introducido a México hace más de cien años.**

Su sistema radical es fibroso, pero superficial; al morir, las raíces viejas forman un colchón de materia orgánica. Produce escasa cantidad de semilla de baja viabilidad, por lo que su multiplicación en México se realiza con material vegetativo.

Una de las características más importantes del pasto Pará, es su adaptación a suelos con exceso de humedad o inundación prolongada, como en las riberas de los ríos. Se ha observado que puede sobrevivir hasta por seis meses en lagunas temporales de zonas tropicales, y producir forraje con el sistema radical bajo inundación, y en las orillas de canales y arroyos. Se considera un forraje de alto valor nutritivo, muy apropiado para la

producción de leche, pero no soporta carga animal alta; se emplea en muchos lugares durante la época seca del año con rendimientos óptimos.

### **Alemán [*Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchcok]**

Sinónimos: *Echinochloa spectabilis* (Nees ex Trin.) Link.; *Panicum spectabile* Nees ex Trin.; *Psuedechinolaena polystachya* (H. B. K.) Stapf; *Iplismenus polystachyus* Kunth.

Esta especie se considera originaria de América, y se encuentra ampliamente distribuida desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Argentina. Es una planta perenne de crecimiento amacollado, rápido y vigoroso. Sus tallos miden de 1 a 2.5 metros de altura, y son más gruesos en la parte inferior; sus hojas tienen de 20 a 60 centímetros de largo por 1 a 2.5 centímetros de ancho. Su sistema radical es profundo y produce abundantes rizomas que originan capas gruesas y compactas de materia orgánica, que dan lugar a un piso firme en los pantanos y esteros (Figura 29).

Este pasto produce poca semilla fértil, por lo que se propaga con los tallos y rizomas, que se establecen de manera exitosa. Crece en suelos con exceso de humedad, y tiene su desarrollo óptimo en producción de forraje en suelos que mantienen una lámina de agua constante; es más tolerante a inundaciones permanentes que el pasto Pará, ya que soporta esta condición por períodos mayores de seis meses. Durante los meses de octubre a febrero, su recuperación después de ser defoliada es lenta, ya que en estos meses presenta su floración en la mayor parte de la región del Golfo de México. Se considera una especie de buen valor nutritivo, y hay estudios que la señalan como una especie altamente resistente a la salinidad del suelo.



Figura 29. Alemán (*E. polystachya*), especie natural de México y Centroamérica, utilizada ampliamente en terrenos pantanosos.

### Bigalta [*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf and Hubbard]

Sinónimos: *Hemarthria fasciculata* (Lam.) Kunth.; *Hemarthria compressa* (L. f.) R. Br. subsp. *altissima* (Poir.) Maire; *Manisuris altissima* (Poir.) Hitchc.; *Rottboellia altissima* Poir.

Planta perenne, originaria de Sudáfrica, de crecimiento estolonífero, que enraíza y cubre el suelo donde crece y alcanza alturas de 80 centímetros. Sus hojas miden 20 centímetros de largo por 6 milímetros de ancho (Figura 30).



**Figura 30. Bigalta (*H. altissima*), especie de alto valor forrajero, potencial para suelos con inundaciones intermitentes.**

La inflorescencia es una espiga cilíndrica de 6 a 10 centímetros de longitud, cuya semilla presenta baja germinación, por lo que su establecimiento es con material vegetativo. Prospera en diferentes tipos de suelos, aunque prefiere los fértiles, donde tiene su mejor desarrollo. Esta especie es tolerante a inundaciones intermitentes y a condiciones de baja temperatura. Una de sus principales características es disminuir lentamente su digestibilidad conforme aumenta la edad de la planta.

Se le considera una especie de alto valor nutritivo, además de que el animal consume toda la planta, ya que sus tallos son bastantes suculentos. Es lenta para establecerse, pero después de esta fase se recupera rápidamente tras ser cortada. En los Estados Unidos de América se explotan cuatro variedades: Bigalta, Greenalta, Redalta y Floralta, las cuales

también fueron evaluadas en diferentes regiones del sureste de México, siendo Bigalta la de mejores atributos y mejor adaptación a nuestras condiciones. Este pasto tiene la peculiaridad de que para controlar la maleza, no deben emplearse los herbicidas que comúnmente se usan (como el 2,4-D), ya que puede afectar severamente el crecimiento de la planta y provocarle la muerte. Existen algunos ecotipos de esta especie resistentes a suelos de salinidad intermedia.

### Chetumal [*Brachiaria humidicola* (Rendle) Sch.]

Sinónimos: *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga; *Panicum humidicola* Rendle.

Es una planta originaria del este y sureste de África, perenne, rastrera, fuertemente estolonífera, que crece a una altura hasta de 100 centímetros y forma una cobertura densa, impidiendo la proliferación de maleza. Posee hojas glabras de color verde intenso de 8 a 16 centímetros de longitud y de 0.5 a 1.6 centímetros de ancho. Produce estolones de color ligeramente púrpura, que colonizan áreas adyacentes, eliminando de esta manera a otras especies; sus tallos son erectos, de color verde claro (Figura 31).

La inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos, de 2 a 5 centímetros de longitud, que produce semilla fértil, aunque con alto grado de latencia; sin embargo, es posible superar este problema mediante la utilización de material vegetativo para su multiplicación. Este pasto puede establecerse tanto en suelos fértiles, como en suelos ácidos y de baja fertilidad; prefiere terrenos con buen drenaje y prospera también en aquellos que sufren inundaciones periódicas (“aguachinosos”), característica que lo ha hecho popular y apreciado por los ganaderos.

La rusticidad y agresividad de esta especie ha propiciado su rápida expansión en la región tropical de México. De los cultivares comerciales del género *Brachiaria* que se explotan

actualmente en el país, Chetumal es el más resistente a condiciones adversas, especialmente a la sequía. Este cultivar soporta una fuerte carga animal, y se puede considerar un sustituto de Estrella de África para suelos pobres, pero con atributos superiores; se considera tolerante al ataque de la mosca pinta, y el gusano falso medidor no la prefiere.



Figura 31. Chetumal (*B. humidicola*), pasto ideal para suelos “aguachinosos” o con exceso de humedad intermitente, aunque también se establece en las partes altas.

### Alicia (*Cynodon dactylon* L.)

La especie *C. dactylon* es originaria de Turquía y Pakistán, pero el pasto Alicia proviene de un grupo de híbridos obtenidos en Georgia, Estados Unidos de América. Es una planta perenne de hábito estolonífero que produce rizomas; es de porte bajo, de 30 a 40 centímetros de altura; las hojas son de color verde oscuro de 3 a 12 centímetros de longitud y 2 a 4 milímetros de ancho, y su propagación es principalmente por partes vegetativas (Figura 32).



Figura 32. Alicia (*C. dactylon*), la principal cualidad de este pasto es que soporta condiciones prolongadas de inmersión bajo el agua, sin llegar a perderse.

Se adapta a una amplia variación de suelos, desde aquellos con buen drenaje hasta los inundables, de preferencia de textura arcillosa. Su principal atributo es que puede soportar condiciones de inmersión en agua hasta por dos meses sin morir; su producción de forraje y valor nutritivo se consideran intermedios. Este pasto no es muy palatable para el

ganado, pero es sumamente agresivo y persistente, e incluso puede desplazar a otros pastos menos agresivos. Es apropiado para sembrar en terrenos adyacentes a arroyos, o lugares en donde el agua sube de nivel rápidamente.

### Pojuca (*Paspalum atratum* Swallen)

Sinónimos: *Paspalum plicatulum* var. *robustum* Hack.; *Paspalum* sp. aff. *P. plicatulum*.

Es una especie nativa de Brasil, Paraguay y Bolivia, cuya distribución posiblemente llegue hasta México. Tiene una altura de planta de 1 metro sin inflorescencia y puede llegar a 2 metros con inflorescencia. Tolera bien condiciones de sombra y niveles alternos de sequía e inundación, aunque no crece bajo inundación permanente. Se adapta a suelos que reciben precipitaciones superiores a 1,000 milímetros anuales, y resiste menos la sequía que *B. decumbens* y *B. brizantha*. Florece en el mes de octubre, y produce abundante cantidad de semilla viable después del segundo año de establecida (Figura 33).

La semilla madura cuatro semanas después de la emergencia de la panícula, presenta latencia y requiere de tres a cuatro meses de almacenamiento para alcanzar su maduración; la remoción de la lema y palea incrementan hasta 100 por ciento la germinación. El rendimiento de semilla pura es de 100 kilogramos por hectárea, con un potencial de hasta 250 kilogramos por hectárea. La digestibilidad de la materia seca *in vitro* varía de 50 a 68 por ciento, lo que depende de la edad del rebrote, y su contenido de proteína cruda puede ser de 11 por ciento en estadíos jóvenes. Se siembra en áreas no inundadas, y resiste inundaciones menores de dos semanas, después de tres semanas de la emergencia de las plántulas. El forraje se lignifica marcadamente cuando envejece, responde bien a condiciones de fertilización nitrogenada, y no hay plagas reportadas que reduzcan su potencial productivo. Esta especie de buena apetencia para el ganado es un nuevo recurso forrajero para zonas bajas inundables. En 1995 fue liberado por la

Universidad de Florida como el cultivar Suerte, y en otros países fueron desarrollados los cultivares Ubon (Tailandia), Pojuca (Brasil), HiGane (Australia) y Camba FCA (Argentina).



Figura 33. Pojuca (*P. atratum*), pasto de reciente introducción al país, tolerante a suelos inundables.

## Leguminosas

El empleo de leguminosas forrajeras por los ganaderos de la región tropical de México, es una práctica que permite mejorar la calidad nutricional del forraje, las ganancias de peso y producción de leche de los bovinos, así como la fertilidad del suelo al aportar nitrógeno atmosférico. A continuación se describen algunas leguminosas que ofrecen mejores posibilidades para usarse en el trópico de México.

### Tehuana, campanita, o conchita azul (*Clitoria ternatea* L.)

Sinónimos: *Clitoria albiflora* Mattei; *Clitoria bracteata* Poir.; *Clitoria mearnsii* De Wild.; *Clitoria tanganicensis* Micheli; *Clitoria zanzibarensis* Vatke

Esta leguminosa es originaria de África, Madagascar, Arabia, China, Malasia, América Central y del Sur, y se considera un valioso recurso forrajero para el trópico seco. Es una planta perenne de crecimiento erecto, de tallos finos que pueden enredarse en las ramas de arbustos o tallos de plantas erectas; de esta forma pueden alcanzar de 0.5 a 3 metros de longitud. Las hojas son pinnadas con cinco a siete folíolos, de forma elíptica-lanceolada de 3 a 5 centímetros de longitud y escasamente pubescentes en la cara inferior. Las flores son simples o en pares, de color azul intenso o blancas, de 4 a 5 centímetros de longitud. Las vainas son lineales, infladas de 6 a 12 centímetros de largo y de 0.7 a 1.2 centímetros de ancho, con escasa pubescencia; cada vaina contiene más de 10 semillas de color negro, moteadas, de 4.5 a 7 milímetros de longitud y de 3 a 4 milímetros de ancho (Figura 34).

Contrariamente a lo que normalmente ocurre con las semillas de leguminosas, en esta especie, la semilla recién cosechada tiene bajo porcentaje de germinación (0 a 5 por ciento), pero se incrementa con el tiempo de almacenamiento, o bien mediante

escarificación. Esta leguminosa produce abundante cantidad de semilla prácticamente todo el año.

Puede establecerse en suelos arcillosos y arcillo-arenosos, y no debe establecerse en suelos arenosos de baja fertilidad. Esta especie puede resistir inundaciones de corta duración. Se recomienda sembrarla en surcos para manejo de corte y para pastoreo; se sugiere asociarla con gramíneas de crecimiento amacollado, y leguminosas de crecimiento arbustivo o arbóreo, lo que incrementaría el rendimiento, persistencia y producción de la pradera mediante un buen control del pastoreo.



Figura 34. Tehuana, campanita, o conchita azul (*C. ternatea*), excelente leguminosa para pastoreo y corte en verde o henificada.

## Kudzú [*Pueraria phaseoloides* (Roxburgh) Bentham]

Sinónimos: *Dolichos phaseoloides* Roxb.; *Neustanthus javanicus* Benth.; *Pueraria javanica* (Benth.) Benth.

Originaria del sureste asiático, es una planta perenne de crecimiento postrado o enredadera. Produce fuertes estolones que pueden llegar a medir más de 10 metros de longitud; sus nudos y entrenudos forman raíces abundantes cuando se encuentran en contacto con el suelo húmedo.

La planta forma una cubierta densa de más de 1 metro de altura, y las raíces pueden penetrar en el suelo hasta 1.5 metros de profundidad a los dos años de establecida. Sus tallos son de color café, y están cubiertos por abundante pubescencia. Produce hojas trifoliadas, de forma triangular a ovaladas, con folíolos largos de 5 a 12 centímetros de longitud y 10 centímetros de ancho, pubescentes en la cara superior y de color verde grisáceo, en la cara inferior. Sus flores son de color púrpura, nacen en pares, se distribuyen en racimos axilares de 15 a 20 centímetros de longitud, y son autofertilizadas (Figura 35).

Las vainas son rectas a ligeramente curvas, lineales y cilíndricas de 7 a 9 centímetros de longitud y de 3 a 5 milímetros de ancho, provistas de pequeñas pilosidades; su color es negro cuando maduran y contienen de 10 a 20 semillas de color café oscuro.

Los suelos más aptos para su desarrollo son de textura arcillosa, ya que en los arenosos su crecimiento es bajo; tolera suelos ácidos con pH de 4 a 5, y soporta condiciones ligeras de exceso de humedad, pero no tolera la salinidad.

En México se han obtenido buenos rendimientos de forraje con esta especie, además de ser persistente en condiciones de pastoreo, sin embargo, no subsiste a una carga animal

de más de dos cabezas por hectárea. Se puede asociar con varios pastos, especialmente con los de hábito erecto.



Figura 35. Kudzú (*P. phaseoloides*), leguminosa forrajera ideal para asociarse con pastos de crecimiento erecto, también utilizada como banco de proteína.

**Guaje o huaxín [*Leucaena leucocephala* (Lamarck) De Wit.]**

Sinónimos: *Acacia leucocephala* (Lam.) Link.; *Leucaena glauca* Benth.; *Mimosa glauca* sensu L.; *Mimosa leucocephala* Lam.

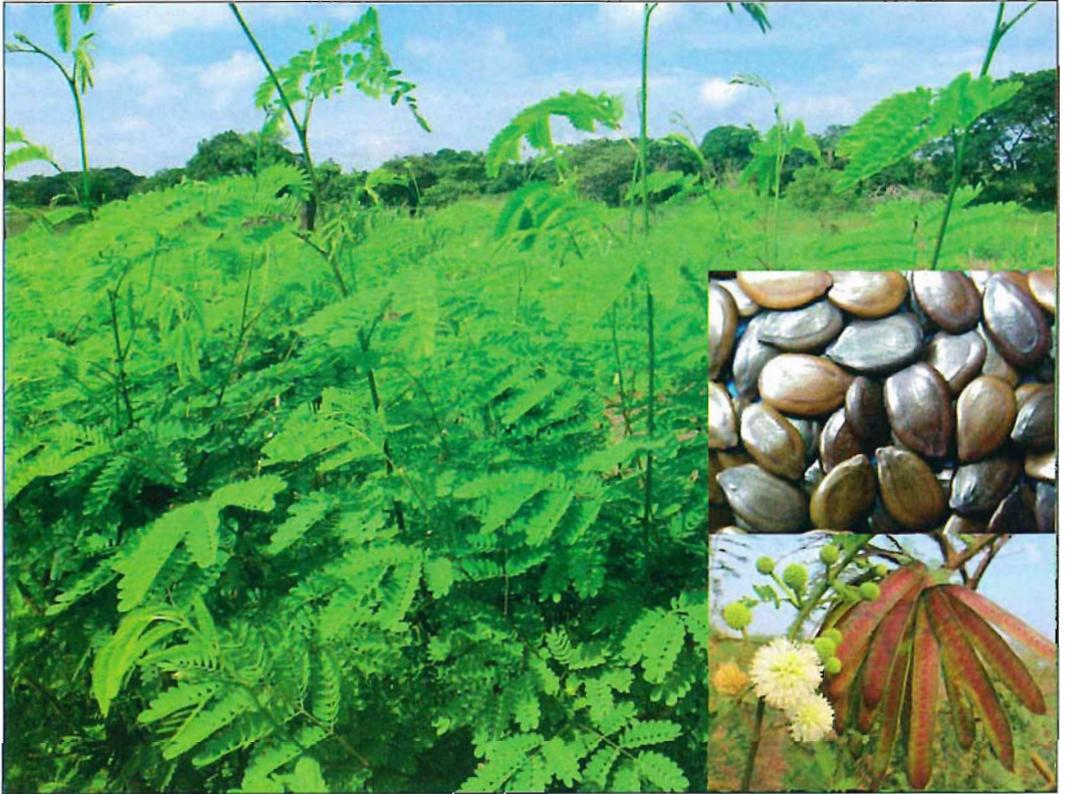
Esta leguminosa arbustiva o arbórea es nativa de México y América Central, y llega a crecer más de 20 metros de altura en forma silvestre. Sus hojas son bipinnadas, de 15 a 20 centímetros de longitud, y están compuestas por 10 a 15 pares de folíolos (pequeñas hojas) de 7 a 15 milímetros de largo por 3 a 4 milímetros de ancho. Produce flores globosas de color blanco, que originan un racimo de vainas aplanadas de 12 a 18 centímetros de largo por 1.5 a 2 centímetros de ancho; cada vaina tiene de 15 a 30 semillas de color café, cuando maduran (Figura 36).

Las semillas tienen una cubierta dura e impermeable, que impide una germinación uniforme, por lo que debe escarificarse para aumentar su germinación. Los suelos donde se desarrolla mejor son los neutros o alcalinos con pH de 6 a 7.7, de textura arcillosa hasta arenosa. No es recomendable sembrarla en suelos ácidos con pH menor a 5.5, ya que su desarrollo es raquítico; además, esta planta no tolera inundaciones.

Entre los cultivares más importantes destacan: Peruana, Campechana, Cunningham, K8, K28, K500, Cubana, Tarramba y Común. A la fecha no se han encontrado diferencias significativas en rendimiento de forraje entre variedades.

Esta leguminosa es una de las de mayor persistencia bajo condiciones de pastoreo, y en condiciones de trópico seco se han logrado producciones satisfactorias de carne durante la época seca, que es cuando el ganado generalmente pierde peso. Tiene un alto potencial forrajero, y una vez establecida no requiere de manejos complicados en los sistemas de pastoreo; en México hay reportes de praderas con más de 15 años de establecidas y en producción. Esta especie se encuentra como pradera natural en varias localidades de la

península de Yucatán, Chiapas y Oaxaca, aunque en algunos casos pueden estar presentes otras especies semejantes, las cuales también son aprovechadas por animales mediante pastoreo o ramoneo.



**Figura 36.** Guaje o huaxín (*L. leucocephala*), especie arbustiva nativa de México, con alto potencial para mejorar la producción animal.

Su contenido proteico (mayor de 20 por ciento) y digestibilidad son buenas a lo largo del año. Se ha reportado la presencia del alcaloide mimosina, por lo que el forraje puede ser tóxico para rumiantes cuando se consume exclusivamente por varios días; los síntomas que pueden presentar los animales son: pelagra y muerte en casos severos; sin embargo,

éstos no se han registrado en México. El consumo de guaje debe evitarse por equinos y monogástricos bajo pastoreo.

### Centro (*Centrosema pubescens* Benth.)

Sinónimos: *Centrosema schiedeanum* (ined.)

Originaria de México y América del Sur, se encuentra en forma natural en potreros, orilla de ríos, carreteras y caminos. Es una planta perenne, de crecimiento rastrero, con tallos delgados y pubescentes, y capacidad para enredarse en plantas y cercas. Sus hojas son trifoliadas, de forma oblonga a oval, con un pico en la punta terminal de la vaina. Las vainas son dehiscentes al madurar y tienen más de 20 semillas de color café-rojizo, veteadas con pequeñas manchas negras, de 4 a 5 milímetros de largo por 3 milímetros de ancho y 2 milímetros de grosor. Se establece en suelos de mediana a alta fertilidad, con buen drenaje. Otras especies promisorias de este género son *C. brasilianum* (Figura 37) y *C. macrocarpum*, plantas de crecimiento agresivo y excelentes al asociarse con pastos de corte, leguminosas arbustivas y pastos amacollados.

La asociación de *C. pubescens* con *L. leucocephala* en praderas de pasto Estrella de África, incrementa la sobrevivencia de la leguminosa rastrera en condiciones de pastoreo, la cual también se puede emplear como bancos de proteína. Su establecimiento es por semilla, la cual generalmente es de buena calidad, y se le considera tolerante a sequía y sombra. Para asegurar una persistencia mayor de la leguminosa, no se deben usar altas intensidades de carga animal.



Figura 37. Centro (*C. brasilianum*) especie promisorio para el trópico de México.

Soya perenne [*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey] antes: *Glycine wightii* (Wight and Arnott) J. A. Lackey]

Sinónimos: *Glycine javanica* auct.; *Glycine javanica* L. var. *paniculata* Hauman; *Glycine albidiflora* De Wild.; *Glycine claessensii* De Wild.; *Glycine longicauda* Schweinf.; *Glycine mearnsii* De Wild.; *Glycine micrantha* A. Rich.; *Glycine moniliformis* A. Rich.; *Glycine petitiata* Hermann.

Es una leguminosa herbácea de crecimiento rastrero, procumbente y de enredadera, originaria de África tropical y subtropical, Arabia e India. Las hojas son glabras y en

ocasiones presentan pilosidad en ambas caras, miden de 1.5 a 15 centímetros de largo por 1 a 12 centímetros de ancho, y son de forma ovalada a elíptica; los folíolos laterales algunas veces son de forma oblicua o lobada. Sus tallos son pubescentes, bien ramificados, con capacidad de enraizamiento en los nudos, formando una gran cantidad de raíces con nódulos pequeños. Cuando los tallos encuentran algún soporte, se enredan y pueden medir de 0.6 a 4.5 metros de longitud.

Su inflorescencia es un racimo de 20 a 150 flores pequeñas, de color blanco a violáceas que miden de 4.5 a 11 milímetros de largo. Las vainas son rectas a ligeramente curvadas en la punta, miden de 1.5 a 3.5 centímetros de largo por 2.5 a 5 milímetros de ancho, y pueden tener de escasa a abundante pubescencia; las vainas contienen de tres a ocho semillas de 2 a 4 milímetros de longitud, y varían en tamaño, forma y color, dependiendo de la variedad (Figura 38).

Requiere de suelos fértiles, bien drenados con pH entre 6.5 y 7; prefiere más los suelos pesados que los ligeros, y puede tolerar condiciones de encharcamiento por períodos cortos. No tolera suelos ácidos, ni con concentraciones elevadas de aluminio y manganeso, aunque puede tolerar aquellos con salinidad moderada. Los cultivares Tinaroo, Cooper y Clarence fueron liberados en Australia, y Tropic Verde fue liberado en Hawaii. Los cultivares varían en su capacidad estolonífera, resistencia a sequía y bajas temperaturas.



Figura 38. Soya perenne (*N. wightii*), especie forrajera que puede asociarse con gramíneas de crecimiento rastrero, ó utilizada como cobertera.

### Cacahuatillo o cacahuate forrajero (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory)

Originario de América del Sur, es una planta herbácea, perenne, de crecimiento rastrero y estolonífero que cubre totalmente el suelo donde se establece; alcanza alturas de 15 a 25 centímetros cuando se encuentra en monocultivo y 40 centímetros cuando tiene competencia por sombreo con otras plantas. Sus hojas son alternas, compuestas, con cuatro folíolos aovados, de color verde claro a oscuro. El tallo es ramificado, circular, ligeramente aplanado, con entrenudos cortos y estolones que pueden alcanzar una longitud de 1.5 metros. Su raíz es pivotante y crece hasta 30 centímetros de profundidad.

La floración es indeterminada y continua, con escasa producción de flores en el invierno. Las inflorescencias son axilares en espigas, con un tubo calcinal (hipanto) de color rojizo, pubescente y fistulado que sostiene el perianto y los estambres. Las flores son de color amarillo, y después de la fecundación se marchitan sin caerse del carpóforo que se entierra en el suelo, produciendo una vaina clasificada como cápsula indehiscente, que contiene normalmente una semilla, a veces dos, y rara vez, tres (Figura 39).

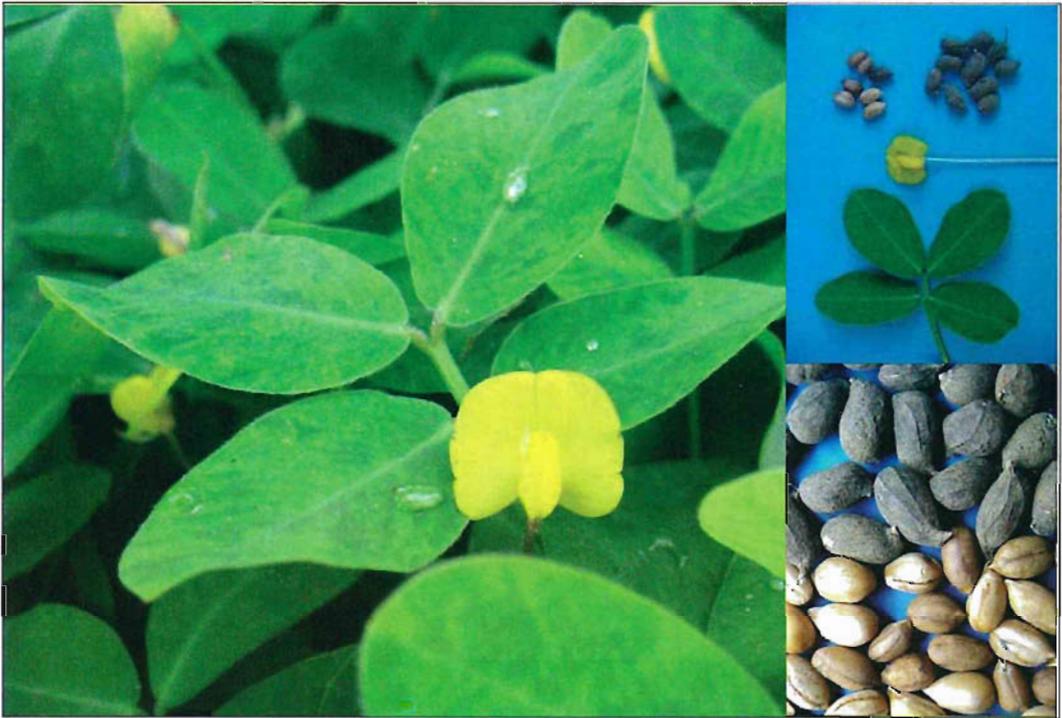


Figura 39. Cacaquatillo o cacauate forrajero (*A. pinto*), leguminosa de reciente introducción al trópico mexicano.

Su mejor adaptación se obtiene en suelos de mediana fertilidad; tolera suelos ácidos con alta saturación de aluminio, aunque su mejor desarrollo y producción se obtiene en suelos de textura franca hasta arcillosa, con contenidos de materia orgánica superiores al 3 por ciento y pH mayor a 5. Puede establecerse con semilla o material vegetativo (estolón), el

cual tiene un alto porcentaje de prendimiento. Esta leguminosa forrajera es altamente apreciada para el control de erosión, y también se utiliza en jardines y como cobertera en café, cítricos, palma africana y otras plantaciones, ya que alcanza coberturas del 100 por ciento del suelo. Puede llegar a producir más de 300 estolones por metro cuadrado, sin llegar a convertirse en problema; requiere un manejo sencillo y similar a las gramíneas cespitosas.

Para lograr su más alta producción, requiere precipitaciones mayores a 1,500 milímetros anuales y temporadas secas menores a tres meses. Se asocia bien con gramíneas decumbentes (Estrella de África y Chetumal) o erectas (Guinea, Elefante o Taiwán). Debido a que es una especie muy tolerante al sombreado, también se puede asociar con arbustos forrajeros como cocuite, tulipán y guácimo.

Persiste al pastoreo, y debido a su hábito de crecimiento rastrero, presenta una gran habilidad para enraizar en los estolones, además de la reserva de semilla que se almacena en el suelo. Esta es una leguminosa lenta en su establecimiento, pero a medida que transcurre el tiempo incrementa su población, lo que le permite un alto grado de persistencia. A México se han introducido diversas accesiones, y a la fecha, los materiales que presentan mejor adaptación y atributos de planta forrajera son CIAT 18744 y CIAT 17434, liberados como Porvenir y Amarillo, respectivamente. Este último se colectó cerca de la ciudad Belmonte, en el estado brasileño de Bahía, y se liberó en Australia, Colombia, Costa Rica y Honduras.

**Cocuite, cocoite, madre de cacao (*Gliricidia sepium* Kunth ex Walpers)**

Sinónimo: *Robinia sepium* Jacq.

Es una leguminosa arbórea, nativa de las zonas bajas del Pacífico de México y América Central. Sus hojas son compuestas, imparipinnadas, alternas y deciduas, con siete a 17 hojuelas, ovadas a elípticas de 3 a 7 centímetros de largo, opuestas en el raquis y de color gris claro en el envés. Las flores son cigomorfas en forma de guisantes de 2 a 2.5 centímetros de largo, con tallos delgados, en racimos densos de 5 a 10 centímetros de largo; los pétalos son de color rosado blanquizco o matizados de púrpura (Figura 40).



Figura 40. Cocuite, cocoite, madre de cacao (*G. sepium*), especie arbustiva nativa de México, de buen valor nutritivo y muy utilizada como cerco vivo.

En las regiones secas, el árbol pierde completamente las hojas cuando florece. Produce una vaina dehiscente, aplanada, de color verde amarillento u oscuro al madurar, de 10 a 15 centímetros de largo por 1.2 a 2 centímetros de ancho, que contiene de tres a 10 semillas planas y elípticas de color café oscuro cuando maduran, con un 90 por ciento de germinación.

El árbol es de porte medio, mide de 10 a 15 metros de altura, y generalmente el diámetro de su tallo es menor a 40 centímetros; su forma es variable, desde recta hasta muy ramificada, según la procedencia. Cuando nace de semilla, su sistema radical es profundo, con raíz pivotante, mientras que cuando se propaga por estacas sus raíces son superficiales. Se establece en altitudes medias (menor a 600 metros sobre el nivel del mar) en hábitats secos y húmedos y en clima seco y caliente, donde es frecuente encontrarlo en poblaciones puras. Esta leguminosa se puede emplear asociada con pastos, o bien en cultivos puros, como bancos de proteína; en cualquiera de las dos modalidades se puede sembrar de manera conjunta con *A. pintoí*.

### **Cratylia [*Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze]**

Sinónimos: *Cratylia floribunda* Benth.; *Dioclea argentea* Desv.

*Cratylia* es una leguminosa arbustiva nativa de Brasil, de amplia adaptación a las zonas tropicales con sequías hasta de seis meses. Es un arbusto que alcanza 3 metros de altura, que puede convertirse en lianas volubles cuando se encuentra asociada. Esta planta ramifica desde la base del tallo, y se han encontrado hasta 11 ramas en plantas que tienen entre 1.5 y 3 metros de altura. Las hojas son de color plateado. Produce flores en racimos, con pétalos de color lila. El fruto es una vaina que contiene de cuatro a ocho semillas (Figura 41).

A los tres meses de rebrote tiene 24 por ciento de proteína cruda y 48 por ciento de digestibilidad *in vitro*, similares a los del cocuite y leucaena. Se adapta a suelos bien drenados, sin problemas de encharcamiento. La siembra se puede realizar con semilla en forma directa en suelos preparados convencionalmente, y también puede trasplantarse con plantas desarrolladas en bolsas de vivero. *Cratylia* es una leguminosa cuya producción de forraje depende de la densidad de población y frecuencia de corte. En Isla, Veracruz, con densidades de 20,000 plantas por hectárea se han obtenido 11 toneladas de materia seca de forraje comestible por año, cuando se cosecha cada 120 días, (Enríquez *et al.*, 2003). Se puede utilizar bajo pastoreo, como banco de proteína, picada en fresco y ensilada (Argel *et al.*, 2001).



Figura 41. *Cratylia* (*C. argentea*), especie arbustiva con amplio potencial forrajero y tolerante a sequía.



## ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS

El objetivo del establecimiento de las praderas es contar con áreas para proveer el forraje necesario para la alimentación del ganado, y contribuir a elevar la productividad del sistema de producción animal, mediante la siembra de especies con mayor potencial de rendimiento, es decir, pasturas mejoradas. El establecimiento comprende varias etapas, desde la preparación del terreno, hasta que la pradera se encuentra lista para ser consumida por el animal, ya sea mediante corte o pastoreo.

El primer paso para establecer una pradera, es conocer las especies disponibles y las características de adaptación al suelo y clima de los diferentes pastos, ya que difieren en sus requerimientos a las condiciones naturales existentes en el trópico de México.

La selección del pasto a establecer, depende de las condiciones del rancho y el propósito de la explotación, por lo que se deben conocer perfectamente las características del suelo y clima para una buena elección. En los Cuadros 5 y 6 se presenta una guía para seleccionar la leguminosa o el pasto más idóneo a establecer en las explotaciones ganaderas, e información sobre los rangos de adaptación de las principales especies forrajeras recomendables para su explotación en el trópico de México.

Después de seleccionar la especie, para un buen establecimiento de la pradera, debe considerarse lo siguiente: el método de propagación de la especie, la preparación del terreno, la época, la densidad y profundidad de siembra y el método de siembra.

CUADRO 5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ADAPTACIÓN DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS MÁS UTILIZADAS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| ESPECIE                                   | NOMBRE COMÚN O CULTIVAR | ALTITUD MÁX. DE ADAPTACIÓN msnm | PRECIPITACIÓN MINIMA mm/año | SUELOS TOLERANCIA A |          |        |           | TOLERANCIA A |            |          |         |
|---|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|--------|-----------|--------------|------------|----------|---------|
|   |                         |                                 |                             | FERTILIDAD          | TEXTURA* | ACIDEZ | SALINIDAD | SEQUÍA       | INUNDACIÓN | SALIVAZO | SOMBREO |
| Gramíneas                                 |                         |                                 |                             |                     |          |        |           |              |            |          |         |
| <i>Hypanthenea rufo</i>                   | Jaragua                 | 1,800                           | 800                         | Alta-Media          | A-F      | Media  | Baja      | Media        | Baja       | Media    | Alta    |
| <i>Andropogon gayanus</i>                 | Llanero                 | 1,200                           | 400                         | Baja                | A-F      | Media  | Baja      | Media        | Baja       | Media    | Media   |
| <i>Bracharia brizantha</i>                | Insurgente              | 1,800                           | 1,000                       | Media-Baja          | A-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Baja       | Alta     | -       |
| <i>Bracharia decumbens</i>                | Chontalpo               | 1,800                           | 700                         | Media-Alta          | F        | Media  | Baja      | Media        | Baja       | Alta     | Media   |
| <i>Bracharia dictyoneura</i>              | Dictyoneura             | 1,100                           | 1,000                       | Media-Baja          | A-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Baja       | Baja     | Baja    |
| <i>Bracharia hibrido</i>                  | Mulato                  | 1,800                           | 700                         | Media-Baja          | A-F      | Alta   | Baja      | Alta         | Baja       | Media    | Media   |
| <i>Digitaria decumbens</i>                | Pangola                 | 1,200                           | 800                         | Media-Alta          | A-F      | Alta   | Baja      | Alta         | Baja       | Baja     | Baja    |
| <i>Cynodon plectostachyus</i>             | Pangola de África       | 2,000                           | 800                         | Alta-Media          | F-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Baja       | Media    | Alta    |
| <i>Cenchrus ciliaris</i>                  | Buffel                  | 2,000                           | 400                         | Alta-Media          | ARC      | Baja   | Alta      | Alta         | Alta       | Media    | Alta    |
| <i>Cynodon dactylon</i> x C. nlemfuensis  | Cruza 1                 | 2,000                           | 1,000                       | Media               | A-ARC-F  | Baja   | Alta      | Alta         | Baja       | Baja     | Media   |
| <i>Pennisetum purpureum</i>               | Elefante                | 2,000                           | 1,500                       | Alta-Media          | ARC-F    | Baja   | Alta      | Media        | Media      | Media    | Alta    |
| <i>P. purpureum</i> x <i>P. typhoides</i> | King grass              | 2,000                           | 1,000                       | Alta                | ARC-F    | Media  | Baja      | Alta         | Baja       | Alta     | Baja    |
| <i>Saccharum sinense</i>                  | Caña japonesa           | 1,200                           | 1,000                       | Alta                | A        | Media  | Baja      | Alta         | Baja       | Alta     | Baja    |
| <i>Echinochloa polystachya</i>            | Alemán                  | 800                             | 1,000                       | Media-Alta          | F        | Media  | Baja      | Alta         | Baja       | Alta     | Baja    |
| <i>Bracharia mutica</i>                   | Pará                    | 1,100                           | 1,000                       | Alta-Media          | ARC      | Media  | Media     | Baja         | Alta       | Media    | Baja    |
| <i>Bracharia humidicola</i>               | Chetumal                | 1,200                           | 1,000                       | Alta-Media          | A-F      | Media  | Baja      | Alta         | Alta       | Media    | Media   |
| <i>Hemarthria altissima</i>               | Bigalta                 | 1,600                           | 1,000                       | Alta-Media          | A-F-ARC  | Alta   | Media     | Alta         | Alta       | Alta     | Alta    |
| <i>Zea mays</i>                           | Maiz                    | 2,000                           | 800                         | Media-Baja          | ARC-F    | Media  | Baja      | Alta         | Baja       | Media    | -       |
| <i>Sorghum bicolor</i>                    | Sorgo                   | 2,000                           | 800                         | Alta-Media          | F-ARC    | Media  | Baja      | Alta         | Alta       | Baja     | Baja    |
| <i>Saccharum officinarum</i>              | Caña de azúcar          | 1,200                           | 1,000                       | Alta-Media          | F-ARC    | Media  | Baja      | Alta         | Alta       | Baja     | Baja    |
| Leguminosas                               |                         |                                 |                             |                     |          |        |           |              |            |          |         |
| <i>Pueraria phaseoloides</i>              | Kudzu                   | 1,000                           | 1,000                       | Media-Alta          | F        | Alta   | Baja      | Alta         | Media      | Alta     | Alta    |
| <i>Centrosema pubescens</i>               | Centro                  | 1,800                           | 1,000                       | Media-Baja          | A-F      | Media  | Baja      | Alta         | Alta       | Media    | Media   |
| <i>Clitoria ternatea</i>                  | Tehuana                 | 1,500                           | 800                         | Media-Alta          | ARC      | Baja   | Baja      | Baja         | Baja       | Baja     | Baja    |
| <i>Neonotonia wightii</i>                 | Soya perenne            | 2,000                           | 1,000                       | Media-Alta          | F-ARC    | Baja   | Baja      | Alta         | Media      | Media    | Media   |
| <i>Arachis pintoi</i>                     | Cacahuatillo            | 1,800                           | 1,000                       | Media-Baja          | F-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Media      | Media    | Alta    |
| <i>Leucaena leucocephala</i>              | Guaje                   | 1,600                           | 700                         | Media-Baja          | F-ARC    | Baja   | Baja      | Alta         | Alta       | Alta     | -       |
| <i>Gliciridia sepium</i>                  | Cocuite                 | 600                             | 650                         | Media-Baja          | F-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Alta       | Alta     | -       |
| <i>Cratylia argentea</i>                  | Cratylia                | 1,200                           | 1,000                       | Media-Baja          | A-ARC    | Alta   | Baja      | Alta         | Alta       | Baja     | -       |

\*A = Arenosa, F = Franca, ARC = Arcillosa. Fuente: Bogan (1977), Skerman (1977), Peralta et al. (1987), Peralta (1989), Pastrana et al. (1989).

## Métodos de propagación

Los principales medios de propagación de las especies forrajeras (Cuadro 6) son: semilla botánica (Figura 42) o material vegetativo; este último aprovechando las diferentes estructuras de la planta que puedan generar plantas individuales, entre las que se tienen: estolones (Figura 43), estacas (Figura 44) y cepas o rizomas (Figura 45).



Figura 42. Tipos de semilla para la propagación de especies forrajeras: gramíneas (arriba), leguminosas (abajo).

CUADRO 6. PRINCIPALES FORMAS DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS QUE SE SIEMBRAN EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| ESPECIE                                    | NOMBRE COMÚN O CULTIVAR | SEMILLA | ESTOLÓN | ESTACA | CEPA O RIZOMA |
|--|-------------------------|---------|---------|--------|---------------|
| <b>GRAMÍNEAS</b>                           |                         |         |         |        |               |
| <i>Megathyrsus maximus</i>                 | Privilegio              | X       |         |        | X             |
| <i>Hyparrhenia rufa</i>                    | Jaragua                 | X       |         |        | X             |
| <i>Andropogon gayanus</i>                  | Llanero                 | X       |         |        | X             |
| <i>Brachiaria brizantha</i>                | Insurgente              | X       |         |        | X             |
| <i>Brachiaria decumbens</i>                | Chontalpo               | X       | X       |        | X             |
| <i>Brachiaria dictyoneura</i>              | Isleño                  | X       | X       |        | X             |
| <i>Brachiaria</i> híbrido                  | Mulato                  | X       |         |        | X             |
| <i>Digitaria decumbens</i>                 | Pangola                 |         | X       |        | X             |
| <i>Cynodon plectostachyus</i>              | Estrella de África      |         | X       |        | X             |
| <i>Cenchrus ciliaris</i>                   | Buffel                  | X       | X       |        |               |
| <i>C. dactylon</i> x <i>C. nlemfuensis</i> | Cruza 1                 |         | X       |        |               |
| <i>Pennisetum purpureum</i>                | Elefante                |         |         | X      | X             |
| <i>P. purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>  | King grass              |         |         | X      | X             |
| <i>Saccharum sinense</i>                   | Caña japonesa           |         |         | X      | X             |
| <i>Echinochloa polystachya</i>             | Alemán                  |         |         | X      | X             |
| <i>Brachiaria mutica</i>                   | Pará                    |         | X       |        |               |
| <i>Brachiaria humidicola</i>               | Chetumal                | X       | X       |        |               |
| <i>Hemarthria altissima</i>                | Bigalta                 |         | X       |        | X             |
| <i>Cynodon dactylon</i>                    | Alicia                  |         | X       |        |               |
| <b>LEGUMINOSAS</b>                         |                         |         |         |        |               |
| <i>Pueraria phaseoloides</i>               | Kudzú                   | X       | Coronas |        |               |
| <i>Centrosema pubescens</i>                | Centro                  | X       |         |        |               |
| <i>Clitoria ternatea</i>                   | Tehuana                 | X       |         |        |               |
| <i>Leucaena leucocephala</i>               | Guaje                   | X       |         |        |               |
| <i>Neonotonia wightii</i>                  | Soya perenne            | X       |         |        |               |
| <i>Arachis pintoi</i>                      | Cacahuatillo            | X       | X       |        |               |
| <i>Gliricidia sepium</i>                   | Cocuite                 | X       |         | X      |               |
| <i>Cratylia argentea</i>                   | Cratylia                | X       |         |        |               |

Existen especies que pueden propagarse por ambos medios, y otras sólo en forma vegetativa, ya que no producen semilla viable; entre estas últimas están los pastos Estrella de África, Bigalta, Pará, Alemán y Pangola.



Figura 43. Propagación de pastos por estolón.



Figura 44. Propagación de pastos por estacas.

### Propagación por semilla

La mayoría de las gramíneas forrajeras tropicales (Tanzania, Mombaza, Jaragua, Buffel, Chontalpo, Insurgente, Chetumal, Llanero, Mulato, etc.), así como las leguminosas (kudzú, soya perenne, leucaena, etc.) se reproducen por semilla botánica, por lo que se requiere que la semilla para la siembra sea de calidad, característica basada en el porcentaje de pureza y germinación.

## Calidad de la semilla

La pureza es la cantidad en peso de la semilla con cariósipide o grano en una muestra, sin considerar las impurezas (partículas de tierra, hojas, tallos, maleza y otras); a su vez, la germinación se refiere a la capacidad de la semilla para generar una planta. Con esta información es relativamente fácil calcular la cantidad de semilla necesaria para la siembra con base en su valor cultural (porcentaje de semilla pura germinable).



Figura 45. Propagación de pastos por cepa o rizoma.

## Prueba de germinación o emergencia

Hasta el momento, en México no se han adoptado normas de calidad de la semilla comercial de especies forrajeras tropicales, lo que ha traído como consecuencia experiencias negativas al utilizarla; este problema se puede disminuir realizando pruebas de germinación o emergencia previa a la siembra de la semilla. La forma de realizar la prueba de germinación se describe a continuación:

1. Se seleccionan 100 semillas de cada costal, asegurándose que estén llenas, es decir que tengan cariósido, y de ser posible utilizar cuatro muestras (repeticiones).
2. La siembra se realiza en macetas, vasos de unicel o charolas germinadoras (Figura 46), utilizando como sustrato suelo, arena o una combinación de ambas, en una proporción de una parte de suelo por dos de arena.



Figura 46. Prueba de germinación en charolas.

3. Las semillas se cubren ligeramente y se riegan procurando mantener constante la humedad del suelo durante toda la prueba. Se deben de exponer a la luz del sol y proteger del daño por la lluvia.
4. Se realizan conteos semanales de las plántulas emergidas (tres a cuatro en total), las cuales se eliminan; al finalizar los conteos se suma el número de plántulas germinadas en cada conteo, y el resultado corresponde al porcentaje de emergencia, es decir, si se utilizaron 100 semillas y emergieron 70, el porcentaje de emergencia es de 70 por ciento.

### Valor cultural

Expresa el producto de la pureza por la germinación. Tomando en consideración lo anterior, se puede señalar que por cada kilogramo de semilla comprada sólo emerge aquella cuyo porcentaje exprese el valor cultural (VC) o porcentaje de semilla pura germinable, el cual se determina de la siguiente manera:

$$VC = \frac{\% \text{ de pureza} \times \% \text{ de germinación de la semilla}}{100}$$

Se deben tener presente los datos de porcentaje de pureza y de germinación que aparecen en la etiqueta de los sacos de semilla; en especial la información referente al porcentaje de germinación, ya que éste puede variar con el tiempo, debido a que la semilla es perecedera y la capacidad de emergencia disminuye conforme se incrementa el tiempo después de la cosecha; por lo tanto, es importante comprobar este dato para evitar fracasos en la siembra. De esta forma, si se indica un valor de pureza del 50 por ciento y el resultado de la prueba de germinación fue de 70 por ciento, el valor cultural de esa semilla será de 35%.

$$VC = \frac{50 \times 70}{100} = 35\%$$

Para calcular la cantidad de semilla necesaria, se debe tomar en cuenta un índice de 180, valor establecido como aceptable para las condiciones del trópico de México. Para calcular la semilla por hectárea se debe dividir el índice mencionado sobre el valor cultural de la semilla que se determinó previamente, por ejemplo:

$$\frac{180}{35} = 5.1 \text{ kg de semilla por hectárea}$$

Se requieren 5.1 kilogramos de semilla comercial por hectárea, que tenga una pureza de 50 por ciento, y 70 por ciento de germinación. A mayor valor cultural se requiere menos semilla por hectárea, y por el contrario, cuando se utiliza semilla con bajo valor cultural se requiere mayor cantidad de ésta por hectárea. Si por alguna razón no se realiza la prueba de germinación o emergencia, es útil tener como guía la cantidad de semilla que se presenta en el Cuadro 7, la cual depende de la especie y el método de siembra.

### Tratamiento de la semilla

La semilla comercial de gramíneas se encuentra lista para la siembra, y en la mayoría de los casos no requiere tratamiento adicional para aumentar su porcentaje de germinación. Sin embargo, las semillas de leguminosas normalmente presentan una cubierta dura e impermeable, la cual puede ocasionar retrasos en la germinación y una baja densidad de plantas al establecimiento. Para ablandar la cubierta existen varios métodos de escarificación, de los cuales, sólo se mencionan los más prácticos:

1. El método más sencillo consiste en remojar la semilla en agua común por un período de 12 a 24 horas, posteriormente se seca y queda lista para la siembra.
2. Otro método consiste en sumergir la semilla en agua caliente a 80°C, y mantenerla por 3 minutos, con lo cual sus cubiertas se ablandan; después de este tratamiento se puede sembrar inmediatamente, o bien después de secarla, se puede almacenar para su uso posterior.

## **Cuidados de la semilla**

### **Semilla de alta calidad**

Es importante comprar semilla con alto valor cultural para tener mayores posibilidades de éxito en el establecimiento de la pradera; la semilla de baja calidad aunque en ocasiones es más barata, puede ocasionar un establecimiento deficiente de la pradera, lo cual ocasiona pérdidas económicas.

### **Almacenamiento de la semilla**

La semilla de las gramíneas y algunas leguminosas (cacahuatillo, cocuite y cratylia) que se utilizan para establecer praderas, es perecedera, por lo que no es aconsejable almacenarla en condiciones ambientales del trópico por más de un año después de la cosecha o compra, ya que pierde su viabilidad y muere. Una vez que se compra la semilla para la siembra, ésta se puede almacenar por períodos cortos en lugares frescos y secos, sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo, y protegida de animales.

### **Propagación por material vegetativo**

Es una práctica común entre los ganaderos sembrar los zacates con guías, cepas o estacas, dada la baja disponibilidad de semilla, o bien cuando los pastos no producen semilla fértil. La mayoría de los pastos se pueden sembrar por este medio, sin embargo, en muchas ocasiones es más costoso que la siembra por semilla. En el Cuadro 6 se presentan las formas de propagación de las especies forrajeras que se utilizan comúnmente en el trópico mexicano.

## Edad del material vegetativo

Es importante considerar la edad del material vegetativo a sembrar, ya que si es muy tierno o muy viejo se pueden tener problemas para el establecimiento del pasto.

Para obtener un buen establecimiento, en general se debe emplear material vegetativo de dos a tres meses de rebrote, tiempo en el cual los estolones, nudos y estacas de la planta están en una etapa de madurez suficiente para alcanzar un mayor prendimiento.

## Preparación del terreno

Los suelos que se destinen para el establecimiento de praderas deben prepararse bien, para proporcionar una buena cama de siembra a la semilla. Las labores de labranza primaria (chapeo, barbecho, rastreo y surcado) tienen diferentes objetivos, pero la función principal de la preparación del terreno es eliminar la vegetación presente, inducida o nativa, antes de la siembra, y en forma secundaria, mejorar las condiciones físicas del suelo, para favorecer el establecimiento de la pradera (Figura 47).

La secuencia de labores mencionadas es una guía que puede ser útil en diversas condiciones, pero puede ajustarse en caso necesario. Es recomendable dejar pasar de ocho a 15 días entre labores, para permitir la emergencia de las malezas, y lograr el control de flujos de emergencia sucesivos de éstas mediante la labranza. La última labor recomendada debe realizarse de uno o dos días antes de la siembra.



Figura 47. La preparación adecuada del terreno es una actividad indispensable para un buen establecimiento de los pastos.

### Época, densidad y profundidad de siembra

**Fechas de siembra.** La época adecuada para la siembra de praderas es durante todo el período de lluvias, siendo más recomendable cuando el temporal esté bien establecido; se debe evitar la siembra durante el período de sequía interestival (que comprende la última semana de julio, todo el mes de agosto y las dos primeras semanas de septiembre).

Debe considerarse que exista suficiente humedad en el suelo para que la planta se establezca, lo cual ocurre de tres a cinco meses después de la siembra. Por ejemplo, en el sur del estado de Veracruz, es preferible sembrar a principios del período de lluvias y dejar de sembrar en el mes de octubre (Figura 48); sin embargo, en algunas regiones, las lluvias pueden prolongarse hasta el mes de febrero, por lo cual es posible sembrar, aunque la velocidad de establecimiento de estas especies será más lenta, debido a que después del

mes de octubre, disminuye la radiación solar y la temperatura, por lo que no se tienen condiciones óptimas para el crecimiento de las especies, aunque se disponga de humedad en el suelo.

Los meses de junio, julio, septiembre y la primera quincena de octubre, podrían considerarse como el período óptimo de siembra. Un segundo período sub-óptimo, comprende desde la segunda quincena de octubre hasta el mes de enero. Este último está condicionado a la presencia de lluvias en esos meses, lo cual varía en las diferentes regiones del sureste de México.

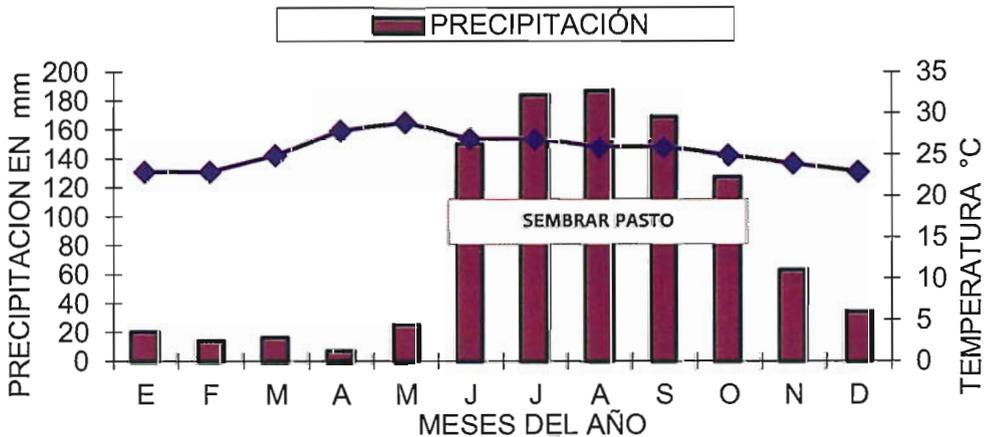


Figura 48. Condiciones climáticas apropiadas para la siembra de pastos en el municipio de Isla, Veracruz.

**Densidad de siembra.** Los pastos adecuados para la región tropical tienen diferentes medios de propagación, por lo que la cantidad de semilla a utilizar dependerá principalmente del sistema de siembra, el tipo de pasto y la calidad de la semilla o del material vegetativo. En el Cuadro 7 se presenta una guía sobre la cantidad de semilla o material vegetativo necesarios para el establecimiento de praderas.

CUADRO 7. CANTIDAD DE SEMILLA O MATERIAL VEGETATIVO NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| ESPECIE                                    | NOMBRE COMÚN O CULTIVAR | MATERIAL VEGETATIVO (kg/ha) |         |       | SEMILLA (kg/ha) |         |         |
|--|-------------------------|-----------------------------|---------|-------|-----------------|---------|---------|
|  |                         | ESPEQUE                     | SURCADO | VOLEO | ESPEQUE SURCADO | VOLEO   |         |
| <b>GRAMÍNEAS</b>                           |                         |                             |         |       |                 |         |         |
| <i>Megathyrus maximus</i>                  | Privilegio              |                             |         |       | 5 a 7           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Hyparrhenia rufa</i>                    | Jaragua                 |                             |         |       | 5 a 7           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Andropogon gayanus</i>                  | Llanero                 |                             |         |       | 8 a 10          | 10 a 12 | 12 a 15 |
| <i>Brachiaria brizantha</i>                | Insurgente              |                             |         |       | 4 a 5           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Brachiaria decumbens</i>                | Señal o Chontalpo       | 1,500                       |         |       | 4 a 5           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Brachiaria</i> híbrido                  | Mulato                  | 1,500                       | 1,500   |       | 4 a 5           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Brachiaria dictyoneura</i>              | Isleño                  | 1,500                       | 1,500   | 2,000 | 4 a 5           | 5 a 7   | 8 a 10  |
| <i>Digitaria decumbens</i>                 | Pangola                 | 1,000                       | 1,500   | 2,000 |                 |         |         |
| <i>Cynodon plectostachyus</i>              | Estrella de África      | 1,000                       | 1,500   | 2,000 |                 |         |         |
| <i>Cenchrus ciliaris</i>                   | Buffel                  |                             |         |       |                 | 6 a 8   | 10 a 12 |
| <i>C. dactylon</i> x <i>C. nlemfuensis</i> | Cruza 1                 | 1,000                       | 1,500   |       |                 |         |         |
| <i>Pennisetum purpureum</i>                | Elefante                | 1,000                       | 1,500   | -     |                 |         |         |
| <i>P. purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>  | King grass              | 1,000                       | 1,500   | -     |                 |         |         |
| <i>Saccharum sinense</i>                   | Caña japonesa           | 1,000                       | 1,500   | -     |                 |         |         |
| <i>Echinochloa polystachya</i>             | Alemán                  | 1,000                       | 1,500   | -     |                 |         |         |
| <i>Brachiaria mutica</i>                   | Pará                    | 1,000                       | 1,500   | 2,000 |                 |         |         |
| <i>Brachiaria humidicola</i>               | Chetumal                | 1,000                       | 1,500   | 2,000 |                 | 8 a 10  | 10 a 12 |
| <i>Hemarthria altissima</i>                | Bigalta                 | 1,000                       | 1,500   | -     |                 |         |         |
| <i>Cynodon dactylon</i>                    | Alicia                  | 1,000                       | 1,500   |       |                 |         |         |
| <b>LEGUMINOSAS</b>                         |                         |                             |         |       |                 |         |         |
| <i>Pueraria phaseoloides</i>               | Kudzú                   |                             |         |       |                 | 3 a 4   | 4 a 6   |
| <i>Centrosema pubescens</i>                | Centro                  |                             |         |       |                 | 3 a 4   | 4 a 6   |
| <i>Clitoria ternatea</i>                   | Tehuana                 |                             |         |       |                 | 3 a 4   | 4 a 6   |
| <i>Leucaena leucocephala</i>               | Guaje                   |                             |         |       |                 | 6 a 8   | 8 a 10  |
| <i>Neonotonia wightii</i>                  | Soya perenne            |                             |         |       |                 | 3 a 4   | 4 a 6   |
| <i>Arachis pintoii</i>                     | Cacahuatillo            | 600                         | 1,000   |       |                 | 8 a 10  |         |
| <i>Gliricidia sepium</i>                   | Cocuite                 | Variable                    |         |       | 3 a 4           | 4 a 6   |         |
| <i>Cratylia argentea</i>                   | Cratylia                |                             |         |       | 3 a 4           | 4 a 6   |         |

**Profundidad de siembra.** La semilla de leguminosas debe enterrarse de 2 a 4 centímetros, y la de gramíneas de 1 a 3 centímetros. Para lograr una mejor emergencia de las plántulas, las profundidades mayores deben ser para las semillas de mayor tamaño, y las semillas pequeñas deben ser cubiertas por una capa de suelo menor.

## Métodos de siembra

### Voleo

Consiste en esparcir en forma uniforme sobre el terreno preparado la semilla o el material vegetativo (estolones). Para evitar la deshidratación, los estolones (Figura 49) se incorporan mediante un paso superficial de rastra, inmediatamente después de distribuirlos (Figura 50).



Figura 49. Siembra de material vegetativo al voleo.



**Figura 50. Incorporación del material vegetativo mediante un paso ligero de la rastra.**

La siembra al voleo debe utilizarse cuando se disponga de buena humedad en el terreno; tiene la ventaja de ahorrar en mano de obra, pero se necesita mayor cantidad de material vegetativo por hectárea.

Si se utiliza semilla, ésta se puede distribuir en el terreno en forma manual o bien con el uso de voleadoras. Posteriormente, se pasan unas ramas por encima, con el propósito de cubrir ligeramente la semilla y mantenerla en contacto con el suelo, lo que además la protege, hasta cierto punto, de ser consumida por insectos y aves.

### **Surcado**

Consiste en marcar surcos o líneas separados de 60 a 90 centímetros, en cuyo fondo se deposita la semilla a chorrillo, o el material vegetativo de los pastos, el cual se cubre removiendo la tierra del lomo del surco, o bien se utiliza el pie para cubrir el material

vegetativo sembrado. Este método es recomendable cuando se dispone de poca semilla para la siembra, o cuando se tiene poca humedad en el terreno (Figura 51), aunque es necesaria una mayor cantidad de mano de obra por hectárea. Es más recomendable si se emplea semilla botánica, ya que se utiliza menor cantidad; además permite el uso de maquinaria para controlar maleza.



Figura 51. Siembra de material vegetativo en surcos.

### Espeque

Se utiliza para establecer praderas en suelos recién quemados, o en aquellos con fuertes pendientes que impiden el uso de maquinaria. Consiste en hacer un hoyo de 2 a 3 centímetros de profundidad con un espeque, en donde se deposita la semilla o material

vegetativo (Figura 52); para este último, es necesario tapar con tierra y compactar con el pie, mientras que para la semilla debe de hacerse un hoyo pequeño (para lo cual puede utilizarse un machete delgado), depositar la semilla y cubrirla muy ligeramente (de forma parecida al sistema que se emplea para la siembra manual de maíz).



**Figura 52. Siembra de material vegetativo con espeque.**

En especies de crecimiento erecto o especies rastreras muy agresivas como Estrella de África y Chetumal, los hoyos deben de realizarse a una distancia de 30 a 40 centímetros entre sí, y de 60 a 90 centímetros entre hileras. Debe tomarse en cuenta que a distancias menores se obtiene una mayor densidad de planta por hectárea, con lo que se logra un rápido establecimiento de la pradera, sin embargo, lo anterior incrementa los costos.

## Siembras mecanizadas

Hay varias alternativas para la siembra mecanizada de los pastos que se reproducen por semilla. Se pueden utilizar las voleadoras diseñadas para la fertilización de praderas grandes, y mezclar la semilla con el fertilizante fosfatado, con lo que se logra una mejor distribución.

También existen voleadoras manuales utilizadas para la fertilización de jardines residenciales, y que son muy populares entre los productores, ya que son eficientes para la siembra de pastos (Figura 53).



**Figura 53. Tipos de voleadoras manuales para siembras semi-mecanizadas.**

Las modalidades de su utilización varían desde la distribución de la semilla caminando, hasta la de subir a la persona que va a accionar la voleadora sobre la torrecilla porta

implementos o la cultivadora de ganchos del tractor, con lo que se aprovecha el aflojamiento ligero de la tierra (la rastra debe profundizar de 10 a 15 centímetros el suelo), con el fin de proporcionar una buena cama de siembra; adicionalmente se pueden amarrar unas ramas a la rastra para cubrir la semilla ligeramente con tierra. Cuando se utilizan estos métodos, es importante calibrar las voleadoras para distribuir la cantidad de semilla necesaria, de acuerdo con el tipo de voleadora y la especie de pasto utilizada.

## **Establecimiento de praderas con cultivos anuales intercalados**

El establecimiento de praderas con cultivos intercalados (maíz o sorgo), es una opción que permite al ganadero sembrar pastos, y tiene la ventaja de recuperar la inversión a corto plazo, a través de la producción de granos.

Este sistema de establecimiento presenta tanto ventajas como desventajas, las cuales se mencionan a continuación:

### **Ventajas**

1. El costo de establecimiento de las praderas es menor.
2. Existe una protección del cultivo hacia la semilla y plántulas de pasto.
3. Hay un aprovechamiento del fertilizante residual aplicado al maíz o sorgo.
4. Se logra un mejor aprovechamiento del suelo en tiempo y espacio.

### **Desventajas**

1. La inversión inicial para sembrar el cultivo y el pasto es mayor.
2. La siembra del pasto se condiciona a la fecha óptima del cultivo.

3. Se requiere mayor tiempo (dos a tres meses) para utilizar la pradera, en relación a la siembra del pasto solo.

Prácticamente, todas las especies de gramíneas forrajeras pueden establecerse bajo este sistema, sin embargo, deben considerarse los siguientes puntos:

1. Las especies de hábito erecto y porte alto (mayor de 120 centímetros) como Privilegio, Llanero y Taiwán, pueden presentar problemas para la cosecha del cultivo, si éste es de porte bajo.
2. Pueden establecerse especies cuya propagación sea vegetativa o por semilla botánica, aún cuando es más práctico y económico utilizar la segunda opción.

A la fecha se han intercalado y evaluado los cultivos de maíz (Figura 54) y sorgo, con los cuales se han obtenido buenos rendimientos de grano.

Es posible que existan otros cultivos como sandía, chile y frijol, que pudieran tener algún potencial bajo este sistema de establecimiento, pero aún es necesario evaluarlos y demostrar su factibilidad técnica y económica.



Figura 54. La siembra de pastos con cultivos intercalados como el maíz, permite abaratar el costo de establecimiento de la pradera.

### Modo de establecimiento de las praderas

El manejo agronómico de los cultivos es similar al que se realiza bajo condiciones de monocultivo. El maíz y el sorgo son altamente compatibles con los pastos, pues al ser gramíneas permiten el uso de los mismos herbicidas y plaguicidas; además, los pastos aprovechan el fertilizante residual aplicado a los cultivos.

## Variedades

Para los cultivos, se sugiere elegir los cultivares de maíz recomendados por el INIFAP, como los híbridos: H-520, H-518, H-513 y H-512, o las variedades VS-530, VS-536 y VS-531, o bien los genotipos comerciales más idóneos para la zona en donde se establecerá la pradera.

## Época de siembra

La época de establecimiento depende de la temporada de siembra óptima para el maíz; en la mayor parte de la zona tropical húmeda de México, ésta inicia desde el establecimiento de la época de lluvias, hasta fines de junio o principios de julio. La siembra del maíz puede ser más tardía, ya que puede realizarse en medio temporal, y en algunas regiones, en terrenos con humedad residual a finales de la época de lluvias, aprovechando el período de lluvias postreras.

## Siembra del pasto

Los pastos deben establecerse entre los 20 y 35 días después de la siembra del cultivo, pues en caso de sembrar simultáneamente el cultivo y el pasto, la competencia entre ellos puede afectar el rendimiento de grano del cultivo. La semilla de pasto se siembra en medio de los surcos del cultivo, después del último paso de la cultivadora, que se realiza para aflojar la tierra y proporcionar una buena cama de siembra para la semilla del pasto. En caso de atrasos en la siembra de los pastos, el sombreado puede retrasar su establecimiento.

El surcado se debe orientar en dirección Este-Oeste, lo que evita el sombreado excesivo del cultivo a los pastos establecidos, y se refleja en un mejor desarrollo de ambas especies.

## Cosecha de grano

La cosecha del maíz se realiza entre los 120 y 130 días después de la siembra. En todos los casos, es esencial disminuir la intensidad de sombreado sobre el pasto en el menor tiempo posible, para permitir su desarrollo y establecimiento. El rendimiento de grano necesario para amortizar los costos del establecimiento de la pradera es de 3.7 toneladas por hectárea, que es factible obtener en la mayoría de los casos.

## Siembra de asociaciones gramínea-leguminosa

Las leguminosas incrementan la producción de forraje y el valor nutritivo de la gramínea asociada, en comparación con la gramínea sola, específicamente en el contenido de proteína cruda, digestibilidad y contenido de minerales. También mejoran el suelo donde crecen, ya que mediante la fijación biológica de nitrógeno, aportan cantidades sustanciales de este elemento, el cual, puede ser aprovechado por la gramínea con la que se encuentre asociada; además, se ha observado que mejoran el reciclaje de nutrientes debido a la mejor calidad de los residuos vegetales, y aumentan la macrofauna del suelo, por lo cual, su uso es recomendable.

El establecimiento de una asociación gramínea-leguminosa requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar efectos de competencia que provoquen el dominio o desplazamiento de alguna de las especies, con lo cual se perdería el objetivo de mantener estable en el tiempo y espacio la asociación en la pradera; por lo anterior, deben considerarse las siguientes recomendaciones al establecer mezclas de gramínea-leguminosa.

## Selección de especies compatibles

Las gramíneas de crecimiento erecto como Privilegio, Llanero, Insurgente y Elefante, entre otros, tienen buena compatibilidad con leguminosas de crecimiento rastrero o trepador como el kudzú y centrosema o cacahuatillo, las cuales debido a su hábito de crecimiento, cubren las áreas o espacios desnudos que quedan entre las cepas del zacate; además, las leguminosas se enredan y trepan sobre las plantas del pasto, lo que permite el acceso de los animales a ambos componentes de la pastura. A las especies de crecimiento rastrero y de alta agresividad como los pastos Estrella de África, Pangola, Chetumal e Isleño, se recomienda asociarlas con leguminosas de crecimiento erecto como el guaje o el cocuíte, o utilizar leguminosas agresivas como el cacahuatillo, que permite una asociación íntima de ambos componentes. También es posible asociar las especies de gramíneas y leguminosas de crecimiento rastrero; para ello deben sembrarse en un arreglo en franjas alternas, cuyo ancho dependerá de la proporción de la leguminosa que se desee en la pradera, y también de la especie a asociar.

## Proporción de leguminosa en la pradera

Para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe haber una disponibilidad entre 30 y 40 por ciento de la leguminosa; valores mayores o menores a estos porcentajes, ocasionan disminución en el rendimiento de forraje y en la producción animal. Para alcanzar esta proporción, los arreglos de siembra pueden ser los siguientes: 1-1, 2-1 y 3-1. Esto es, un surco de gramínea por uno de leguminosa, dos de gramínea por uno de leguminosa, y tres de gramínea por uno de leguminosa; se sugiere utilizar este sistema con gramíneas de crecimiento erecto, y leguminosas trepadoras (Figura 55).

Al sembrar en franjas, el ancho de éstas puede ser de 5 x 5 metros o 7 x 3 metros, para la gramínea y la leguminosa, respectivamente; este sistema de establecimiento se recomienda cuando se desea asociar gramíneas y leguminosas agresivas (Figura 56).

Prácticamente se puede sembrar cualquier leguminosa asociada con la gramínea, ya que ejerce una baja competencia por espacio y nutrientes.



**Figura 55. Arreglo de siembra 3-1 de gramínea y leguminosa, con pastos de crecimiento erecto.**

Cabe señalar que el pastoreo modifica fuertemente las proporciones originales, tomando en cuenta que una carga animal baja y períodos largos de descanso, favorecen el desarrollo de la leguminosa, aumentando su proporción, mientras que cargas altas y períodos cortos de descanso, disminuyen su proporción, o eliminan de la pradera a la leguminosa.

Si se van a sembrar leguminosas arbustivas, deben de establecerse en surcos, que pueden variar de uno a tres surcos de leguminosa por una franja de cinco a 10 surcos de gramínea, con lo cual se logra una proporción aceptable gramínea-leguminosa.



**Figura 56.** Arreglo de siembra en franjas de 7 x 3 metros, de gramínea y leguminosa con pastos de crecimiento rastroero.

# RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE LOS PASTOS TROPICALES EN MÉXICO

La fluctuación de la producción de forraje a lo largo del año, es variable de una región a otra, y depende de las condiciones climáticas prevalecientes; de esta forma, se puede señalar que la producción de forraje es marcadamente estacional, y su distribución por época depende del clima, suelo, especie y manejo. Por ejemplo, para la región central de Veracruz, la producción de forraje se concentra en un 70 a 80 por ciento durante los meses de junio a octubre (época de lluvias), lo que coincide con los meses de mejores condiciones de precipitación y temperatura para el desarrollo de los pastos. En la época de nortes (noviembre a febrero) se tiene de 10 a 14 por ciento de la producción; las condiciones climáticas de esta época se caracterizan por la presencia de días nublados, bajas temperaturas, vientos fuertes, además de menor cantidad de horas luz, situación que restringe el crecimiento de los pastos. Finalmente, durante la época seca (marzo a mayo) se produce del 6 a 10 por ciento del forraje anual; esta época tiene como principal limitante la baja o nula cantidad de precipitación durante los tres meses que abarca (Figura 57).

## Factores que afectan la producción de forraje

La producción de forraje está relacionada directamente con el crecimiento de las plantas, donde se presentan interacciones de suelo, clima, especie forrajera, época del año y manejo, principalmente. La forma en que estos factores influyen de manera independiente, se describe brevemente a continuación:

## Suelo

Diversas características edáficas pueden influir sobre el rendimiento de forraje; entre las más importantes se encuentran: el nivel de fertilidad, la textura, la humedad, la aireación y algunas condiciones especiales como acidez, alcalinidad, salinidad, toxicidad de elementos, la erosión y la pendiente.

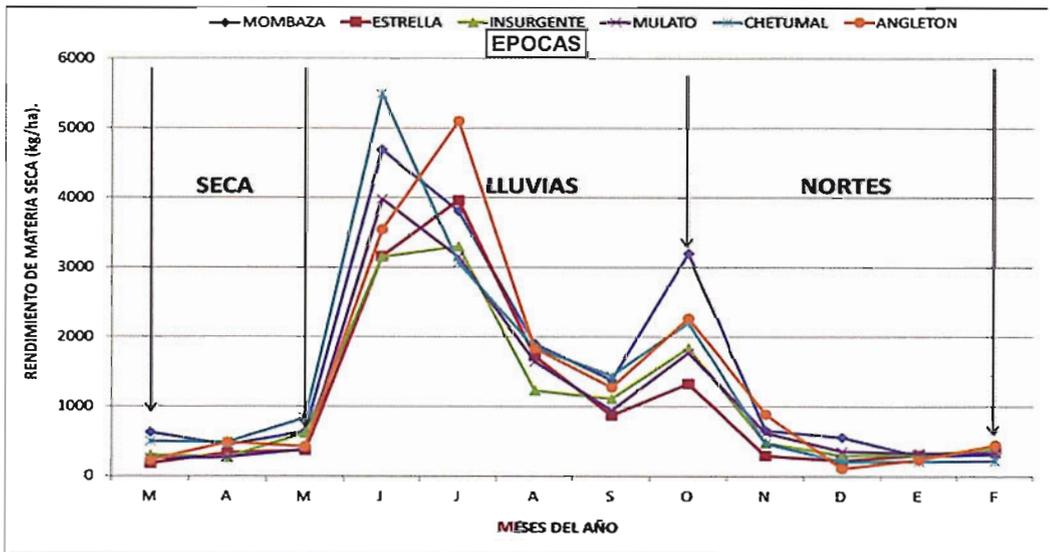


Figura 57. Rendimiento de materia seca (kg/ha) de seis gramíneas cosechadas cada 28 días en Paso del Toro, mpio. de Medellín de Bravo, Ver. 2007-2008 (López, 2009).

## Clima

El rendimiento y calidad del forraje están determinados fuertemente por la precipitación, que influye de acuerdo a la cantidad total y distribución durante el año, lo cual determina la estacionalidad de la producción y propicia la abundancia de forraje durante la época de lluvias, y la escasez en la época seca. La temperatura es un factor secundario del clima para las partes bajas del trópico, y sólo en algunas regiones con temperaturas por debajo de los 15°C puede influir en el rendimiento de forraje, como sucede anualmente en la

vertiente del Golfo de México durante la época de nortes; en este período la producción de forraje es crítica, y en ocasiones llega a detenerse el crecimiento, o la producción es mínima. La luminosidad o fotoperíodo influye fuertemente en la producción de forraje, ya que a menor luminosidad (fotoperíodo) disminuye el crecimiento de los pastos, tal como ocurre en la época de nortes o invierno. Finalmente, el viento debilita las plantas, por desecación de las hojas tiernas y propicia la caída de las mismas, lo cual reduce el crecimiento de los forrajes.

### **Especie forrajera**

Existen grandes diferencias entre especies y cultivares forrajeros en cuanto a requerimientos de suelo, clima y manejo. En el caso del suelo, hay especies de pastos con altos requerimientos de fertilidad del suelo o aplicación de fertilizantes (especies fuertemente extractivas), y especies adaptadas a suelos de baja fertilidad, que requieren de cantidades mínimas de fertilizante para su explotación y mantenimiento (especies poco extractivas). También existen pastos que se adaptan a una condición específica, como acidez, alcalinidad, salinidad o toxicidad de un elemento. Otro factor a considerar es el sistema de producción en que se quiere emplear el forraje, y si se consumirá mediante pastoreo, o se ofrecerá cortado al animal.

### **Manejo de la pradera**

Éste se inicia desde la preparación del suelo para el establecimiento de la especie forrajera, y tiene gran influencia sobre el rendimiento; una preparación deficiente propicia una mala emergencia de plántulas y pobre establecimiento, lo que favorece la aparición de maleza que compite por espacio, luz, agua y nutrimentos, y que además de no ser consumida por los animales, reduce la productividad de la pradera, por lo que su control es necesario. Las plagas también disminuyen el rendimiento y calidad del forraje. La mosca pinta o salivazo

y el gusano falso medidor son las plagas más importantes que afectan a los pastos de las regiones tropicales.

### **Dosis de fertilización**

Debe ser adecuada a la especie, y de acuerdo a los contenidos de nutrimentos del suelo, también debe aplicarse en la época en que el pasto la requiere. La consideración de estos factores es importante para obtener una alta asimilación de los nutrimentos proporcionados a las plantas.

### **Rendimiento de forraje de pastos tropicales en diferentes localidades del trópico de México**

Para tener una idea del potencial de producción de los pastos tropicales, y orientar al ganadero en la selección del o los pastos más apropiados para su explotación, se presenta la información de los rendimientos de forraje que pueden obtenerse en diferentes localidades del trópico mexicano. En el Cuadro 1 del Apéndice, se presenta la información de clima y suelo, bajo los cuales se han realizado evaluaciones agronómicas, tanto de gramíneas como de leguminosas forrajeras, cuya finalidad es mostrar algunas de las características naturales que el ganadero posee en su rancho. En los Cuadros 2 al 15 del Apéndice, se muestran los rendimientos obtenidos al evaluar diferentes especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas, en la época de secas y lluvias; lo anterior es indicativo de la productividad de una región o localidad, y es útil al técnico o productor para planear prácticas de manejo o estimar la capacidad de carga de las praderas. Cabe señalar que esta información debe utilizarse como una guía, y los resultados que se obtengan pueden variar considerablemente, dependiendo principalmente del manejo, fertilización, riego, control de maleza, plagas y precipitación.

# VALOR NUTRITIVO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES

La composición química y características físicas de los forrajes, difieren considerablemente de acuerdo a la especie, etapa de crecimiento, ambiente donde crecen (clima y suelo) y variaciones genéticas. El clima afecta la composición química de los forrajes, la cual varía, dependiendo de la duración de la época seca, ya que ésta induce a una rápida maduración.

El rendimiento de forraje está directamente relacionado con la precipitación, es decir, a mayor precipitación se puede obtener mayor producción de materia seca. El suelo como sostén de las plantas y principal fuente de nutrimentos, influye en la composición química del forraje; una deficiencia de nitrógeno y otros elementos se traducirá en bajos contenidos de los mismos en la planta, por lo que bajo estas condiciones, es necesario corregir al elemento deficiente para alcanzar una productividad óptima.

Las plantas forrajeras son la principal fuente de alimento que el ganado convierte en carne o leche, por lo que el forraje debe tener una composición química balanceada en cuanto a carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas, y preferentemente estar libre de compuestos no deseables. Un forraje de mala calidad afecta el consumo voluntario y la producción del animal. Para lograr una producción sostenida, es necesario mantener en el suelo y el forraje los componentes nutricionales adecuados, y corregir las deficiencias para proporcionar un manejo apropiado a la relación suelo-planta-animal. La calidad del forraje es afectada por factores asociados al tipo de planta, estado de crecimiento, medio ambiente y manejo.

## Componentes del valor nutritivo

Los componentes del valor nutritivo son: la composición química, la digestibilidad de los forrajes y su eficiencia en la utilización por el animal. La composición química de los forrajes la integran el contenido de agua y la materia seca; esta última, compuesta por la materia orgánica (proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y vitaminas) e inorgánica o cenizas, que comprende a los minerales.

### Composición química

La composición química de las plantas se determina mediante el análisis de sus diferentes componentes. La planta está constituida de agua en cantidades variables, que dependen de su grado de madurez; el resto lo constituye la materia seca, que a su vez se divide en minerales y materia orgánica, cuyos componentes son las fracciones nitrogenadas (nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico), los compuestos grasos (pigmentos y clorofila), carbohidratos solubles (almidón, sacarosa y fructosa), carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas), fenoles (lignina y taninos), y otros compuestos diversos. La proporción aproximada en que estos componentes (Lascano, 1981) se encuentran en las plantas se presenta en la Figura 58.

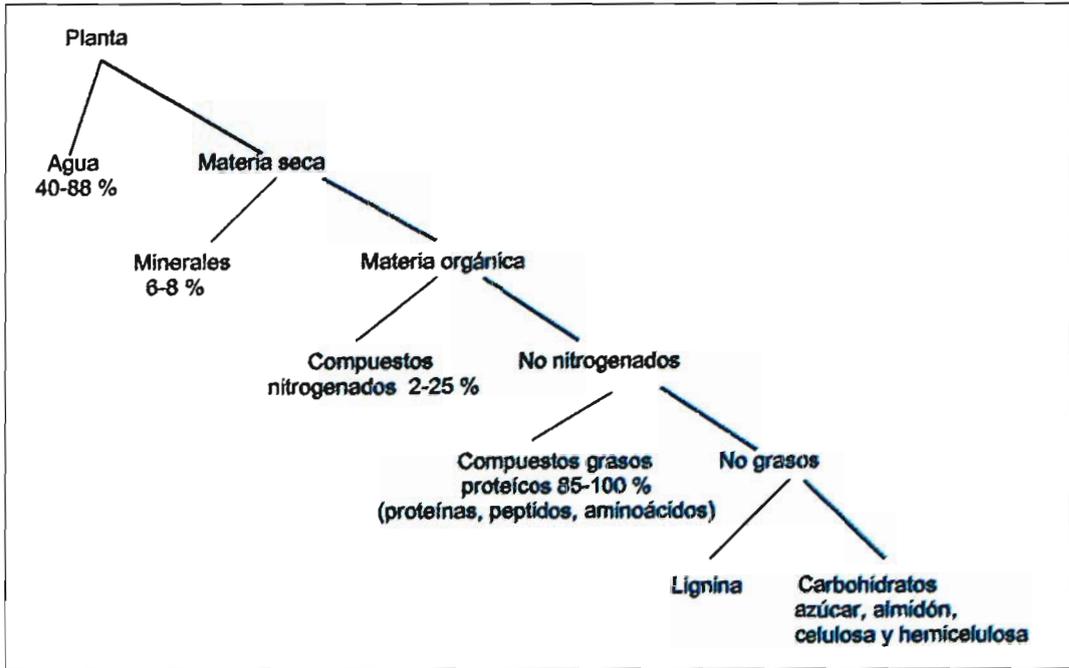


Figura 58. Componentes químicos de los forrajes. Fuente: Lascano (1981).

Por otra parte, en el Cuadro 8, se presentan algunos datos de los principales nutrimentos que influyen en el valor nutritivo de un pasto, en los cuales se muestran las variaciones en los diversos componentes entre los pastos más utilizados en el trópico de México, cosechados a la misma edad de corte y con el mismo manejo. Se puede observar que algunos pastos nativos, como Alemán, Camalote y Remolino pueden tener mayores concentraciones de proteína y cenizas que los pastos introducidos.

Es claro que debe haber un balance entre los contenidos de nutrimentos para que los animales tengan un mejor aprovechamiento del pasto. En la Figura 59 se muestra que a medida que aumenta la madurez del pasto, los valores de proteína cruda disminuyen, y se incrementan los contenidos de fibra y lignina, lo cual lo hace menos digestible. Los resultados indican que el tiempo óptimo de cosecha es entre 21 y 28 días, tiempo durante

el cual la calidad de la materia seca no se demerita en forma sustancial, lo que coincide con la utilización de los pastos en muchos ranchos de la región tropical.

**CUADRO 8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALGUNOS PASTOS DE USO COMÚN EN LAS REGIONES TROPICALES DE MÉXICO.**

| PASTO              | MATERIA SECA | FIBRA DETERGENTE NEUTRO | LIGNINA | PROTEÍNA CRUDA | CENIZAS |
|--------------------|--------------|-------------------------|---------|----------------|---------|
| Estrella de África | 26.7         | 74.7                    | 7.5     | 8.0            | 9.0     |
| Pangola            | 26.8         | 70.0                    | 7.3     | 7.0            | 8.0     |
| Privilegio         | 22.5         | 69.3                    | 6.2     | 7.4            | 11      |
| Mombaza            | 26.1         | 70.8                    | 6.8     | 5.5            | 9.3     |
| Llanero            | 25.0         | 70.2                    | 6.1     | 8.6            | 8.0     |
| Insurgente         | 23.0         | 66.1                    | 5.6     | 8.9            | 9.3     |
| Señal              | 21.9         | 69.6                    | 6.3     | 7.8            | 8.8     |
| Humidícola         | 19.3         | 73.6                    | 7.8     | 7.5            | 8.2     |
| Dictyoneura        | 20.8         | 72.4                    | 5.7     | 6.3            | 9.4     |
| Alemán             | 15.2         | 68.3                    | 4.7     | 9.3            | 12.3    |
| Remolino           | 19.1         | 71.0                    | 6.0     | 10.5           | 10.7    |
| Camalote           | 18.5         | 63.5                    | 5.7     | 11.9           | 14.2    |

Juárez et al. (2002).

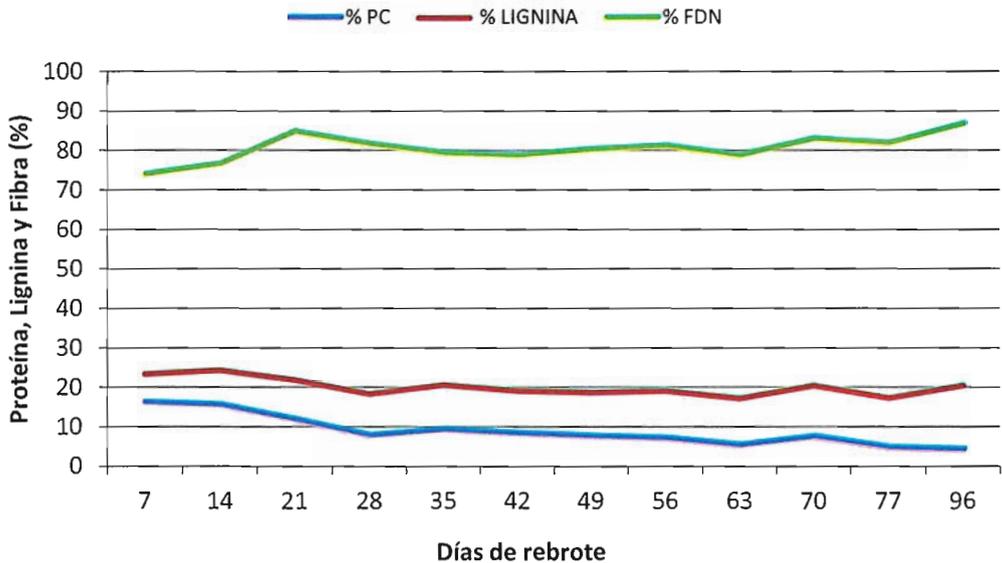


Figura 59. Contenidos (%) de proteína cruda (PC), lignina y fibra detergente neutro (FDN) del cv. Mulato a diferentes días de rebrote.

### Digestibilidad

Este componente del valor nutritivo de los alimentos expresa la proporción de alimento retenida, con respecto al total del alimento ingerido por el animal. Este término se define comúnmente como la diferencia entre el alimento consumido, que es absorbido en el tubo digestivo y el material excretado en las heces por los animales, y se expresa como porcentaje del alimento consumido.

Las especies forrajeras que mantienen alta digestibilidad por períodos prolongados en la estación de crecimiento, son de alto valor para la producción animal, en comparación con aquellos que tienen alta digestibilidad en su estado juvenil o etapas tempranas de rebrote, pero su digestibilidad decrece rápidamente. La mayoría de las leguminosas y algunos

pastos de los géneros *Hemarrhia*, *Brachiaria*, *Setaria* y *Digitaria*, se caracterizan por tener tasas bajas de disminución o pérdida de la digestibilidad, en comparación con especies de los géneros *Chloris* e *Hyparrhenia*, las cuales muestran una pérdida más rápida de ésta.

La disminución de la digestibilidad es más rápida en las gramíneas que en las leguminosas; en estas últimas la digestibilidad permanece alta, debido a que con la edad depositan lignina en los tallos, pero no en las hojas, mientras que las gramíneas conforme maduran, incrementan la concentración de lignina en la pared celular de las hojas, haciéndolas menos digestibles. Existen diversos factores que afectan la digestibilidad de un forraje, como las diferencias entre especies, edad de crecimiento, parte de la planta y el clima; de éstos se habla a continuación.

### **Edad del pasto**

El valor nutritivo de los pastos tropicales disminuye significativamente conforme aumenta la edad de rebrote o estado de madurez al momento del corte o pastoreo.

La madurez de la planta está relacionada también con la estación del año, la variabilidad de la precipitación y temperatura, lo que impide utilizar las plantas durante su período óptimo de crecimiento. En los Cuadros 9 y 10, se presentan datos que reflejan la disminución en los contenidos de proteína conforme aumenta la edad de los pastos; estos cambios son más drásticos en las gramíneas que en las leguminosas.

La edad del rebrote es particularmente importante en los pastos de corte, ya que para acumular grandes cantidades de materia seca, se dejan madurar por mucho tiempo, lo cual ocasiona un detrimento de sus contenidos de proteína (Cuadro 10), por lo que no deben utilizarse más allá de los 90 días de rebrote.

**CUADRO 9. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA (%) DE DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS CORTADAS A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO.**

| ESPECIE/CULTIVAR              | ÉPOCA SECA      |      |      |      | ÉPOCA DE LLUVIAS |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
|                               | EDAD EN SEMANAS |      |      |      |                  |      |      |      |
|                               | 3               | 6    | 9    | 12   | 3                | 6    | 9    | 12   |
| Llanero                       | 13.2            | 6.6  | 8    | 4.2  | 16.4             | 8.6  | 8.1  | 5.9  |
| Chontalpo                     | 6.1             | 6.6  | 6.4  | 5.0  | 12.1             | 6.3  | 5.3  | 4.7  |
| Isleño                        | 8.5             | 5.8  | 8.4  | 6.5  | 9.7              | 7.3  | 5.6  | 4.5  |
| Chetumal                      | 9.5             | 9.2  | 8.6  | 8.3  | 9.7              | 7.6  | 5.8  | 5.9  |
| Insurgente                    | 8.5             | 8.8  | 7.0  | 5.3  | 15.9             | 6.4  | 5.6  | 4.6  |
| Privilegio                    | 12.9            | 7.0  | 9.2  | 6.2  | 16.8             | 7.1  | 5.6  | 5.3  |
| Estrella de África            | 9.7             | 8.5  | 8.2  | 7.0  | 15.2             | 8.9  | 6.7  | 7.4  |
| Bigalta                       | 6.6             | 7.2  | 7.3  | 5.6  | 11.2             | 6.6  | 4.7  | 4.2  |
| <i>Centrosema macrocarpum</i> | -               | 26.1 | 25.7 | 21.3 | 26.4             | 18.9 | 20.4 | 21.8 |
| Kudzú                         | -               | 23.9 | 25.3 | 20.9 | 21.5             | 16.1 | 18.2 | 17.9 |

Nota: las plantas se fertilizaron con 10, 15 y 25 kg de N, P y K/ha/año, respectivamente. Fuente: Villarreal (1994).

**CUADRO 10. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE DIFERENTES PASTOS A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO EN PASO DEL TORO, VERACRUZ, MÉXICO.**

| PASTO           | ÉPOCA SECA              |      |     |     | ÉPOCA DE LLUVIAS |     |     |     |
|-----------------|-------------------------|------|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|
|                 | EDAD DE REBROTE EN DÍAS |      |     |     |                  |     |     |     |
|                 | 45                      | 90   | 135 | 180 | 45               | 90  | 135 | 180 |
| Taiwán          | 10.7                    | 7.0  | 4.1 | 4.2 | 13.6             | 6.6 | 5.2 | 4.0 |
| King grass      | 11.0                    | 7.0  | 4.3 | 4.6 | 11.9             | 7.0 | 6.2 | 3.5 |
| Merkerón        | 13.0                    | 8.7  | 3.9 | 5.2 | 13.0             | 7.4 | 6.7 | 4.0 |
| Elefante        | 13.2                    | 4.0  | 3.6 | 4.3 | 11.5             | 7.5 | 6.9 | 4.3 |
| Caña japonesa   | 6.3                     | 6.5  | 6.1 | 8.0 | 11.1             | 5.9 | 5.7 | 3.9 |
| Caña de azúcar  | 13.2                    | 12.6 | 4.5 | 5.9 | 11.2             | 6.4 | 7.1 | 9.0 |
| Sorgo forrajero | 10.0                    | 10.1 | 4.0 | 6.5 | 10.0             | 7.5 | 5.7 | 3.7 |

Fuente: López (1987).

La madurez o edad de la planta es el principal factor que afecta la morfología y determina la calidad del forraje, siendo esta última el resultado de una disminución de la relación hoja/tallo. La menor calidad del tallo se asocia con mayor lignificación de los tejidos estructurales, y disminución en los contenidos de proteína cruda en la fracción celular, lo que ocasiona un decremento gradual de la digestibilidad.

En el Cuadro 11 se muestra la variación en la digestibilidad de algunas gramíneas y leguminosas a diferentes edades de crecimiento. Se puede apreciar que prácticamente, los cambios más drásticos se presentan de las nueve a las 12 semanas de crecimiento; además, se observan cambios significativos entre épocas.

**CUADRO 11. DIGESTIBILIDAD *in vitro* (%) DE LA MATERIA SECA DE DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS CORTADAS A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO.**

| ESPECIE/CULTIVAR              | ÉPOCA SECA      |    |    |    | ÉPOCA DE LLUVIAS |    |    |    |
|-------------------------------|-----------------|----|----|----|------------------|----|----|----|
|                               | EDAD EN SEMANAS |    |    |    |                  |    |    |    |
|                               | 3               | 6  | 9  | 12 | 3                | 6  | 9  | 12 |
| Llanero                       | 60              | 50 | 46 | 43 | 59               | 59 | 60 | 53 |
| Chontalpo                     | 47              | 56 | 58 | 55 | 62               | 60 | 53 | 55 |
| Isleño                        | 60              | 55 | 58 | 56 | 58               | 65 | 58 | 54 |
| Chetumal                      | 61              | 60 | 56 | 56 | 60               | 62 | 59 | 57 |
| Insurgente                    | 57              | 53 | 56 | 60 | 60               | 62 | 57 | 57 |
| Privilegio                    | 58              | 55 | 54 | 51 | 71               | 55 | 54 | 51 |
| Estrella de África            | 51              | 55 | 50 | 47 | 66               | 57 | 49 | 55 |
| Bigalta                       | 56              | 62 | 67 | 66 | 65               | 69 | 65 | 64 |
| <i>Centrosema macrocarpum</i> | -               | 58 | 49 | 51 | -                | 49 | 43 | 49 |

Nota: las plantas se fertilizaron con 10, 15 y 25 kg de N, P y K/ha/año, respectivamente.

Fuente: Villarreal (1994).

La rapidez con que los pastos pierden su proteína y digestibilidad, se conoce como la tasa de cambio, la cual se expresa en porcentaje de pérdida por semana. En el Cuadro 12 se

presentan los cambios semanales que ocurren en algunas gramíneas y leguminosas, en donde se observan diferencias en la rapidez de la pérdida de proteína cruda entre especies.

CUADRO 12. TASA DE CAMBIO SEMANAL (%) DE LA DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MATERIA SECA (DIVMS) Y DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE DIVERSAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECA.

| ESPECIE/CULTIVAR              | DIVMS   |       | PROTEÍNA CRUDA |       |
|-------------------------------|---------|-------|----------------|-------|
|                               | LLUVIAS | SECA  | LLUVIAS        | SECA  |
| Llanero                       | -0.50   | -1.83 | -1.18          | -0.60 |
| Chontalpo                     | -0.94   | 0.89  | -0.78          | -0.11 |
| Isleño                        | -0.65   | -0.29 | -0.58          | -0.11 |
| Chetumal                      | -0.33   | -0.62 | -0.44          | -0.14 |
| Insurgente                    | -0.38   | 0.41  | -1.15          | -0.04 |
| Privilegio                    | -2.01   | -0.7  | -1.21          | -0.06 |
| Estrella de África            | -1.31   | -0.55 | -0.85          | -0.28 |
| Bigalta                       | -0.24   | 1.23  | -0.76          | -0.10 |
| <i>Centrosema macrocarpum</i> | -1.19   | -1.13 | -0.41          | -0.80 |
| Kudzú                         | -0.60   | -0.84 | -0.29          | -0.49 |

Fuente: Villarreal (1994).

En la tasa de cambio semanal para la época de lluvias, para las gramíneas se encontraron rangos de -0.44 a -1.21 por ciento, mientras que en las leguminosas, los valores fueron de -0.29 a -0.41 por ciento. Durante la época seca, estos valores fueron menores en las gramíneas, y mayores en las leguminosas. La reducción semanal de la digestibilidad *in vitro*, presenta variaciones de 0.24 a 2.01 por ciento y de 0.29 a 1.83 por ciento para las gramíneas, y de 0.6 a 1.19 por ciento y de 0.84 a 1.13 por ciento para las leguminosas, en la época de lluvias y secas, respectivamente. Con esta información se hace énfasis en las diferencias, tanto de las gramíneas como de las leguminosas en las tasas de cambio

semanal de la digestibilidad y el contenido de proteína cruda, características que son afectadas por la edad de rebrote.

### Valor nutritivo de hojas y tallos

La hoja es la proporción de la planta con mayor calidad forrajera. En las gramíneas está compuesta por la lámina y la vaina, mientras que en las leguminosas, se compone de la lámina (folíolos) y el pecíolo. Las hojas de cualquier gramínea o leguminosa tienen mayor contenido de nutrimentos que los tallos, porque tienen mayor contenido celular y menos paredes celulares o armazón. En el Cuadro 13, se presentan los valores de digestibilidad *in vitro* de cuatro pastos, en donde se observan marcadas diferencias tanto entre partes de la planta, como entre épocas de muestreo.

**CUADRO 13. DIGESTIBILIDAD *in vitro* (DIVMS) (%) EN HOJAS Y TALLOS DE DIFERENTES PASTOS BAJO PASTOREO CONTINUO EN TRES ÉPOCAS DE MUESTREO.**

| PASTO      | PARTE DE LA PLANTA | ÉPOCA DE MUESTREO |                  |                  |
|------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
|            |                    | INICIO DE LLUVIAS | FINAL DE LLUVIAS | INICIO DE SEQUÍA |
| Chontalpo  | Hoja               | 71                | 69               | 61               |
|            | Tallo              | 60                | 54               | 49               |
| Chetumal   | Hoja               | 77                | 64               | 55               |
|            | Tallo              | 60                | 57               | 47               |
| Llanero    | Hoja               | 57                | 53               | 44               |
|            | Tallo              | 62                | 48               | 34               |
| Privilegio | Hoja               | -                 | 52               | 40               |
|            | Tallo              | -                 | 44               | 25               |

Fuente: Lascano (1981).

## Efecto de la fertilización en el valor nutritivo

La fertilización nitrogenada incrementa el contenido de proteína de las plantas forrajeras, y en algunas condiciones se han obtenido incrementos variables en la digestibilidad y consumo del forraje. El efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el contenido de proteínas de los pastos, depende del nivel de fertilidad del suelo, ya que en suelos pobres, la fertilización produce incrementos más notables en el rendimiento y contenidos de proteína, en comparación a la respuesta que se produce en suelos fértiles; sin embargo, la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno sobre el contenido de proteína y digestibilidad de la materia seca, también está estrechamente relacionada con la especie. En el Cuadro 14, se presentan algunos datos del efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del valor nutritivo del pasto Estrella de África, en donde se aprecian incrementos significativos en el contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* de la materia seca en el tratamiento fertilizado, mientras que en el resto de los componentes no se presentan cambios substanciales.

Las plantas forrajeras difieren en su respuesta al incremento del contenido de proteína por efecto de la fertilización nitrogenada. En el Cuadro 15, se puede observar que la fertilización nitrogenada ayuda a incrementar los valores de proteína en la planta, con relación a los pastos sin fertilizar. Sin embargo, esta respuesta es variable entre pastos, es decir existe una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno para convertirlo en proteína en los pastos Insurgente y Chontalpo, en comparación con Chetumal, que muestra los valores de proteína más bajos con la misma fertilización. También se registran cambios mensuales en el valor nutritivo de los pastos, por efecto de las condiciones climáticas que imperan aun dentro de una misma época. Además del nitrógeno, otros elementos actúan en la modificación del valor nutritivo de las especies forrajeras. Por ejemplo, al aplicar calcio en suelos con deficiencia de este elemento, se puede incrementar la digestibilidad del forraje y el consumo voluntario por los animales. A su vez, la deficiencia de azufre en el suelo, causa un marcado decremento en la concentración de proteína verdadera del

forraje; cuando se fertiliza con este elemento, los forrajes muestran una reducción en las concentraciones de fenoles y lignina.

**CUADRO 14. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE ALGUNOS COMPONENTES DE PLANTAS DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA CORTADAS MENSUALMENTE.**

| COMPONENTE (%) | NITRÓGENO kg/ha/año | MESES |      |      |      |      |       |
|----------------|---------------------|-------|------|------|------|------|-------|
|                |                     | ABR   | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | PROM. |
| Proteína       | 0                   | 11.9  | 7.0  | 9.6  | 8.3  | 7.4  | 8.8   |
|                | 180                 | 13.1  | 9.4  | 12.6 | 12.3 | 12.8 | 12.0  |
| DIVMS          | 0                   | 45.1  | 37.5 | 45.2 | 40.1 | 33.7 | 40.3  |
|                | 180                 | 49.2  | 42.7 | 51.3 | 41.3 | 36.5 | 44.2  |
| Pared celular  | 0                   | 69.8  | 73.8 | 67.4 | 74.1 | 73.9 | 71.8  |
|                | 180                 | 66.2  | 71.5 | 71.6 | 70.3 | 71.0 | 70.1  |
| Lignina        | 0                   | 5.3   | 8.2  | 9.9  | 13.5 | 6.5  | 8.7   |
|                | 180                 | 4.3   | 6.7  | 12.4 | 7.7  | 8.3  | 7.9   |
| Cenizas        | 0                   | 9.95  | 9.35 | 9.95 | 8.95 | 8.9  | 9.4   |
|                | 180                 | 10.15 | 9.15 | 9.1  | 9.6  | 9.15 | 9.4   |

DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Fuente: Meléndez *et al.* (1980).

**CUADRO 15. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA (%) EN DIFERENTES PASTOS DURANTE DOS ÉPOCAS.**

| CULTIVAR        | LLUVIAS     |            |              | SECAS      |             |              |
|-----------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------|--------------|
|                 | kg N/ha/año |            |              |            |             |              |
|                 | 0           | 75         | 150          | 0          | 75          | 150          |
| Chontalpo       | 7.5         | 10.2       | 13.2         | 7.3        | 10          | 12.7         |
| Insurgente      | 7.6         | 10.6       | 13.4         | 7.4        | 10.5        | 12.8         |
| Chetumal        | 6.9         | 9.0        | 11.7         | 6.6        | 8.7         | 11.2         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>7.3</b>  | <b>9.9</b> | <b>12.76</b> | <b>7.1</b> | <b>9.73</b> | <b>12.23</b> |

Fuente: Botrel *et al.* (1990).

## Diferencias entre genotipos

Existe una fuerte variación en el valor nutritivo de las plantas forrajeras tropicales como resultado de su diversidad genética. En este aspecto, las leguminosas tienen un mayor valor nutritivo que las gramíneas. Cuando diferentes especies de plantas, y variedades de la misma especie crecen en el mismo ambiente y bajo el mismo manejo, algunos atributos de las plantas y su composición química varían; por ejemplo, los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, muestran diferencias entre especies, e incluso, entre ecotipos de una misma especie, con valores sumamente contrastantes en lo que respecta a los contenidos de proteína y digestibilidad de las diferentes partes de la planta, así como diferencias marcadas en la capacidad para producir forraje (Figura 60).



Figura 60. Existen diferencias en el valor nutritivo entre pastos y variedades de un mismo pasto.

En el Cuadro 16, se puede observar que en promedio, los contenidos de proteína cruda son mayores en *M. maximus* (antes *P. maximum*) con relación a los obtenidos en diferentes especies de *Brachiaria*; los menores contenidos de proteína se explican porque las plantas de *Brachiaria* fueron cortadas dos semanas después que las de *Panicum*. Sin embargo, sucede lo contrario con la digestibilidad, ya que las plantas de *Brachiaria* tienen una digestibilidad ligeramente mayor que la de los ecotipos de *Panicum*. Cabe señalar, que en todos los casos los contenidos de proteína y digestibilidad de las hojas fueron mayores que los de los tallos.

**CUADRO 16. CONTENIDOS DE PROTEÍNA CRUDA (PC) Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* (DIVMS) DE 136 ECOTIPOS DE *Brachiaria* (10 ESPECIES) Y 52 ECOTIPOS DE *Panicum* (DOS ESPECIES), EN LA ÉPOCA SECA DEL AÑO.**

| CARACTERÍSTICAS                    | <i>Brachiaria</i> spp. |                         | <i>Panicum</i> spp. |                       |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                    | RANGO                  | PROMEDIO                | RANGO               | PROMEDIO              |
| Relación hoja/tallo                | 0.4 a 5.2              | 1.1                     | 0.4 a 5.5           | 1.3                   |
| PC en hojas (%)                    | 9.1 a 19.8             | 13.7                    | 13.1 a 21.3         | 17.8                  |
| PC en tallos (%)                   | 3.8 a 11.8             | 7.5                     | 6.5 a 16.3          | 10.1                  |
| PC en planta entera (%)            | 6.3 a 15.7             | 10.6                    | 10.4 a 16.5         | 14.0                  |
| DIVMS en hojas (%)                 | 54.1 a 80.1            | 68.0                    | 55.6 a 69.5         | 63.4                  |
| DIVMS en tallos (%)                | 45.2 a 77.3            | 60.2                    | 45.8 a 70.7         | 60.2                  |
| DIVMS en planta entera (%)         | 50.6 a 74.8            | 64.0                    | 49.9 a 68           | 61.7                  |
| Rendimiento de materia seca (t/ha) | 0.15 a 6.4             | 3 <sup>&amp;&amp;</sup> | 0.66 a 4.38         | 2.91 <sup>&amp;</sup> |

<sup>&&</sup>Promedio de producción de seis cortes cada seis semanas.

<sup>&</sup>Promedio de producción de 10 cortes cada cuatro semanas.

Fuente: Vallejos *et al.* (1989).

## Consumo voluntario

**Hojas y tallos.** Anteriormente se creía que el consumo de hojas y tallos con una misma digestibilidad era similar. Sin embargo, posteriormente se comprobó que la hoja, ya sea de gramínea o de leguminosa, se consume hasta 42 por ciento más que los tallos, habiendo solamente diferencias de 1 por ciento de digestibilidad entre hojas y tallos. El mayor consumo de las hojas se asoció con un período más corto de retención en el rumen, comparado con la fracción de los tallos, lo que permite un desalojo más rápido de éste, para continuar con el consumo de forraje. Asimismo, las leguminosas se consumen en mayor proporción que las gramíneas.

## Compuestos químicos que afectan el valor nutritivo del forraje

Algunos compuestos químicos que los animales ingieren en el forraje pueden afectar su digestibilidad y valor nutritivo; además, ciertos compuestos pueden ocasionar toxicidad al ganado. Las sustancias frecuentemente encontradas en los forrajes tropicales se presentan a continuación:

### Glucósidos

Son compuestos tóxicos que producen algunas plantas forrajeras, las cuales al consumirse liberan ácido prúsico o cianhídrico (HCN), que causa envenenamiento en los animales. Los helechos como *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, que se encuentra en algunas praderas del trópico húmedo, causan este tipo de toxicidad, por lo que es recomendable controlarlos. El sorgo es otra planta forrajera con contenidos altos de HCN en las hojas jóvenes, por lo cual, para impedir una intoxicación, se recomienda no pastorear el rebrote tierno, principalmente en las horas tempranas de la mañana. También se han reportado intoxicaciones por altas concentraciones de HCN en el pasto Estrella de

África, aunque en el estado de Tabasco, en donde existe una amplia superficie explotada con este pasto, no se han encontrado indicios de toxicidad.

### Nitratos

Algunas plantas forrajeras acumulan nitratos ( $\text{NO}_3$ ) a un nivel tóxico para los animales. La mayor cantidad de éstos se acumula en la parte basal del tallo, siendo considerada la porción tóxica de la planta. La concentración de nitratos en las plantas que son fertilizadas puede aumentar cuando se suministran dosis altas de fertilizantes nitrogenados. En Brasil y Puerto Rico se indica que el pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*) puede causar toxicidad a los animales. El pasto Elefante también puede acumular nitratos.

### Taninos

Los taninos son compuestos fenólicos comunes en las leguminosas y arbustos, que se asocian a las proteínas y son responsables del sabor amargo y de la astringencia de algunas plantas, así como de la reducción del consumo voluntario y la digestibilidad de algunas especies forrajeras. Las plantas que contienen taninos pueden presentar efectos benéficos, como disminución de los problemas de meteorismo o timpanismo. Las leguminosas que contienen taninos protegen las proteínas de la acción de las bacterias del rumen, por lo que pasan directamente a otros compartimentos del estómago donde son degradadas y aprovechadas por el animal. Existen estudios relativamente recientes, en los cuales se ha encontrado que algunos taninos presentes en el follaje del cocuite y la yuca, tienen propiedades vermífugas para ciertos parásitos, principalmente gastrointestinales.

El meteorismo o timpanismo raramente ocurre en animales que pastorean leguminosas tropicales, con excepción de dolichos [*Lablab purpureus* (L.) Sweet], lo que está asociado con la presencia de proteínas que precipitan algunas especies de leguminosas, y en otras el bajo nivel de solubilidad de la proteína.

## Factores ambientales que modifican la calidad del forraje

El medio ambiente puede afectar el vigor de las plantas forrajeras, lo que tiene un efecto sobre el rendimiento de forraje y en menor proporción, modifica el valor nutritivo de los pastos.

### Temperatura

Las temperaturas óptimas para crecimiento de gramíneas forrajeras son de 30 a 35°C, mientras que las leguminosas tropicales requieren de 25 a 30°C; si éstas aumentan o disminuyen, producen plantas raquílicas, y si las diferencias son muy marcadas, pueden ocasionar su muerte. La temperatura alta afecta negativamente la calidad del forraje, mediante la modificación de la relación hoja/tallo y la disminución de la digestibilidad de la materia seca, ya que bajo estas condiciones, las plantas presentan una mayor concentración de paredes celulares o fibra.

### Sequía

Tanto la sequía como el exceso de agua debilitan a las plantas forrajeras, sin embargo, existen especies adaptadas a condiciones de exceso de humedad, como los pastos Pará, Alemán y Chetumal. La sequía es la principal limitante en el rendimiento de forraje, causa un retraso en la madurez de la planta, los tallos se acortan, y por consiguiente se incrementa la relación hoja/tallo, lo que mejora la calidad del forraje, ya que aumenta la proporción de hojas de las plantas, y por consiguiente, se tiene un mayor valor nutritivo y digestibilidad.

## Sombreo

Las plantas forrajeras frecuentemente se encuentran expuestas al sombreado por otras plantas que crecen en las praderas, ya sean gramíneas, leguminosas, malezas o árboles de sombra. Asimismo, en la explotación de pasturas en plantaciones forestales, se inducen diferentes grados de sombreado, el cual también ocurre en épocas o condiciones de alta nubosidad, como en la época de nortes en el Golfo de México.

Bajo estas condiciones, y sin llegar a niveles drásticos de sombreado, pueden ocurrir cambios en las plantas, como disminución en las tasas de crecimiento del forraje (aunque en ciertos casos se han obtenido incrementos del rendimiento) y alargamiento de hojas y tallos. Generalmente, las hojas afectadas por el sombreado son más delgadas y angostas que las que crecen a pleno sol. También se incrementan los contenidos de nitrógeno en las hojas, principalmente en las gramíneas, por lo que aumenta su valor nutritivo.

## Plagas

Las plagas tienen una fuerte influencia tanto en el rendimiento, como en la calidad del forraje; existen diferentes tipos de insectos, cuyos daños se describen a continuación:

**Defoliadores.** Dentro de éstos se tienen principalmente larvas o gusanos, chicharritas y chapulines, que son consumidores de follaje y yemas o puntos de crecimiento, lo cual disminuye el rendimiento y retrasa el crecimiento o rebrote de las plantas. Dependiendo de la magnitud del daño, se puede afectar la calidad del forraje, ya que algunas plagas como el gusano falso medidor (*Mocis latipes*), atacan a muchas especies de gramíneas forrajeras, y solamente dejan las ramas o esqueleto de las plantas. Aunque los defoliadores afectan en menor o mayor grado a las plantas forrajeras, por lo general no causan daños de consideración.

**Chupadores o removedores.** Este tipo de insectos son los más perjudiciales para las especies forrajeras tropicales. La mosca pinta o salivazo (*Prosapia simulans* y *Aeneolamia postica*) se considera el principal problema de las gramíneas forrajeras, ya que puede dañar fuertemente a algunas especies si no se toman medidas de prevención, o se les controla a tiempo. Este insecto succiona la savia de las plantas, y transfiere sustancias tóxicas o cáusticas que afectan tanto el rendimiento como el valor nutritivo. En las plantas afectadas por esta plaga, las concentraciones de proteína cruda y azufre disminuyen, y los contenidos de fibra aumentan en forma significativa (Cuadro 17), lo cual depende del grado de daño en la planta; además, el ganado no acepta ni consume plantas afectadas por la mosca pinta.

CUADRO 17. EFECTO DEL DAÑO POR MOSCA PINTA EN EL PORCENTAJE DE MATERIA SECA MUERTA Y EN LA CALIDAD DEL PASTO CHONTALPO O SEÑAL.

| DAÑO (%) | MATERIA SECA MUERTA (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) | FIBRA DETERGENTE NEUTRO (%) |
|----------|-------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 0        | 20                      | 9.0                | 67                          |
| 10       | 25                      | 8.3                | 74                          |
| 20       | 23                      | 7.1                | 71                          |
| 30       | 24                      | 6.1                | 71                          |
| 100      | 51                      | 2.6                | 74                          |

Fuente: Cárdenas (1995).

Es necesario señalar que las leguminosas se caracterizan por contener un nivel más alto de proteína y fósforo que las gramíneas, pero su contenido de carbohidratos solubles es más bajo, mientras que en los pastos sucede lo contrario, es decir, son ricos en carbohidratos y pobres en proteínas. Por esta razón, si se tiene una pradera de gramíneas, posiblemente sea necesario suplementar al animal con una fuente de nitrógeno, y si se tiene una pradera de leguminosas (banco de proteína), es posible que se tenga que proporcionar una fuente de energía; por lo tanto, para balancear la dieta y obtener mayores beneficios, tanto en la producción animal, como en la aportación de nitrógeno al suelo por parte de la

leguminosa, es recomendable la utilización de ambos tipos de plantas forrajeras (Figura 61).



Figura 61. Una pradera bajo conceptos ecológicos se compone de la asociación gramínea-leguminosa, y su uso por los animales.

# FERTILIZACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES

La fertilización de praderas tiene como objetivo reabastecer los nutrientes del suelo removidos por las plantas, y que el animal consume directa o indirectamente, para transformarlo en carne o leche. La extracción de nutrientes depende del manejo de la pradera y de la especie forrajera, y con el tiempo puede acarrear deficiencias de algunos elementos esenciales, que deben reponerse al suelo para mantener una producción de forraje estable a través del tiempo.

Diversas características edáficas pueden influir sobre el rendimiento del forraje, entre las más importantes se encuentran: nivel de fertilidad, textura, humedad, aireación y algunas condiciones especiales como acidez, alcalinidad, salinidad, toxicidad, erosión y pendiente.

Para su desarrollo óptimo, las especies forrajeras requieren la presencia en el suelo de diferentes cantidades de elementos primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), elementos secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (hierro, manganeso, zinc, cobre, cobalto, molibdeno y boro).

La planta obtiene estos nutrientes del suelo, y son indispensables en mayor o menor proporción para su desarrollo óptimo, por lo que se consideran como elementos esenciales, debido a las siguientes razones:

1. La deficiencia de uno o más de los elementos esenciales impide o dificulta que la planta finalice su ciclo vegetativo.
2. Los síntomas de deficiencia son específicos de cada elemento, y se previenen o se corrigen solamente al suministrar él o los elementos de los que existe deficiencia.

3. Cada elemento tiene funciones específicas en las plantas, pero además de nutrirlos puede tener efectos en la corrección biológica y química del suelo o del medio de cultivo.

En el Cuadro 18 se mencionan brevemente las funciones de cada uno de los elementos, los síntomas que su deficiencia ocasiona en la planta y las formas de corregirla.

CUADRO 18. FUNCIONES DE ELEMENTOS PRIMARIOS O MACRONUTRIMENTOS Y PRINCIPALES FUENTES PARA CORREGIR SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA EN PLANTAS.

| ELEMENTO                                 | FUNCIONES  | SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA  | CORRECCIÓN  |
|--|--|--|---|
| Nitrógeno (N)                            | Forma parte de las proteínas y la clorofila; fomenta un rápido crecimiento; aumenta el contenido de proteína y proporciona el color verde a las plantas.   | Color amarillento, menor crecimiento y secamiento de las hojas de la base hacia arriba. Necrosis de las puntas de las hojas viejas.  | Aplicación de urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio en asociación con leguminosas y de abonos orgánicos.      |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Constituyente del ácido nucleico, fosfolípidos y fitina; actúa en la formación de semilla y activa las bacterias que actúan en la fijación de nitrógeno en las leguminosas. Almacenamiento y transporte de energía.                                  | Reducción del crecimiento y senescencia precoz. Coloración púrpura en hojas y tallos.<br>Bajo rendimiento de semillas.   | Aplicación de superfosfato de calcio simple y triple, o roca fosfórica.<br>Aplicaciones de estiércol.               |
| Potasio (K <sub>2</sub> O)               | Proporciona vigor y resistencia a las enfermedades, aumenta el tamaño de granos y semillas; produce paja y rastrojo fuertes; previene el acame y regula la actividad osmótica y enzimática.  | Menor crecimiento, semillas vanas, clorosis (amarillamiento), necrosis y secamiento de los bordes y puntas de las hojas. Menor fijación de nitrógeno.                        | Aplicaciones de cloruro o sulfato de potasio. Aplicaciones de estiércol.  |
| Azufre (S)                               | Constituyente de las proteínas. Participa en la formación de clorofila. Síntesis de vitaminas y desarrollo de la planta; activa la formación de nódulos en las raíces de las leguminosas, promueve el desarrollo radical y la producción de semilla. | Menor crecimiento y fijación de nitrógeno. Clorosis que inicia en hojas jóvenes y se extiende a toda la planta. Desarrollo lento y raquítico. Necrosis foliar.               | Aplicación de azufre, o bien fertilizantes que contengan azufre (superfosfato de calcio simple, sulfato de amonio). |
| Calcio (Ca)                              | Constituyente de la pared celular; promotor del desarrollo de las raíces; activa los puntos de crecimiento, afecta la absorción de otros nutrientes y ayuda a corregir la acidez del suelo.  | Menor crecimiento (especialmente raíces). Amarillamiento de hojas nuevas (marginal e intervalal). Muerte de yemas. Disminución de la fijación de nitrógeno. Hojas arrugadas. | Aplicaciones de cal agrícola.   |
| Magnesio (Mg)                            | Constituyente de la clorofila. Portador de fósforo en la planta, regulador de la absorción y asimilación de otros elementos; ayuda a la translocación de almidones.  | Pérdida del color verde. Las venas de las hojas permanecen verdes. Tallos débiles. Las hojas tiernas permanecen cerradas. Las puntas de las hojas viejas se necrosan.        | Aplicaciones de cal dolomítica al suelo; sulfato de magnesio en aspersión al follaje.                               |
| Cobre (Cu)                               | Activador de enzimas que intervienen en la respiración y crecimiento vegetal; actúa como catalizador en la formación de aminoácidos y proteínas, e interviene en la fotosíntesis.  | Clorosis en hojas jóvenes. Reducción del crecimiento. Necrosis y caída de hojas.   | Aplicar sulfato de cobre al suelo, o quelato de cobre en aspersión al follaje.                                      |

Continúa... CUADRO 18. FUNCIONES DE ELEMENTOS PRIMARIOS O MACRONUTRIMENTOS Y PRINCIPALES FUENTES PARA CORREGIR SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA EN PLANTAS.

| ELEMENTO       | FUNCIONES  | SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA   | CORRECCIÓN  |
|----------------|--|---|---|
| Zinc (Zn)      | Actúa en los sistemas enzimáticos de la respiración; es importante en la síntesis de proteínas y reguladores del crecimiento como las auxinas.   | Clorosis intervenal de las hojas jóvenes, acentuado en las puntas y bordes foliares, que se vuelven quebradizos y de tamaño reducido. En leguminosas abundancia de rebrotes, hojas débiles y cloróticas. En gramíneas acortamiento de entrenudos y coloración rojiza. | Aplicación de sulfato de zinc al suelo o quelato de zinc en aspersión al follaje. |
| Hierro (Fe)    | Formación de clorofila y de hemoglobina en los nodulos de leguminosas; portador de electrones en los procesos bioquímicos (respiración, fotosíntesis, oxidación-reducción de nitratos y sulfatos). | Clorosis intervenal de hojas jóvenes, que pierden su turgencia y se vuelven flácidas. En casos severos las hojas toman un color casi blanco, especialmente las jóvenes. Escaso crecimiento y espigamiento prematuro. Menor fijación de nitrógeno.                     | Aplicación de quelatos de hierro. Sulfato de hierro. Aspersión al follaje.        |
| Boro (B)       | Participa en el desarrollo de tejido meristemático de tallos y raíces. Regula la relación potasio-calcio. Está involucrado con la absorción y uso eficiente de calcio por las raíces.              | Necrosis y muerte de hojas jóvenes y del tejido meristemático (yemas). Deformación de las hojas, ya que hay mayor crecimiento en una de sus caras. Enroscamiento de hojas. Los brotes nuevos crecen deformes y arrugados.   | Aplicación de bórax. Aspersión al follaje.  |
| Molibdeno (Mo) | Esencial para la fijación de nitrógeno por las leguminosas. Interviene activamente en la reducción de los nitratos, y por lo tanto, en la formación de las proteínas.                              | Clorosis provocada por la reducción de la síntesis de clorofila. Necrosis de los márgenes de las hojas, causada por la acumulación de nitratos. Reducción del crecimiento y fijación de nitrógeno.  | Encalar el suelo con cal dolomítica o calcaíta. Aspersión al follaje.             |
| Manganeso (Mn) | Está estrechamente relacionada con la del hierro; ayuda en la formación de clorofila. Aumenta el aprovechamiento de calcio, magnesio y fósforo.  | Clorosis y menor crecimiento. Hojas de color verde claro con las venas verdes. Manchas amarillo-verdosas en las hojas viejas.   | Aplicaciones foliares.  |

Continúa... CUADRO 18. FUNCIONES DE ELEMENTOS PRIMARIOS O MACRONUTRIMENTOS Y PRINCIPALES FUENTES PARA CORREGIR SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA EN PLANTAS.

| ELEMENTO     | FUNCIONES  | SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA   | CORRECCIÓN  |
|--------------|--|---|---|
| Cobalto (Co) | Requerido por las bacterias de <i>Rhizobium</i> para la fijación de nitrógeno por las leguminosas. Actúa en la formación de hemoglobina, necesaria para la formación de nitrógeno. | Menor crecimiento y fijación de nitrógeno.  | Aplicaciones de sulfato de cobalto.   |
| Cloro (Cl)   | Estimula la fotosíntesis. Necesario para el transporte de carbohidratos.   | Raíces menos desarrolladas, marchitamiento y clorosis.  | Aplicaciones de cloruro de calcio o de sodio, mezclado con los fertilizantes. |
| Sodio (Na)   | Necesario para la fotosíntesis en plantas C4 y CAM. Puede sustituir parcialmente al potasio en algunas funciones. Forma parte de algunos sistemas enzimáticos.                     | Disminución del crecimiento. Amarillamiento. Reducción del tamaño y cantidad de hojas. Necrosis blanca en las puntas y márgenes de los cotiledones. Pérdida de turgencia. | Aplicaciones de nitrato chileno o cloruro de sodio.                           |

Fuente: Paulino et al. (1987), PPI (1988), Whiteman (1980).

## Tasa de extracción de nutrimentos en especies forrajeras bajo corte

Cuando se elimina la vegetación natural, los suelos del trópico quedan sujetos a la acción del medio ambiente, principalmente del viento, la temperatura y la precipitación, lo cual provoca pérdidas significativas de nutrientes por lixiviación y arrastre. A pesar de que las pasturas ayudan en cierta forma a mantener la estabilidad y fertilidad del suelo, éste se empobrece progresivamente, lo cual se acentúa más conforme se intensifica el uso y aprovechamiento de las pasturas de alto rendimiento de forraje, que requieren de elevadas cantidades de nutrimentos para poder manifestar su potencial productivo.

El rendimiento de forraje tiene una relación directamente proporcional a la extracción de nutrimentos de un suelo, es decir, a mayor cantidad de forraje producido, mayor tasa de extracción de nutrimentos. Sin embargo, las tasas de extracción de nutrimentos del suelo, dependen de su nivel de fertilidad, de la especie forrajera, de las condiciones climáticas de la región y de la cantidad y distribución de los fertilizantes aplicados.

Las gramíneas forrajeras tienen un amplio rango de adaptación, ya que pueden crecer en diversos tipos de suelos, pero sus necesidades nutrimentales difieren significativamente entre especies. Por ejemplo, una especie forrajera con altos requerimientos, como el pasto Estrella de África, puede establecerse en suelos de baja fertilidad, pero si no se fertiliza, su persistencia se reduce en pocos años. Por ello es importante seleccionar la especie más adecuada al tipo de suelo en donde se va a sembrar.

Los elementos extraídos anualmente en un suelo explotado con forrajes bajo corte, y manejados intensivamente, bajo condiciones óptimas de explotación, se muestran en el Cuadro 19, en donde pueden apreciarse grandes diferencias en la extracción de elementos entre especies y en producción de forraje. El elemento que la planta extrae en mayor cantidad es el potasio, con un promedio de 454 kilogramos por hectárea por año, seguido del nitrógeno con 345 kilogramos por hectárea por año. Los otros elementos son

extraídos en cantidades menores; en orden descendente figuran: calcio, magnesio y fósforo, con tasas de extracción de 135, 80 y 57 kilogramos por hectárea por año, respectivamente.

**CUADRO 19. RENDIMIENTO DE FORRAJE (MS) Y TASAS DE EXTRACCIÓN DE NUTRIMENTOS EN DIFERENTES PASTOS Y LEGUMINOSAS TROPICALES COSECHADOS BAJO CORTE.**

| ESPECIES              | MS<br>(t/ha/año) | N          | P          | K           | Ca          | Mg          |
|-----------------------|------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                       |                  |            |            |             |             |             |
| Estrella de África*   | 28.3             | 388        | 65         | 469         | 151         | 54          |
| Elefante*             | 28.2             | 336        | 72         | 564         | 108         | 71          |
| Privilegio*           | 25.8             | 323        | 49         | 407         | 167         | 111         |
| Pangola*              | 26.5             | 335        | 53         | 400         | 122         | 75          |
| Pará*                 | 26.9             | 344        | 48         | 429         | 129         | 88          |
| <b>Promedio</b>       | <b>27.14</b>     | <b>345</b> | <b>57</b>  | <b>454</b>  | <b>135</b>  | <b>80</b>   |
| Señal**               | 13.2             | -          | 12         | 94          | 53          | 61          |
| Llanero**             | 7.9              | -          | 4          | 37          | 17          | 14          |
| Chetumal***           | 8.3              | -          | 7          | 89          | 22          | 22          |
| Insurgente***         | 9.1              | -          | 10         | 68          | 33          | 27          |
| Privilegio**          | 8.4              | -          | 8          | 96          | 27          | 27          |
| <b>Promedio</b>       | <b>9.38</b>      | <b>-</b>   | <b>8.2</b> | <b>70.8</b> | <b>30.4</b> | <b>30.2</b> |
| Kudzu***              | 5.3              | -          | 10         | 60          | 51          | 17          |
| <i>C. macrocarpum</i> | 3.2              | -          | 5          | 46          | 22          | 9           |
| <b>Promedio</b>       | <b>4.25</b>      | <b>-</b>   | <b>7.5</b> | <b>53</b>   | <b>36.5</b> | <b>3</b>    |

\*Fertilizados con 450, 73 y 450 kg de N, P y K/ha, respectivamente. Fuente: Chandler *et al.* (1983).

\*\*Fertilizados con 150 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Fuente: Spain (1981).

\*\*\*Fertilizados con 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 kg de K<sub>2</sub>O, 100 kg de Ca y 25 kg de Mg/ha/año. Fuente: Spain (1983).

Las dos leguminosas incluidas en el Cuadro 19 presentan una situación parecida a la de las gramíneas, aunque existen diferencias en los rendimientos de forraje. Cabe destacar, que las leguminosas son mayores consumidoras de calcio que las gramíneas.

Si los nutrimentos extraídos no se reintegran al suelo, en pocos años éste se empobrecerá y paulatinamente disminuirá el rendimiento de forraje; este aspecto es muy importante en aquellos forrajes que se manejan bajo corte, ya que para poder mantener una producción estable a través del tiempo, se requiere una retribución total del nutrimento extraído. Cuando el manejo de la pradera es bajo pastoreo, las cantidades a retribuir son menores, ya que bajo este sistema existe un reciclaje de nutrimentos, debido a que gran parte de los elementos consumidos por el animal son devueltos en las heces y orina.

### **Reciclaje de nutrimentos en praderas bajo pastoreo**

Se considera que las tasas de extracción de nutrimentos por el animal en pastoreo y transformadas en carne o leche, son relativamente bajas. Por cada 400 kilogramos de peso vivo, se extraen aproximadamente 9.5 kilogramos de nitrógeno, 5.4 kilogramos de calcio, 3.2 kilogramos de fósforo, 0.8 kilogramos de potasio, 0.6 kilogramos de azufre y 0.4 kilogramos de magnesio.

Las cantidades anteriormente señaladas son mínimas, y no se comparan con las tasas de extracción de nutrimentos bajo el sistema de corte; por esta razón, los requerimientos de fertilización de las praderas bajo pastoreo son menores a los de los pastos manejados bajo corte.

Como se indicó anteriormente, mediante el pastoreo existe un retorno de nutrimentos en forma de heces y orina, equivalente en promedio, al 80 por ciento del nitrógeno, fósforo y potasio ingeridos por los animales. El retorno de nutrimentos depende tanto del tipo de ganado (carne o leche), como de la cantidad consumida por el animal. Cuando se proporcionan suplementos nutricionales, las heces y orina suelen tener mayores contenidos de nutrimentos, lo cual está relacionado con el elemento suplementado y la

vía de excreción, ya que algunos nutrimentos son evacuados en altas cantidades por las heces, y otros por la orina (Cuadro 20).

**CUADRO 20. PROPORCIÓN DE FÓSFORO, CALCIO, POTASIO Y NITRÓGENO INGERIDO EN PASTURAS Y RETORNADO AL SUELO MEDIANTE LAS EXCRETAS EN GANADO DE CARNE.**

| ELEMENTO  | NUTRIENTOS RETORNADOS AL SUELO (%) |       |       |
|-----------|------------------------------------|-------|-------|
|           | HECES                              | ORINA | TOTAL |
| Fósforo   | 88                                 | 0     | 88    |
| Calcio    | 80                                 | 1     | 81    |
| Potasio   | 5                                  | 90    | 95    |
| Nitrógeno | 23                                 | 73    | 96    |

Fuente: Wilkinson y Lowrey (1973), Henzel y Ross (1973).

De esta manera, el fósforo y el calcio son retornados en las heces, el potasio retorna en su mayor parte en la orina, y el nitrógeno se distribuye en ambas vías de excreción, siendo mayor su deposición por la orina.

El ganado de carne es mucho menos extractivo con relación al ganado productor de leche, ya que retiene solamente el 5 por ciento del nitrógeno ingerido, mientras que el ganado lechero retiene del 15 al 20 por ciento. El fósforo retenido varía del 10 al 20 por ciento para los animales de carne, y del 25 al 30 por ciento para las vacas lecheras.

Una vaca de 400 kilogramos produce 3 kilogramos de materia seca de heces por día, lo que significa 1,095 kilogramos de materia seca de heces por año. Esto equivale a 33, 9 y 10 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio por vaca por año. Por otra parte, la cantidad de orina que produce la misma vaca es de 15 litros por día, equivalente a 5,475 litros por año, que aportan 55 y 60 kilogramos de nitrógeno y potasio por vaca por año.

Al sumar las cantidades obtenidas en las heces con las de la orina, se tiene que 88, 9 y 70 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio son devueltos al suelo. Sin embargo, debe considerarse que un 30 por ciento de los nutrimentos del estiércol y un 50 por ciento de los nutrimentos de la orina se pierden por diferentes vías. La fertilización de las praderas en pastoreo debería ser en cantidades bajas, debido a las altas tasas de retorno obtenidas por las excretas de los animales; sin embargo, es necesario considerar, que éstas no se distribuyen uniformemente sobre el terreno (Figura 62).



Figura 62. Montículos donde se depositaron las excretas (orina y estiércol), mediante las cuales, los animales retornan al suelo en forma natural la mayor parte de los nutrimentos que extraen del forraje.

El uso de los sistemas de pastoreo intensivo con cercos eléctricos, permite formar potreros pequeños, donde existe una distribución un poco más uniforme de las heces, pues reduce la deposición de los excrementos en caminos, corrales y bebederos. A pesar de esto, la fertilización es necesaria, dado que en este tipo de sistemas de manejo intensivo se emplea generalmente una mayor carga animal, y por consiguiente, existe mayor extracción de nutrimentos en forma de carne y leche.

En la Figura 63 se muestran los conceptos básicos del reciclaje de nutrimentos en el sistema suelo-planta-animal, en donde se presentan las entradas y salidas del sistema, así como la parte intermedia, en donde interviene el reciclaje (CIAT, 1991).

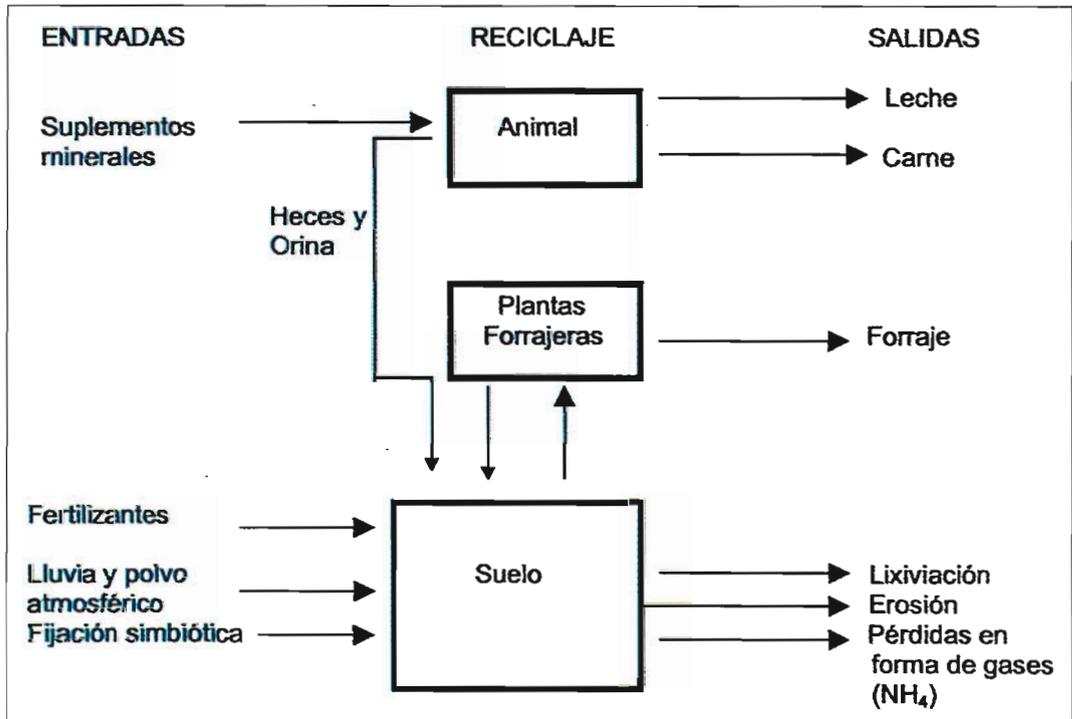


Figura 63. Elementos básicos en el reciclaje de nutrimentos en las sabanas tropicales.

## Pérdida de nutrimentos en el reciclaje

Aunque las praderas bajo pastoreo son sistemas de manejo estable y hasta cierto punto sustentable, es necesario considerar que existen pérdidas de nutrimentos durante el retorno y en las etapas subsiguientes a la mineralización de la materia orgánica contenida en las excretas del animal. Estas pérdidas pueden ser por alguna de las vías siguientes:

**Fijación de fósforo.** Es un proceso que se da principalmente en suelos ácidos, por el cual este elemento se convierte de una forma soluble e intercambiable, a otra mucho menos soluble y menos intercambiable, y aunque está presente en el suelo, se encuentra en formas no asimilables por la planta.

**Pérdidas por lixiviación.** La acción de lluvias abundantes como las que imperan en los trópicos, causa lavado y arrastre de nutrimentos, especialmente nitrógeno y potasio. Éstos no se aprovechan, ya que pueden ser arrastrados por el agua o depositados a profundidades del suelo en donde son inaccesibles para las raíces de las plantas forrajeras. Por esta vía, es posible perder hasta el 50 por ciento del nitrógeno y del 20 al 40 por ciento del potasio.

**Pérdidas por volatilización.** El nitrógeno contenido en la orina sufre grandes pérdidas por volatilización; las cantidades perdidas varían de acuerdo a la época del año, siendo mayores en la época seca. El nitrógeno contenido en la orina es más fácilmente disponible para la planta, en comparación al que contienen las heces.

## Formas de aplicación de fertilizantes

La aplicación al voleo es la forma más común de distribución de los fertilizantes en las praderas; puede ser manual (Figura 64) o mediante voleadoras adaptadas al tractor.



**Figura 64.** Aplicación manual de fertilizantes en las praderas, posterior a un chapeo.

Los fertilizantes también se pueden aplicar disueltos en el agua de riego. Cualquier forma de fertilizar es adecuada, siempre y cuando el fertilizante se distribuya uniformemente en la época y en las cantidades necesarias. Para que el fertilizante se aproveche bien, debe aplicarse cuando existan condiciones adecuadas de humedad; esto es importante para los fertilizantes nitrogenados, ya que si la humedad es escasa, no son aprovechados por las plantas, y se pierden por volatilización.

Para lograr una mayor eficiencia de los fertilizantes, especialmente los que contienen nitrógeno (que es el elemento que se pierde con mayor facilidad), es necesario dividir la dosis anual recomendada en tres partes iguales, y aplicar cada parte en un época distinta,

en lugar de hacer una sola aplicación; de esta forma se reducen pérdidas por volatilización, arrastre y lixiviación.

### **Momento de aplicación del fertilizante**

Se sugiere aplicar una parte del fertilizante un mes después del inicio de las lluvias, otra al final de éstas, y una tercera durante la época de nortes, aprovechando un norte húmedo; lo anterior puede ayudar a mitigar la falta de forraje durante la época seca. En las regiones del Pacífico, donde no existe la presencia de nortes, es recomendable dividir la dosis, y realizar al menos dos aplicaciones: una al inicio y la otra al final de la época de lluvias. Los fertilizantes con fósforo y potasio pueden aplicarse con la primera parte del nitrógeno, ya que no se pierden tan fácilmente como éste; esto debe hacerse después de un corte o pastoreo, para permitir una mayor asimilación de los nutrientes aplicados al suelo.

### **Fuentes de fertilizantes**

En el Cuadro 21 se presentan las diferentes fuentes de fertilizantes disponibles en el trópico de México; una muestra de ellas se presenta en la Figura 65.

CUADRO 21. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE ALGUNAS FUENTES DE FERTILIZANTES COMERCIALES EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| ELEMENTO/PRODUCTO                    | FÓRMULA  | CONCENTRACIÓN                             | OTROS ELEMENTOS                   | SOLUBILIDAD EN AGUA |
|--------------------------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------|
| <b>Nitrógeno</b>                     |  |   |                                   |                     |
| Urea                                 | $\text{CO}(\text{NH})_2$                             | 46% de nitrógeno                          |                                   | Alta                |
| Sulfato de amonio                    | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                         | 20.5% de nitrógeno                        | 13% de azufre                     | Media               |
| Nitrato de amonio                    | $\text{NH}_4 \text{NO}_3$                            | 33.5% de nitrógeno                        |                                   | Alta                |
| <b>Fósforo</b>                       |  |   |                                   |                     |
| Super fosfato de calcio simple (SPS) | $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4$ | 20% de $\text{P}_2\text{O}_5$             | 8 a 10% de azufre y 20% de calcio | Media               |
| Super fosfato de calcio triple (SPT) | $\text{Ca}(\text{H}_5\text{PO}_4)_2$                 | 46% de $\text{P}_2\text{O}_5$             | 3% de azufre                      | Media               |
| Roca fosfórica                       |  | 30% en adelante de $\text{P}_2\text{O}_5$ | 14% de calcio                     |                     |
| <b>Potasio</b>                       |  |   |                                   |                     |
| Sulfato de potasio                   | $\text{K}_2\text{SO}_4$                              | 50% de $\text{K}_2\text{O}$               | 18% de azufre                     | Media               |
| Cloruro de potasio                   | KCl  | 60% de $\text{K}_2\text{O}$               |                                   | Media               |
| <b>Calcio</b>                        |  |   |                                   |                     |
| Calcita                              | $\text{CaCO}_3$                                      | 32% de calcio                             | 3.4% de magnesio                  | Baja                |
| <b>Magnesio</b>                      |  |   |                                   |                     |
| Cal dolomita                         | $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$                      | 10 a 13% de magnesio                      | 22% de calcio                     | Baja                |

Fuente: Adaptado de Whiteman (1980), Young y Johnson (1982), Mortvedt (1982).



Figura 65. Fuentes de fertilizantes más comunes para aplicarse en las praderas tropicales.

**Nitrógeno.** Las fuentes más comunes de nitrógeno son la urea, el sulfato de amonio y el nitrato de amonio, que tienen concentraciones del 46, 20.5 y 33.5 por ciento de nitrógeno, respectivamente. Estas fuentes tienen diferente efecto sobre el pH del suelo; la urea tiene un comportamiento ligeramente acidificante, la reacción del sulfato de amonio es fuertemente ácida y la del nitrato de amonio ligeramente alcalina. Por lo anterior, en caso de tener suelos ácidos (pH menor a 6) se recomienda utilizar urea y nitrato de amonio; en este tipo de suelos, el sulfato de amonio reduce el pH, lo que acentúa el problema de acidez, pues en su molécula contiene el ion sulfato, que provoca una desbasificación del suelo, liberando grandes cantidades de manganeso y aluminio

intercambiable, elementos que en grandes concentraciones pueden ser tóxicos para algunas especies forrajeras.

**Fósforo.** Existen tres fuentes comerciales de fertilizante para este elemento: el difosfato de amonio (DAP) que contiene 18 por ciento de nitrógeno y 46 por ciento de  $P_2O_5$ , el superfosfato de calcio triple (SFT con 46 por ciento de  $P_2O_5$ ) y el superfosfato de calcio simple (SFS con 20 por ciento de  $P_2O_5$ ). Este último tiene un contenido de 8 a 10 por ciento de azufre, por lo que en algunos casos es recomendable aplicarlo en suelos con deficiencias de este elemento.

**Roca fosfórica.** Es una fuente potencial de fósforo para fertilizar pasturas, que presenta ventajas económicas y agronómicas, sobre las dos fuentes antes mencionadas, aunque no es fácil de adquirir. Su costo por unidad de fósforo es de tres a cinco veces menor que el SFT y SFS, y tiene baja reactividad en el suelo (es decir su liberación es gradual); su residualidad hace que la disponibilidad de fósforo sea mayor a la de las fuentes solubles.

**Potasio.** Las fuentes disponibles de potasio son: cloruro de potasio (60 por ciento de  $K_2O$ ) y sulfato de potasio (50 por ciento de  $K_2O$ ), el cual además contiene 18 por ciento de azufre. Se puede utilizar cualquiera de estas dos fuentes para la fertilización de pastos, la única restricción es la disponibilidad y el precio en el mercado.

## Encalado de suelos ácidos para la producción de pastos

Aunque existen algunas especies de gramíneas forrajeras (Señal o Chontalpo, Chetumal, Insurgente, Isleño, Llanero, Pangola y algunos cultivares de *Megathyrsus maximus*) y de leguminosas (kudzú, cacahuatillo y algunas especies de *Centrosema*) adaptadas a condiciones de acidez extrema del suelo, conviene aplicar cal agrícola (caliza o preferentemente dolomita) en cantidades de 500 a 1,000 kilogramos por hectárea, con la

finalidad de disminuir los efectos de fijación de fósforo, y proporcionar calcio y magnesio como nutrimentos, y como amortiguadores de la toxicidad de aluminio y manganeso que presentan algunos suelos ácidos del sureste del país. De esta forma se logra mejorar la disponibilidad o asimilación de otros elementos, ya sea que se encuentren en el suelo, o se incorporen como fertilizantes.

### **Frecuencia y época para las aplicaciones de cal**

En siembras nuevas, la aplicación de cal debe realizarse de tres a seis meses antes de la siembra, para que pueda reaccionar con el suelo, y puede hacerse en forma manual o mecanizada (Figura 66). La cal debe distribuirse de manera uniforme sobre el terreno e incorporarse con un paso de rastra, inmediatamente después de aplicada.

En praderas establecidas, la cal debe aplicarse al voleo después de un pastoreo intensivo; se recomienda hacerlo en plena época lluviosa, para que la precipitación la incorpore por arrastre y lixiviación a la capa superficial del suelo. Conviene mencionar que la incorporación es más lenta que en las siembras nuevas, y por consiguiente alcanza las capas profundas del suelo a muy largo plazo. De preferencia se debe emplear cal dolomita, ya que ésta aporta al suelo tanto calcio como magnesio, pero sobre todo, guarda la relación más apropiada de ambos nutrientes.

La cal también puede aplicarse después de las quemadas de las praderas, al quedar desnudo el suelo, o al realizar alguna labor de descompactación o rastreo de las mismas. Para evitar su pérdida, debe evitarse su aplicación en épocas en donde ocurran vientos fuertes.

Para decidir la frecuencia de las aplicaciones de cal, debe considerarse el pH del suelo, o bien, realizarlas cada dos o tres años, con la finalidad de corregir las deficiencias que pudieran presentarse, debido a que la mayoría de las pasturas extraen grandes cantidades de cationes básicos.



Figura 66. Aplicación e incorporación de cal en suelos ácidos.

### Fuentes de calcio

Existen diversas fuentes de cal en el mercado, las cuales se presentan en el Cuadro 22, en donde se aprecian las fuentes de origen y su equivalente en carbonato de calcio puro o valor neutralizante; todos los materiales tienen un valor neutralizante similar o superior al carbonato de calcio. También se presentan las equivalencias de cada una de las fuentes, en comparación con 100 kilogramos de cal pura.

CUADRO 22. FUENTES Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ENCALANTES.

| MATERIAL            | FÓRMULA                               | FUENTE                         | VALOR<br>NEUTRALIZANTE<br>(Equiv. % de<br>CaCO <sub>3</sub> ) | EQUIVALENCIA | OBSERVACIONES  |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|--------------|--|
| Carbonato de calcio | CaCO <sub>3</sub>                     | Piedra caliza, conchas marinas | 100<br>80 a 88  | 100          | Puede utilizarse con éxito en suelos ricos en magnesio en aplicaciones iniciales.  |
| Cal dolomita        | CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> | Piedra caliza dolomítica       | 95 a 108  | 86           | Compuestos con un contenido de 15 a 20 por ciento de MgCO <sub>3</sub> , que son aceptables para estos fines.                                |
| Cal hidratada       | Ca(OH) <sub>2</sub>                   | Piedra caliza                  | 134   | 82           | Conocida en la construcción como calhidra o cal apagada. Es difícil de manejar, de efecto neutralizante muy violento y bajo efecto residual. |
| Óxido de calcio     | CaO                                   | Cal quemada                    | 150   | 64           | Conocida como cal viva, de reacción inmediata, requiere incorporarla al suelo porque se endurece rápidamente haciéndose inefectiva.          |

Fuente: Adaptado de Bowen y Krantky (1989).

**Tamaño de partícula.** Este factor es de suma importancia, ya que de ello depende su rapidez de reacción en el suelo. Las partículas pequeñas, con una finura tal que el 100 por ciento de ellas pase la malla 80, son suficientes para tener una reacción rápida, pero tienen un efecto muy corto, mientras que las partículas de cal más gruesas tienen la desventaja de reaccionar lentamente, y en ocasiones no reaccionan.

**Pureza del material.** El material debe tener un mínimo de impurezas; generalmente se considera como bueno, aquel que tiene entre un 98 y 99 por ciento de  $\text{CaCO}_3$  o su equivalente en  $\text{MgCO}_3$ .

Cuando se tengan evidencias de deficiencia o niveles bajos de magnesio en el suelo, es más recomendable aplicar cal dolomítica, que contiene calcio y magnesio; este último en una proporción de más del 15 por ciento.



# RESPUESTA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS A LA FERTILIZACIÓN

En México y otras partes del mundo, se han realizado experimentos de campo bajo corte, para estimar la respuesta de las plantas forrajeras a diferentes dosis de fertilización sobre el rendimiento de forraje (Figura 67).



Figura 67. Panorámica de una prueba de fertilización de pastos para determinar la respuesta en producción de forraje.

Aunque los resultados son variables, en la mayoría de los casos, con la aplicación de fertilizantes se obtienen incrementos en el rendimiento de materia seca y en el valor nutritivo de los pastos. Los elementos que más se han estudiado son: nitrógeno, fósforo y

potasio; el resto de los elementos, por requerirse en pequeñas cantidades y no manifestar una respuesta contundente sobre el rendimiento de los pastos, han sido menos estudiados.

## Respuesta a nitrógeno

La mayoría de los estudios, especialmente de los pastos cultivados, indican una fuerte respuesta al nitrógeno en diferentes tipos de suelo y clima. En la Figura 68, se muestra la respuesta de diferentes pastos a la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno.

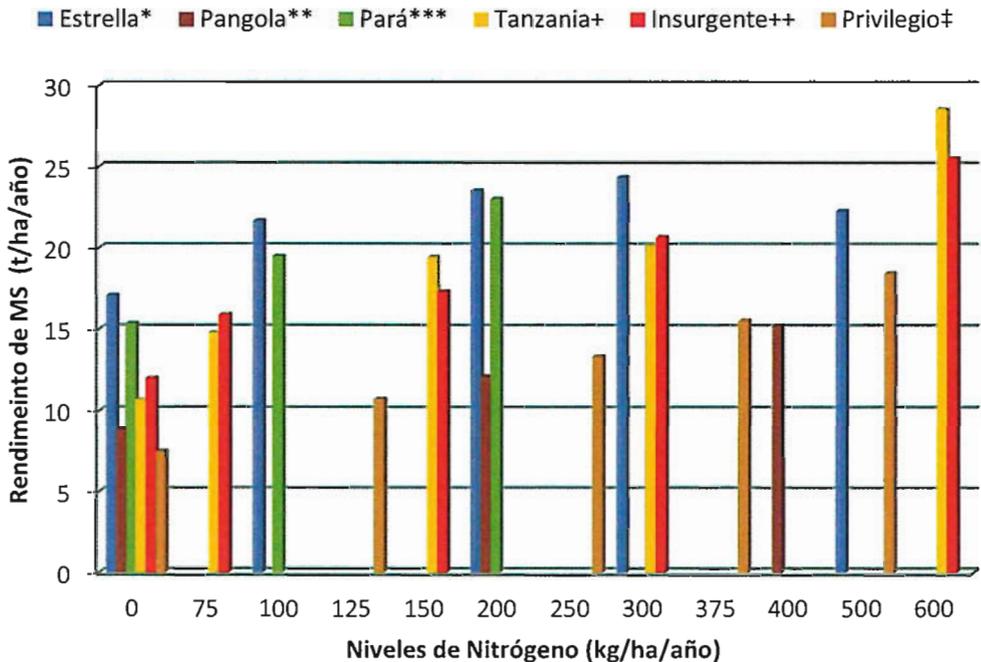


Figura 68. Respuesta de varios pastos a la fertilización nitrogenada bajo diferentes condiciones de clima y suelo del trópico de México.

Fuente: \*Meléndez *et al.* (1980), \*\*Enríquez (1986), \*\*\*Enríquez (1987a), +López (1996), ++López (1997), ‡Cigarroa (1983).

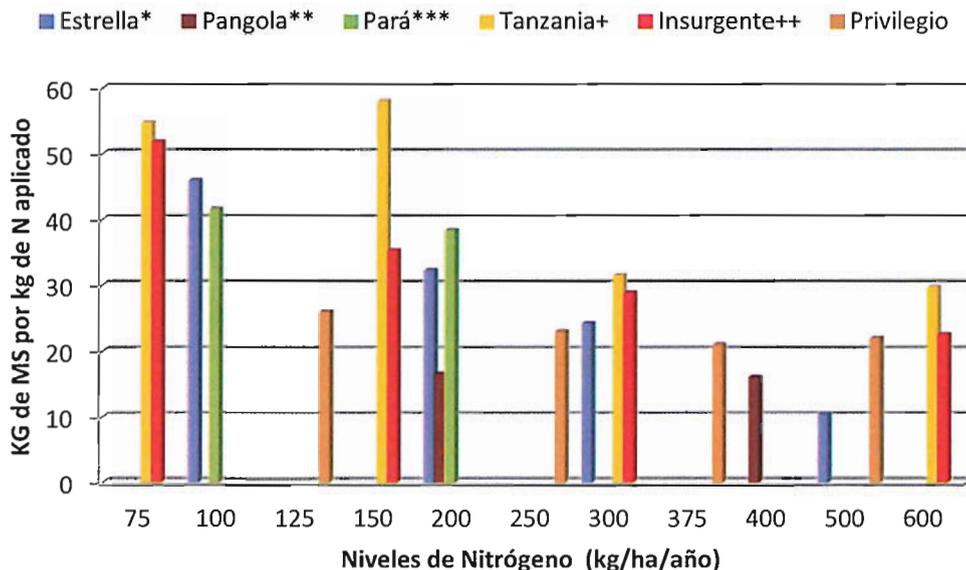
Posiblemente este elemento es el más deficiente en los suelos del trópico, y por lo tanto el más necesario para incrementar los rendimientos de forraje, ya que en la mayoría de los pastos, al aumentar la cantidad de nitrógeno se obtiene respuesta positiva en el rendimiento. Como excepción se tiene al pasto Chontalpo, el cual obtuvo su respuesta máxima con la aplicación de 200 kilogramos de nitrógeno.

La respuesta a este elemento es diferente en cada condición de clima, suelo y especie o cultivar forrajero, lo que depende de una u otra forma de la capacidad de respuesta del pasto y de la fertilidad natural del suelo, es decir, que se espera una mayor respuesta en un suelo deficiente o pobre, con relación a un suelo de mediana a alta fertilidad.

El nitrógeno es el mineral responsable de la formación de las proteínas en los pastos, por lo tanto, al fertilizar una pradera se obtiene el beneficio de incrementar el contenido de éstas. La magnitud de los incrementos de proteína se puede observar en el capítulo de valor nutritivo. Sin embargo, hay que destacar que la finalidad principal de las aplicaciones de este nutriente, es aumentar los rendimientos de forraje.

### **Eficiencia en la utilización de nitrógeno**

La eficiencia de utilización del nitrógeno (kilogramos de materia seca producida por kilogramo de nitrógeno aplicado), depende de la magnitud de respuesta de la planta a este elemento. Una situación muy común es la producción de mayores cantidades de forraje a dosis más altas, conocida como respuesta lineal a la aplicación de este elemento. Conforme se incrementa la dosis de fertilización, la eficiencia en la utilización disminuye, es decir, los kilogramos de forraje producidos por kilogramo de nitrógeno aplicado, son mayores con los niveles más bajos, mientras que al aplicar mayores dosis de fertilizante, la cantidad de forraje producido por kilogramo de nitrógeno es menor (Figura 69).



**Figura 69.** Eficiencia de utilización del nitrógeno por diferentes pastos en el trópico de México.

Fuente: \*Meléndez *et al.* (1980), \*\*Enríquez (1986), \*\*\*Enríquez (1984), †López (1996), ††López (1997), †Cigarroa (1983).

Es necesario mencionar que la producción de forraje varía entre años, y por lo tanto, también cambia la eficiencia de utilización del fertilizante. Una muy buena conversión es de 50 kilogramos de materia seca por kilogramo de nitrógeno aplicado al suelo.

## Respuesta a fósforo

Existen variaciones en la respuesta que se obtiene al fertilizar las praderas con fósforo; en la mayoría de los casos, los incrementos en los rendimientos de forraje son ligeros en los niveles bajos, aumentando la respuesta con el nivel máximo aplicado. En la Figura 70 puede apreciarse que la respuesta a este elemento varía en cada pasto y tipo de suelo (ver

diferencias en el pasto Chontalpo en suelos de sabana abierta y suelos de lomerío de Huimanguillo, Tabasco), y en ocasiones no se manifiesta un efecto en el rendimiento (pasto Estrella de África), o bien, a niveles altos se ocasionan decrementos en el rendimiento de forraje. Lo anterior se encuentra asociado a la disponibilidad de este nutrimento en el suelo, en donde se obtiene una respuesta mayor en suelos deficientes.

■ Estrella\* ■ Pangola\*\* ■ Pará\*\*\* ■ Chontalpo† ■ Chontalpo‡ ■ Privilegio⊠

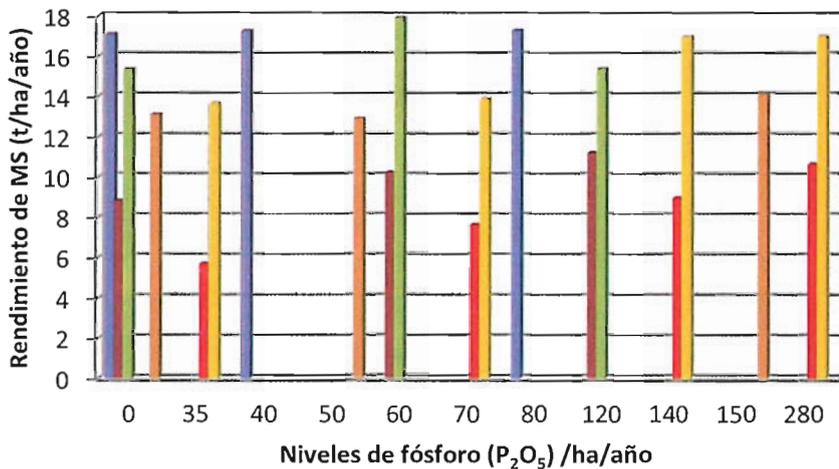


Figura 70. Respuesta de varios pastos a la fertilización fosfórica bajo diferentes condiciones de clima y suelo del trópico de México.

Fuente: \*Meléndez *et al.* (1980), \*\*Enríquez (1986), \*\*\*Enríquez (1987), †Pastrana (1993), ⊠Cigarroa (1983).

Dependiendo del tipo de suelo, en las leguminosas forrajeras tropicales es común encontrar respuesta a las aplicaciones de fósforo, y esto es más frecuente en suelos ácidos. Este nutriente es esencial para obtener una eficiente fijación del nitrógeno atmosférico, a través de las bacterias que viven en simbiosis en las raíces de las plantas leguminosas.

## Respuesta a potasio

En México son escasos los estudios realizados para determinar el efecto del potasio sobre el rendimiento de materia seca de los pastos, y la respuesta obtenida al aplicar este elemento es poco significativa. En el Cuadro 23, se muestran incrementos bajos en el rendimiento de materia seca, independientemente del tipo de pasto y suelo. Es probable que los suelos donde se realizaron estos estudios no fueran deficientes en potasio, o bien, primero deberían de cubrirse las necesidades de nitrógeno y fósforo para encontrar respuesta en las plantas a este elemento. Sin embargo, cuando se hace una utilización intensiva de los pastos, es posible que a mediano plazo, se puedan presentar deficiencias de potasio, ya que este nutriente es el que en mayor cantidad extraen los pastos tropicales (ver Cuadro 19).

**CUADRO 23. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (t/ha/AÑO) DE DIFERENTES GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE POTASIO EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| PASTO              | NIVELES DE POTASIO (kg/ha/AÑO) |       |       |      |       |       | OBSERVACIONES   |
|--------------------|--------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|---|
|                    | 0                              | 50    | 100   | 150  | 200   | 250   |   |
| Estrella de África | 19.6                           | 18.6  | 22.8  | 22.4 | 18.33 | 20.84 | Suelos de aluvión + 200 kg de nitrógeno en Tabasco 1/ |
| Estrella de África | 24.4                           |       | 25.6  |      | 28.6  |       | Suelos Acrisoles de Tabasco. 1/                       |
| Pará               | 15.32                          | 15.97 | 13.74 |      |       |       | Suelos Fluvisoles de Veracruz 2/                      |
| Pangola            | 4.54                           |       | 4.97* |      |       |       | Suelos Acrisoles de Veracruz 2/                       |
| Pangola            | 8.03                           |       | 7.98* |      |       |       | Suelos Acrisoles de Veracruz 2/                       |

Fuente: 1/ Meléndez *et al.* (1980), 2/ Enríquez (1986). \*Corresponden a un nivel de potasio de 120 kilogramos por hectárea.

Al parecer, la respuesta más significativa en cualquier tipo de pasto y suelo se debe a las aportaciones de nitrógeno, mientras que la respuesta a fósforo y potasio en forma independiente es baja, y en ocasiones no se observa ningún efecto. Sin embargo, las

producciones más altas de forraje se han obtenido cuando se aplican principalmente nitrógeno y fósforo, y en algunas ocasiones cuando se fertiliza con nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que al realizar la fertilización de las praderas, es necesario considerar la aplicación de estos tres nutrientes, o al menos los dos primeros.

## Fertilización con abonos orgánicos

El uso de abonos orgánicos, especialmente de estiércol en pastos (Figura 71), no es común en el trópico mexicano; aunque es una posibilidad, por las formas de explotación animal predominantes en el trópico, es difícil obtenerlos en grandes cantidades.



**Figura 71.** La aplicación de abonos orgánicos adiciona nutrientes al suelo y mejora sus características físicas y químicas.

Se puede emplear estiércol de bovinos, cerdaza, pollinaza o gallinaza. Debido a que los dos últimos tienen buen contenido de nutrientes, también se usan en la alimentación de bovinos, lo cual ha ocasionado un incremento en su precio en los últimos años,

principalmente en estados del sureste, donde la explotación de aves en granjas no es una actividad de importancia. La respuesta de los pastos a las aplicaciones de heces de bovinos y aves se puede observar en los Cuadros 24 y 25; con la adición del estiércol, no únicamente se duplicaron las producciones de materia seca del pasto Pangola, sino que también se mejoraron los contenidos de fósforo, potasio y materia orgánica del suelo, situación que no ocurrió, por ejemplo, al emplear fertilizante nitrogenado.

**CUADRO 24. EFECTO DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE DE PASTO PANGOLA.**

| TRATAMIENTO                                 | MATERIA SECA<br>(t/ha/año) | CONTENIDO EN EL SUELO                  |                                |                         |
|---|----------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
|   |                            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(ppm) | K <sub>2</sub> O<br>(mg/100 g) | MATERIA<br>ORGÁNICA (%) |
| Testigo                                     | 6                          | 37                                     | 7.4                            | 2.2                     |
| Estiércol (21 t/ha)                         | 12.3                       | 637                                    | 24.5                           | 3                       |
| Nitrógeno (300 kg/ha)                       | 14.7                       | 40                                     | 4.3                            | 2.2                     |
| Estiércol + nitrógeno (21 t +<br>300 kg/ha) | 17.6                       | 352                                    | 18.6                           | 3.1                     |

Fuente: Adaptado de Crespo et al. (1979).

**CUADRO 25. RESPUESTA DEL PASTO TAIWÁN A LAS APLICACIONES DE POLLINAZA EN UN SUELO ACRISOL DE TABASCO.**

| POLLINAZA<br>(t/ha/año) | RENDIMIENTO DE<br>MATERIA SECA (t/ha/año) |
|-------------------------|---|
| Testigo                 | 16.8                                      |
| 1                       | 18.1                                      |
| 3                       | 26  |
| 6                       | 29.9                                      |

Fuente: Camarena (1986).

Con relación a lo anterior, con la adición de 3 toneladas de pollinaza por hectárea se incrementó en un 70 por ciento la producción del pasto Taiwán. El problema actual para emplear esta fuente, es su disponibilidad baja y costos altos.

## Análisis de suelo para la explotación de pastos

Con la finalidad de tener una base al interpretar los análisis de suelos para explotar pastos, se han desarrollado trabajos de calibración, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 26.

**CUADRO 26. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS CON DIFERENTE NIVEL DE ACIDEZ Y FERTILIDAD NATURAL PARA ESTABLECER PASTURAS TROPICALES.**

| PARÁMETRO DEL SUELO                           | NIVEL DE ACIDEZ (A) Y FERTILIDAD (F) |           |             |                   |          |
|---|--------------------------------------|-----------|-------------|-------------------|----------|
|   | (A)                                  | MUY ÁCIDO | ÁCIDO       | LIGERAMENTE ÁCIDO | NEUTRO   |
|   | (F)                                  | BAJA      | MEDIA       | ALTA              | MUY ALTA |
| pH  | <                                    | 4.5       | 4.5 a 5.5   | 5.5 a 6.5         | > 6.5    |
| Fósforo (ppm) <sup>α</sup>                    | <                                    | 2         | 2 a 5       | 5 a 10            | > 10     |
| Potasio (meq/100g) <sup>α&amp;α</sup>         | <                                    | 0.05      | 0.05 a 0.1  | 0.1 a 0.15        | > 0.15   |
| Magnesio (meq/100g) <sup>α&amp;α</sup>        | <                                    | 0.08      | 0.08 a 0.12 | 0.12 a 0.2        | > 0.2    |
| Saturación de aluminio (%) <sup>α&amp;α</sup> | >                                    | 80        | 60 a 80     | 30 a 60           | < 30     |
| Saturación de calcio (%) <sup>α&amp;α</sup>   | <                                    | 20        | 20 a 40     | 40 a 60           | > 60     |
| Saturación de magnesio (%) <sup>α&amp;α</sup> | <                                    | 5         | 5 a 15      | 15 a 30           | > 30     |
| Azufre (ppm)                                  | <                                    | 10        | 10 a 15     | 15 a 20           | > 20     |
| Zinc (ppm) <sup>α&amp;α&amp;α</sup>           | <                                    | 0.5       | 0.5 a 1     | 1 a 1.5           | > 1.5    |
| Cobre (ppm) <sup>α&amp;α&amp;α</sup>          | <                                    | 0.5       | 0.5 a 1     | 1 a 3             | > 3      |
| Boro (ppm) <sup>α&amp;α&amp;α</sup>           | <                                    | 0.3       | 0.3 a 0.5   | 0.5 a 1           | > 1      |
| Manganeso (ppm) <sup>α&amp;α&amp;α</sup>      | <                                    | 1         | 1 a 5       | 5 a 10            | > 10     |
| Manganeso (ppm) <sup>+</sup>                  | >                                    | 80        | 50 a 80     | 20 a 50           | < 20     |

<sup>α</sup>Extractante solución Bray-II. <sup>α&α</sup>Extractante con KCl 1N, calculados individualmente en base porcentual en relación a aluminio, calcio y magnesio. <sup>α&α&α</sup>Extractante ácido doble 1:4. <sup>+</sup>Extractante KCl 1N. Los contenidos de manganeso se refieren al grado de toxicidad del elemento y no al requerimiento nutricional. Fuente: Salinas y García (1985).

Esta información puede tomarse como base para conocer la condición o el grado de fertilidad que presentan sus suelos, y establecer programas de corrección de los nutrimentos deficientes.

## **Diagnóstico de problemas nutrimentales en las plantas forrajeras**

La baja disponibilidad de un nutrimento en el suelo puede limitar severamente el desarrollo de las plantas, ya sea porque no lo puede absorber en cantidades suficientes, o porque su carencia limita la disponibilidad de otros elementos. Por otra parte, si algún elemento se encuentra en cantidades excesivas en el suelo, puede ocasionar toxicidad a las plantas, si éstas lo absorben en cantidades mayores a las necesarias.

El análisis de tejido vegetal es una manera confiable para diagnosticar con precisión cuales elementos se encuentran en la planta en forma deficiente o tóxica. Debe tenerse cuidado al interpretar los resultados del análisis, ya que el contenido de nutrimentos varía en las diferentes partes de la planta, con la edad de ésta, el medio donde crece y la época del año.

Para determinar si una planta tiene una proporción adecuada de un nutrimento, se compara su concentración en un órgano específico de la planta, con su nivel crítico, el cual ha sido establecido para algunas especies de uso común. El nivel crítico de deficiencia es la concentración de un elemento en cierto tejido indicador, por debajo de la cual, se espera una respuesta significativa a la aplicación de dicho elemento, y por encima de ésta, su aplicación no ocasiona respuesta de la planta. De la misma manera, el nivel crítico de toxicidad determina el contenido del elemento por encima del cual la planta sufre daños.

El rango óptimo de un nutrimento se encuentra entre el nivel crítico de deficiencia y toxicidad. En el Cuadro 27 se presentan los niveles críticos de deficiencia para alcanzar un

80 y 95 por ciento del rendimiento máximo de materia seca de algunas gramíneas y leguminosas forrajeras, muestreadas antes de la floración durante la época de lluvias.

Un valor mayor registrado en el análisis vegetal, indica que la planta ha tomado este nutrimento en cantidades suficientes, y por lo tanto si éste se aplica, la planta no presenta ninguna respuesta. Por el contrario, si el análisis muestra valores menores a los del nivel crítico, la planta sufre deficiencia, y por lo tanto, se espera una respuesta a la aplicación de ese elemento.

**CUADRO 27. NIVELES CRÍTICOS DE DEFICIENCIA CORRESPONDIENTES AL 80 Y 95 POR CIENTO DEL RENDIMIENTO MÁXIMO DE FÓSFORO (P), POTASIO (K), CALCIO (Ca) Y AZUFRE (S) EN DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS.**

| ESPECIES              | % DEL ELEMENTO EN LA MATERIA SECA |      |      |      |
|-----------------------|-----------------------------------|------|------|------|
|                       | P                                 | K    | Ca   | S    |
| <b>GRAMÍNEAS</b>      |                                   |      |      |      |
| Chetumal              | 0.08                              | 0.74 | 0.21 | 0.14 |
| Chontalpo             | 0.10                              | 0.73 | 0.37 | 0.16 |
| Insurgente            | 0.09                              | 0.82 | 0.37 | -    |
| Llanero               | 0.10                              | 0.95 | 0.23 | 0.15 |
| Privilegio            | 0.17                              | -    | 0.60 | 0.15 |
| <b>LEGUMINOSAS</b>    |                                   |      |      |      |
| Kudzú                 | 0.22                              | 1.22 | 1.04 | -    |
| <i>C. pubescens</i>   | 0.18                              | 1.45 | 0.98 | -    |
| <i>C. macrocarpum</i> | 0.16                              | 1.24 | 0.72 | -    |
| <i>C. brasilianum</i> | 0.14                              | 1.12 | -    | -    |

Fuente: CIAT (1981).

## Fertilización de establecimiento y mantenimiento de praderas tropicales

Para mantener un sistema sostenible de las praderas, debe tenerse un balance entre la fertilidad y las salidas de nutrimentos en el sistema, ya sean extraídos por los animales o por otras vías. Esto significa devolver al suelo los nutrimentos extraídos (que las plantas requieren para crecer y producir biomasa, la cual es consumida por los animales y transformada en carne y leche), mediante cualquier fuente disponible, con la finalidad de mantener una nutrición adecuada de las plantas forrajeras.

Existen grandes diferencias en cuanto a requerimientos de suelo, clima y manejo entre especies y cultivares forrajeros. Hay especies de pastos con altos requerimientos de fertilidad del suelo o aplicación de fertilizantes (especies fuertemente extractivas) y especies adaptadas a suelos pobres de baja fertilidad, o que requieren de cantidades mínimas de fertilizante para su explotación y mantenimiento (especies poco extractivas), que son conocidas como especies de bajos requerimientos de insumos. También existen pastos adaptados a una condición específica, como acidez, alcalinidad, salinidad o toxicidad de un elemento. En el Cuadro 28 se presenta una clasificación de los pastos de acuerdo a sus requerimientos en fertilidad del suelo.

CUADRO 28. CLASIFICACIÓN DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE ACUERDO A SUS REQUERIMIENTOS DE SUELO.

| FAMILIA     | FERTILIDAD DEL SUELO |                    |                   |
|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
|             | ALTA                 | MEDIA              | BAJA              |
| Gramíneas   | Estrella             | Insurgente         | Chontalpo o Señal |
|             | Pangola              | Privilegio         | Chetumal          |
|             | Elefante             | Alemán             | Jaragua           |
|             | King grass           | Pará               | Isleño            |
|             | Insurgente           | Buffel             | Llanero           |
|             | Mulato               | Mulato             |                   |
|             | Alemán               | Caña japonesa      |                   |
|             | Pará                 | Bigalta            |                   |
|             | Cruza 1              | Estrella de África |                   |
|             | Tehuana              | Centrosema         | Kudzú             |
| Leguminosas | Soya perenne         | Soya perenne       | Cacahuatillo      |
|             | Centrosema           | Cacahuatillo       | Guaje             |
|             |                      | Guaje              |                   |
|             | Cocuite              | Kudzú              | Cratylia          |
|             |                      | Cocuite            |                   |

Los tratamientos de fertilización señalados en el Cuadro 29 son resultado de un sinnúmero de pruebas de fertilización en pastos cosechados mediante cortes, en las diferentes regiones del trópico de México, y se pueden utilizar como una guía para la fertilización de praderas bajo pastoreo. Cabe mencionar que esta información no es la óptima para cada caso en particular, y debe tomarse con las limitantes pertinentes; si se desea aplicar la dosis óptima, se debe recurrir a resultados de análisis de suelo, planta y experiencia del asesor en su región.

**CUADRO 29. FERTILIZACIÓN SUGERIDA DURANTE LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO ANUAL EN DIFERENTES PASTOS TROPICALES.**

| ESPECIE                       | TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN (kg/ha/año) |                               |               |                               |
|-------------------------------|--|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
|                               | ESTABLECIMIENTO                          |                               | MANTENIMIENTO |                               |
|                               | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | N             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| <b>Requerimientos bajos</b>   |  |                               |               |                               |
| Llanero                       |  |                               |               |                               |
| Chontalpo                     |  |                               |               |                               |
| Chetumal                      | 25                                       | 15                            | 50            | 30                            |
| Jaragua                       |  |                               |               |                               |
| Bigalta                       |  |                               |               |                               |
| <b>Requerimientos medios</b>  |  |                               |               |                               |
| Privilegio                    |  |                               |               |                               |
| Insurgente                    |  |                               |               |                               |
| Alicia                        | 40                                       | 25                            | 80            | 50                            |
| Buffel                        |  |                               |               |                               |
| Caña japonesa                 |  |                               |               |                               |
| <b>Requerimientos altos</b>   |  |                               |               |                               |
| Estrella de África            |  |                               |               |                               |
| Pangola                       |  |                               |               |                               |
| Taiwán, King grass y Elefante |  |                               |               |                               |
| Tanzania                      | 60                                       | 30                            | 120           | 60                            |
| Alemán                        |  |                               |               |                               |
| Pará                          |  |                               |               |                               |

Consideraciones finales para la fertilización de praderas:

1. La dosis de fertilización y el tipo de fertilizante a emplear depende del tipo de suelo y pasto.
2. La cantidad de fertilizante a utilizar depende del sistema de explotación, es decir, las explotaciones con manejo intensivo requieren dosis más altas para alcanzar la

máxima productividad de la pradera, o también, si el forraje se va a cortar, la demanda de fertilización será mayor que cuando el pasto es consumido mediante pastoreo.

3. Al aumentar los niveles de fertilización disminuye la eficiencia de conversión de kilogramos de materia seca producidos por kilogramo de elemento aplicado, es decir, a mayores niveles de fertilización, el kilogramo de materia seca producido es más costoso.
4. La aplicación de fertilizantes en una pradera, se traduce en un incremento en la producción de forraje, antes que la calidad del mismo. Lo anterior representa una mayor capacidad de carga por unidad de superficie, antes que un aumento en la producción por animal.



# FIJACIÓN DE NITRÓGENO POR LAS LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

Una ventaja que tienen las leguminosas sobre las gramíneas, es su propiedad de poder mejorar la fertilidad de los suelos, especialmente en lo relativo al nitrógeno, lo cual logran a través del proceso conocido como "fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico", que se realiza entre las bacterias del suelo y las raíces de las plantas leguminosas.

## Importancia del *Rhizobium*

Las leguminosas tienen la propiedad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, por la asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales forman nódulos en las raíces de las plantas de esta familia. Los promedios de fijación simbiótica de nitrógeno para leguminosas tropicales, se encuentran en un rango de 100 a 200 kilogramos por hectárea por año. Esto es muy importante, ya que la fijación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, equivale a la aplicación de 500 kilogramos de sulfato de amonio, o un poco más de 200 kilogramos de urea.

Se debe tener en cuenta que la presencia de nódulos en las raíces de las leguminosas no necesariamente significa fijación de nitrógeno, debido a que algunas cepas de *Rhizobium* pueden formar nódulos, pero fijan poca o ninguna cantidad de nitrógeno. Hay que considerar los términos efectividad y nodulación efectiva, para indicar que una combinación dada de leguminosa-*Rhizobium* fija una cantidad determinada de nitrógeno.

Los nódulos efectivos se reconocen por su menor número, mayor tamaño, coloración rosada y aspecto saludable de la planta. Los nódulos improductivos son pequeños, de color blanco, muy numerosos, y se encuentran por todo el sistema radical.

## Especificidad

La mayoría de las leguminosas tropicales con frecuencia forman nódulos de manera natural, sin necesidad de inoculación, y las bacterias responsables de esta nodulación se encuentran asociadas comúnmente en una especie de leguminosa denominada “chícharo de vaca” (*Vigna sinensis*); otras como la soya perenne y el cacahuatillo requieren de inoculación con bacterias específicas, para favorecer la fijación de nitrógeno. Además, algunas especies, principalmente de los géneros *Centrosema*, *Desmodium* y *Leucaena* requieren de bacterias altamente específicas.

## Inoculación

La inoculación de las semillas de leguminosas es una práctica recomendable, para asegurar que las bacterias de los nódulos fijen nitrógeno. Cuando las leguminosas se siembran en suelos ricos en nitrógeno, o donde existe una población natural abundante y eficaz de *Rhizobium*, no muestran buena respuesta a la inoculación. Es recomendable emplear una bacteria de eficacia probada, que tenga el número apropiado de rizobios y garantice buenas condiciones para su supervivencia (Figura 72). En el Cuadro 30 se presentan las ventajas de la inoculación con *Rhizobium* a *Stylosanthes guyanensis*, una leguminosa forrajera que actualmente está siendo utilizada por los ganaderos de Tabasco y de otras regiones tropicales para mejorar sus praderas. En primer término, se observa variación en la efectividad para fijar nitrógeno entre las diversas cepas de rizobio empleadas: las cepas CB.44 y CB.82 fijaron más de 60 miligramos de nitrógeno por planta, mientras que la fijación de las otras dos fue mucho más baja. Sin embargo, las cuatro cepas fueron superiores en la fijación de nitrógeno y peso de las plantas, con respecto a las plantas sin inóculo.

Además de una buena inoculación, es necesario que las cepas de *Rhizobium* inoculadas se mantengan por largo tiempo, y la respuesta a la inoculación no sea transitoria o temporal.

Existen evidencias de que cuando se tienen respuestas altas a la inoculación en el establecimiento, frecuentemente el efecto se reduce, y en casos extremos, la nodulación se pierde un año después de la inoculación.



Figura 72. Raíces con nódulos de *Rhizobium*.

CUADRO 30. EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE *Stylosanthes guyanensis* CON DIVERSAS CEPAS DE *Rhizobium* EN EL PESO DE LA PLANTA Y LA CANTIDAD DE NITRÓGENO FIJADO.

| CEPA DE <i>Rhizobium</i> | PESO PROMEDIO DE PLANTA (mg) | NITRÓGENO FIJADO (mg/PLANTA) |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| CB.44                    | 2,033                        | 663                          |
| CB.82                    | 2,137                        | 701                          |
| CB.312                   | 1,103                        | 301                          |
| CB.236                   | 850                          | 156                          |
| Sin inóculo              | 43                           | 7                            |

Fuente: Norris (1964).

## Transferencia de nitrógeno

El nitrógeno fijado en el nódulo puede estar rápidamente disponible para la leguminosa hospedera, y posteriormente para la gramínea asociada, a través de la fracción orgánica del suelo.

Alrededor del 80 por ciento del nitrógeno fijado se transfiere al suelo como residuos de plantas y animales; éstos se descomponen mediante varios procesos biológicos y liberan sustancias nitrogenadas, que pueden emplearse por las especies vegetales asociadas. Una pequeña parte del nitrógeno fijado es liberado directamente al suelo mediante exudados radicales. Cuando la leguminosa y el pasto están asociados, la transferencia de nitrógeno se puede manifestar de dos maneras: 1. Incremento del porcentaje de nitrógeno del pasto, o 2. Incremento en el volumen de forraje de la gramínea asociada, con respecto al de la no asociada; estos efectos se pueden presentar en forma conjunta o individual. Además, debe considerarse que la leguminosa en asociación aporta proteína y forraje (Cuadros 31 y 32).

**CUADRO 31. TRANSFERENCIA DEL NITRÓGENO DE LA LEGUMINOSA EN EL CONTENIDO DE PROTEÍNA DE DOS PASTOS ASOCIADOS.**

| ASOCIACION                 | PROTEÍNA EN EL PASTO (%) |
|----------------------------|--------------------------|
| Pangola-siratro*           | 8.79                     |
| Pangola-kudzú              | 8.25                     |
| Pangola solo               | 7.65                     |
| Estrella de África-siratro | 8.40                     |
| Estrella de África-kudzú   | 7.50                     |
| Estrella de África solo    | 7.15                     |

\**Macroptilium atropurpureum* (Moc. & Sessé ex DC.) Urb.

Fuente: Meléndez (1971).

CUADRO 32. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE *Andropogon gayanus* EN ASOCIACIÓN CON VARIAS LEGUMINOSAS TROPICALES.

| ASOCIACIÓN   | MATERIA SECA (kg/ha) |            |       |
|--|----------------------|------------|-------|
|  | GRAMÍNEA             | LEGUMINOSA | TOTAL |
| <i>Andropogon gayanus</i> solo                             | 303                  | 0          | 303   |
| <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Desmodium ovalifolium</i>   | 215                  | 86         | 301   |
| <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Centrosema pubescens</i>    | 335                  | 66         | 401   |
| <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Stylosanthes guyanensis</i> | 323                  | 102        | 425   |
| <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Stylosanthes capitata</i>   | 301                  | 53         | 354   |
| <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>   | 226                  | 66         | 292   |

Fuente: Lascano (1991).

## Requerimientos nutricionales de las leguminosas

Al igual que cualquier cultivo, las leguminosas forrajeras tienen necesidades de diversos nutrientes para alcanzar producciones óptimas, las cuales varían de acuerdo a la especie, tipo de suelo y condiciones climáticas. La nutrición no solamente afecta el desarrollo de las plantas, sino que también tiene un papel importante en el rizobio. Los factores nutricionales pueden afectar la producción de nitrógeno en tres formas: 1. Directamente sobre el inicio y desarrollo de los nódulos, 2. En la eficiencia de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa, ó 3. En el metabolismo y desarrollo de la planta.

El fósforo muchas veces limita el establecimiento y persistencia de las leguminosas tropicales, principalmente en los suelos ácidos; este elemento además de ser importante para incrementar la producción de forraje, juega un papel primordial en la fijación simbiótica del nitrógeno. Los requerimientos de fósforo varían de 30 a 150 kilogramos por hectárea por año. Como fuentes de este elemento se pueden emplear los fertilizantes comerciales disponibles en la zona. En leguminosas forrajeras se han obtenido buenos

resultados experimentales con la aplicación de roca fosfórica, especialmente en suelos ácidos.

El potasio es otro nutrimento que pueden requerir las leguminosas; como la respuesta a su aplicación no ha sido muy clara, la decisión de aplicarlo, debe ser con base en los análisis de suelo. En suelos con problemas de acidez, las aplicaciones de cal agrícola han incrementado la producción de forraje de algunas leguminosas.

### **Micronutrientes**

El molibdeno juega un papel primordial en la fijación de nitrógeno; cuando su deficiencia sea evidente, como la presencia de clorosis provocada por la reducción de la síntesis de clorofila, necrosis de los márgenes de las hojas, causada por la acumulación de nitratos y reducción del crecimiento y fijación de nitrógeno, se requiere aplicarlo al suelo en cantidades de 500 a 1,000 gramos por hectárea (ver capítulo de fertilización de praderas). En la región tropical de México, no se ha determinado la necesidad de fertilizar las leguminosas forrajeras con este nutrimento.

# CONTROL DE MALEZA EN PRADERAS

## Causas de aparición de las malezas

Se considera maleza cualquier especie vegetal indeseable que no es consumida por el ganado y que compite por espacio, luz, agua y nutrientes con las especies forrajeras. Generalmente las malezas son más competitivas que las plantas forrajeras introducidas, debido a una ausencia de controles naturales como enfermedades y predadores. Algunas especies también son capaces de suprimir el desarrollo de las plantas que crecen en sus cercanías, mediante la liberación de sustancias alelopáticas.

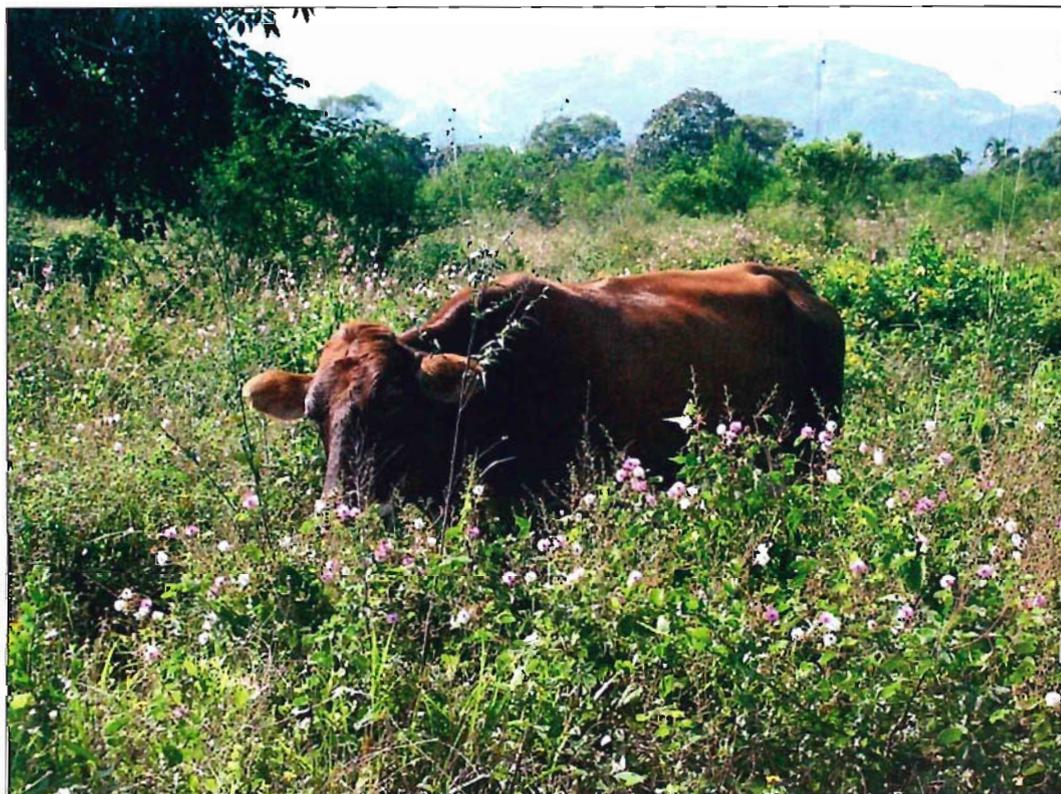
En general, las malezas extraen con mayor facilidad los nutrientes del suelo que los pastos mejorados, especialmente en aquellos casos donde los nutrientes son deficientes, por lo que la degradación de la fertilidad del suelo, está muy vinculada al deterioro de los pastos mejorados y la aparición de maleza.

Las malezas de un potrero pueden tener distintos orígenes, pero generalmente se presentan en forma más abundante aquellas que componían la vegetación original de los terrenos habilitados para la ganadería, que provienen del banco de semillas que contiene el suelo. Los sitios disturbados y las áreas con suelo descubierto causadas por el sobrepastoreo son particularmente susceptibles a una invasión de malezas anuales, ya que éstas son especies pioneras que pueden responder rápidamente a fluctuaciones en temperatura y humedad, y tienen mayor oportunidad que las perennes (Figura 73).

La aparición o prevalencia de las malezas en las praderas también está muy relacionada con los factores que afectan el establecimiento o desarrollo de los pastos como:

1. Labores de cultivo deficientes.

2. Mala selección de especies forrajeras.
3. Ataque de plagas y enfermedades.
4. Presencia de períodos prolongados de sequías o inundaciones.
5. Suelos con deficiencia o elevada concentración de nutrientes.
6. Desconocimiento del manejo adecuado de la vegetación indeseable.



**Figura 73. Pradera enmalezada, situación que limita el desarrollo de los pastos y del ganado.**

El sobrepastoreo es el factor más importante en la aparición de malezas, ya que influye en la estabilidad, dinámica y composición botánica de la pradera, y afecta en forma directa la

habilidad competitiva de las plantas deseables, al reducir su área foliar, la acumulación de carbohidratos, el desarrollo de macollos y el crecimiento de hojas y raíces; también causa alteraciones del microambiente, la humedad, la temperatura del suelo y la radiación solar. El sobrepastoreo es más común en la época seca, por lo que es frecuente ver mayor invasión de maleza al inicio de la época de lluvias, especialmente después de una sequía prolongada.

La interferencia por malezas en una pastura durante el período crítico de competencia afecta negativamente la producción y el rendimiento de materia seca. Es muy importante que durante este período (que dependiendo de las especies, densidad de infestación y condiciones climáticas, puede variar desde los 30 hasta los 100 días después de la siembra) el pastizal esté libre de malezas para evitar pérdidas en la producción de forraje. En potreros tropicales del estado de Veracruz, se determinó que la competencia de la maleza por diferentes períodos redujo el rendimiento de materia seca del pasto Pangola entre 66 y 80 por ciento (Esqueda y Tosquy, 2007), del pasto Estrella de África entre 49 y 84 por ciento (Esqueda *et al.*, 2009), y del pasto Llanero entre 68 y 84 por ciento (Esqueda *et al.*, 2010). En general, se estima que las pérdidas en la producción de forraje por la competencia de malezas varían de 20 a 85 por ciento, dependiendo principalmente de la especie de pasto y las especies y densidad de población de malezas.

La competencia también puede reducir la calidad de los pastos, además que éstas pueden ser hospederas de hongos, insectos y enfermedades que los dañan. Algunas malezas contienen compuestos tóxicos, y si los animales las consumen pueden provocar alteraciones metabólicas, intoxicación, abortos, hipotiroidismo, alteraciones neuromusculares, fotosensibilización, e incluso la muerte. También pueden ocasionar deficiencia de tiamina en los animales o transmitir malos olores a la leche. Las semillas de malezas pueden contaminar la semilla de pasto, lo cual reduce su calidad y requiere gastos para su limpieza, además de que durante esta actividad se puede perder cierta cantidad de semilla.

Algunas plantas consideradas malezas pueden ser consumidas como forraje de calidad, por lo que su presencia en pequeños manchones no siempre se considera perjudicial. Así mismo, algunas especies de baja palatabilidad pueden proveer algún otro recurso, como sombra.

Sin embargo, la gran mayoría de los ganaderos del trópico, consideran a las malezas uno de los problemas agronómicos más serios para el desarrollo pleno de la actividad pecuaria, ya que si no son controladas adecuadamente, ni se implementan medidas para el restablecimiento de la productividad de las plantas forrajeras, se puede llegar a la degradación del pasto, que resulta en una pérdida completa de la productividad y en el abandono posterior del área.

## Tipos de maleza

Para planear cualquier programa de control de malezas, es indispensable conocer las especies de malezas que se presentan en las praderas, su densidad de población y su ciclo de vida. Con esta información, se puede determinar el método más adecuado de manejo o control, ya sea físico, químico, mecánico o biológico. Aunque es muy importante conocer los nombres científicos de las malezas, en la práctica esto no siempre es fácil. Se recomienda coleccionar las especies de difícil control y las de nueva aparición, teniendo el cuidado de que el material coleccionado contenga flores o frutos. También se pueden tomar fotografías digitales de la planta entera y de las diferentes partes de ella. Este material se lleva o envía a la institución de enseñanza o investigación más cercana para su identificación taxonómica.

Sin embargo, lo más común, es que se formen grupos de especies con características morfológicas semejantes, que generalmente responden a los mismos métodos de control,

aunque puede haber diferencias, incluso en especies del mismo género. Bajo este sistema de agrupación, en los potreros se pueden presentar los siguientes tipos de maleza:

### Helechos

Son plantas pteridofitas que no tienen flores, frutos, ni semillas, y que se reproducen asexualmente o por esporas. *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon (conocido anteriormente como *P. aquilinum*) es considerado una maleza importante en potreros debido a su alta resistencia a patógenos, pobre palatabilidad para el ganado, efectos alelopáticos en otras especies vegetales, alto potencial de propagación por esporas y por rizoma, resistencia a condiciones climáticas extremas e incendios y elevada plasticidad genética.

### Maleza de hoja angosta

En este grupo se encuentran las gramíneas o pastos (Figura 74), las ciperáceas, plantas parecidas a las gramíneas, en la que algunas especies presentan tallos triangulares, y las tifáceas, que recuerdan a gramíneas de gran tamaño y que se desarrollan en ambientes anegados. Este tipo de maleza es difícil de controlar con sistemas selectivos de combate químico, debido a su proximidad morfológica y fisiológica con las gramíneas forrajeras, y a su sistema de propagación que puede ser tanto sexual (semilla), como asexual (estolones, rizomas, tubérculos).

Las malezas gramíneas tienen una alta capacidad competitiva y resistencia a las condiciones adversas de sequía o inundación. El zacate amargo o cabezón (*Paspalum virgatum* L.), el rabo de mula (*Andropogon bicornis* L.) y el zacate carretero [*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus] son ejemplos de malezas de la familia Poaceae; la cortadera (*Cyperus ferax* Rich.), los coquillos (*Cyperus* spp.), las navajuelas o tres filos (*Scleria pterota* C. Presl ex C.B. Clarke y *S. melaleuca* Reichb. ex Schlecht. & Cham. A.

Ch.) y los juncos (*Scirpus* spp.) son malezas de la familia Cyperaceae, y los tules o aneas (*Typha* spp.) pertenecen a la familia Typhaceae. Las familias antes mencionadas son monocotiledóneas, clase a la que también pertenecen algunas malezas de potreros, como el malaste o chapis (*Syngonium podophyllum* Schott) de la familia Araceae.



Figura 74. Maleza de hoja angosta (zacate amargo) en un potrero de Pangola.

### Malezas herbáceas de hoja ancha

La mayoría de este tipo de maleza se caracteriza por ser de ciclo de vida anual, y a diferencia de las especies de hoja angosta, son relativamente fáciles de controlar, ya que

existen herbicidas selectivos muy eficaces. Las principales malezas herbáceas tropicales pertenecen a las familias Asteraceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Solanaceae y Convolvulaceae. Entre las especies más comunes se tienen a la dormilona (*Mimosa pudica* L.), el frijolillo [*Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby], la malva de cochino (*Sida rhombifolia* L.), la escobilla (*Sida acuta* Burm. f.), la hierba ceniza (*Lagascea mollis* Cav.), la malva peluda (*Malachra fasciata* Jacq.), el acahual (*Baltimora recta* L.), la hierba dulce [*Lippia nodiflora* (L.) Michx.], el cadillo [*Priva lappulacea* (L.) Pers.], el pegarropa [*Achyranthes indica* (L.) Mill. y un gran número de bejucos o correhuelas del género *Ipomoea*. (Figura 75).



Figura 75. Maleza de hoja ancha en un potrero de pasto llanero (*Andropogon gayanus*).

## Malezas arbustivas

Este tipo de maleza está constituido por plantas perennes y bianuales dicotiledóneas, que por su sistema radical profundo y ramificado, son difíciles de controlar. Estas malezas pueden formar poblaciones densas que reducen el crecimiento de los pastos por sombreado, pudiendo eliminarlos por completo, y son características de potreros en vías de degradación.

Destacan las siguientes especies: la zarza de playa (*Mimosa pigra* L.), la zarza de loma (*Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd.), los huizaches (*Acacia* spp.), el cornezuelo [*Acacia cornigera* (L.) Willd.], las berenjenas (*Solanum* spp.), el rabo de toche [*Pachecoa prismatica* (Sessé y Moc.) Standl. y Steyerm.], el guichín (*Verbesina persicifolia* DC), el puzgual (*Croton ciliatoglandulifer* Ortega), el olín (*Croton reflexifolius* Kunth), el uvero (*Coccoloba barbadensis* Jacq.), la tronadora [*Wissadula amplissima* (L.) R. E. Fries], el crucetillo (*Randia aculeata* L.), la pata de vaca (*Bauhinia mexicana* Vogue), el tajonal [*Viguiera dentata* (Cav.) Spreng.] y algunas especies de palmas (Figura 76).



**Figura 76.** En algunas regiones del trópico, las palmas pueden convertirse en maleza de las praderas.

## Manejo de las malezas

Con el manejo de malezas se intenta reducir sus poblaciones a niveles manejables, combinando la prevención y el control, para reducir el banco de propágulos en el suelo, prevenir la emergencia de las plantas y minimizar la competencia con los pastos.

La prevención consiste en evitar o reducir la entrada de semillas o partes vegetativas de malezas ya existentes o el arribo de nuevas especies. Esto se logra mediante la

preparación adecuada del terreno, el uso de semilla certificada de pastos adaptados a la región, la siembra a la densidad recomendada, la limpieza de maquinaria, equipo, bordes de caminos, cercas y canales, y evitando el uso de abonos de origen animal. Por otra parte, el control, consiste en limitar el desarrollo de la comunidad de malezas para reducir la competencia, buscando minimizar la incidencia económica de las especies perjudiciales, sin que esto suponga su total erradicación.

Esto se logra mediante la integración conveniente de distintas medidas de control cultural, químico, físico y biológico.

### **Control de maleza durante el establecimiento de las praderas**

El control de maleza eficiente durante el establecimiento de las praderas es una práctica fundamental para obtener una buena cobertura con la especie forrajera seleccionada, y así evitar al máximo los problemas y gastos en que se incurre por este concepto cuando existe un mal establecimiento. Para lograr lo anterior se sugieren las siguientes prácticas durante la formación de la pradera:

1. Preparación adecuada del terreno. Esta favorece la emergencia de la planta forrajera de manera rápida y uniforme sobre el terreno.
2. Uso de semilla de buena calidad. El uso de semilla de alta calidad o material vegetativo apto para la siembra, permite una mayor resistencia de la planta forrajera a la competencia de la maleza, ya que las plántulas son más vigorosas.

Para la siembra e implantación de pasturas es conveniente seleccionar las especies adecuadas a las condiciones de temperatura y precipitación de la región. Esto favorece que la pastura se establezca con rapidez y que pueda colonizar en ese sitio con ventajas sobre las malezas. En los potreros con sistemas de drenajes, canales y ríos cercanos es conveniente mantener estos lugares limpios de malezas,

ya que son los primeros lugares donde las malezas se instalan para fructificar y así infestar el potrero.

3. Fertilización de establecimiento. Es recomendable realizar un análisis de suelo para determinar sus características físicas y químicas, y corregir las deficiencias de nutrientes que se detecten mediante la aplicación de fertilizantes. Una fertilización balanceada incrementa el vigor de las plántulas de los pastos, y por consiguiente, su capacidad para competir con la maleza.
4. Control manual o mecánico. Para este tipo de control, en la fase de establecimiento, se puede emplear azadón o tarpala si la labor es manual, o cultivadora o ganchos si el control es mecánico. Con la eliminación de la maleza en su etapa inicial de desarrollo (5 a 8 centímetros), las plantas forrajeras se ven favorecidas, por lo que se recomienda realizar esta práctica de 30 a 40 días posteriores a la siembra.
5. Control químico. En México no es común el uso de herbicidas preemergentes para el control de maleza durante el establecimiento de praderas. Uno de los herbicidas recomendados para el establecimiento es la atrazina, que es selectiva a pastos de los géneros *Brachiaria*, *Panicum* y *Andropogon* (Cuadro 36). Para utilizar este método de control, deben considerarse la selectividad, el espectro de control, las dosis y épocas de aplicación y la residualidad. Los herbicidas preemergentes se aplican al suelo cuando esté húmedo, pero no encharcado.

### Control de maleza en praderas establecidas

Las praderas en el trópico se han establecido en áreas que anteriormente estaban ocupadas por otro tipo de vegetación, principalmente selva. Debido a lo anterior, aunque se realice un manejo adecuado del pastoreo, los espacios entre plantas de pastos tienden a ser ocupadas por especies leñosas y herbáceas, como parte del proceso natural de sucesión secundaria. Esta situación se agrava aún más cuando la pradera no es manejada

adecuadamente debido al sobrepastoreo. Para mantener productivas las praderas, es necesario implementar una buena práctica de control de las malezas; algunas de las más comunes se mencionan a continuación:

**Quema.** Esta práctica presenta ventajas y desventajas, y puede utilizarse de manera controlada (Figura 77).



**Figura 77.** La quema es un medio poco eficiente para controlar la maleza de las praderas.

Las ventajas de la quema son: 1. Control de maleza, 2. Eliminación del material lignificado, 3. Rebrote uniforme del pasto, 4. Abatimiento de plagas (ejemplo: mosca

pinta o salvazo), 5. Incremento del pH y los contenidos de fósforo, nitrógeno, calcio y potasio del suelo y 6. Bajo costo.

Por otra parte, las desventajas de esta práctica son:

1. Eliminación de algunas leguminosas forrajeras no tolerantes al fuego,
2. Posible disminución de la población original de plantas madres de algunas especies que son más susceptibles al fuego (ejemplo: Chontalpo, Privilegio y Llanero),
3. Pérdida de nitrógeno por volatilización, y de otros minerales, además de pérdidas significativas de materia orgánica y
4. Riesgo de afectar la vegetación de terrenos vecinos si se hace sin tomar precauciones.

**Control biológico.** Existen buenas experiencias en el control y eliminación del zacate carretero, una especie de baja calidad forrajera, realizando un sobrepastoreo controlado con ovinos en praderas de pasto Buffel.

**Control manual o mecánico.** El control manual de la maleza es una operación que requiere de mano de obra, y es una labor lenta y costosa. Este control se puede realizar mediante deshierbes con machete, tarpala o azadón. El machete es apropiado para eliminar o "picar" la maleza de hoja ancha, principalmente la de tipo arbustivo. La tarpala y el azadón son útiles para eliminar plantas como los pastos, que desarrollan rizomas o estolones fuertes. Este tipo de control es eficiente para reducir la producción de semillas de malezas si se realiza antes de que éstas florezcan.

Si las condiciones del terreno lo permiten, para el control mecánico de la maleza, se utiliza la chapeadora o desvaradora, preferentemente después de un pastoreo intenso. El control manual o mecánico de la maleza mejora la apariencia de la pradera, e incrementa temporalmente la producción de forraje. Generalmente es más efectivo en malezas de

hoja ancha que en gramíneas, y en malezas anuales que en perennes. Su mayor inconveniente es que junto con las malezas se elimina una gran cantidad de pasto.

Después de controlar mecánicamente las plantas arbustivas se promueve la emergencia de especies anuales que estaban inhibidas por el sombreado; éstas se vuelven dominantes por un tiempo, mientras las especies arbustivas se recuperan, lo que puede suceder varios meses después. Para el control de los helechos se recomienda el corte repetido del follaje para agotar las reservas de los rizomas.

En ocasiones se utiliza este método para propiciar el rebrote de la maleza, y posteriormente aplicar tratamientos herbicidas sobre follaje más tierno. Sin embargo, el chapeo continuo de especies arbustivas produce el engrosamiento de la raíz, ocasionando que la relación raíz/follaje vaya aumentando con el tiempo, y dificultando el control por medios químicos.

**Control químico.** Para lograr una eficiencia alta con este método de control de maleza, se requiere conocer los factores que afectan su efectividad, entre los que destacan: 1. Tipos de maleza (helechos, hoja ancha, hoja angosta y arbustivas), 2. Selección del herbicida adecuado, 3. Calibración del equipo a utilizar, 4. Utilización de la dosis apropiada y 5. Aplicación en la época y condición de clima y suelo apropiados.

### **Métodos de aplicación**

Existen diversos métodos de aplicación de los herbicidas, de los cuáles, los más utilizados en los potreros son: al follaje, basal, al tocón, al anillo y con mechero o trapeador. Puede haber diferencias en la efectividad de un herbicida para controlar una especie determinada de acuerdo a su método de aplicación, por lo que debe seleccionarse el o los métodos más adecuados. A continuación se describen las principales características de estos métodos.

**Aspersión del follaje.** Se utiliza una bomba de mochila o la aspersora del tractor. Se asperja en la época de lluvias, que es cuando la maleza se encuentra en crecimiento activo; sin embargo, después de la aplicación debe haber unas horas sin lluvia para permitir una adecuada absorción del herbicida. Para que exista un buen control, se deben cubrir completamente las plantas con la solución herbicida, pero sin llegar al escurrimiento (Figura 78).



**Figura 78.** Aplicación de herbicida en manchones de malezas arbustivas.

Para lograr un buen cubrimiento, se recomienda aplicar los herbicidas en 300 a 400 litros de agua por hectárea. Si la distribución de las malezas no es uniforme, o en malezas de tamaño grande (aplicación en manchones), se recomiendan dosis de herbicidas en 100

litros de agua, utilizando la cantidad necesaria para cubrir las plantas. No debe aplicarse cuando las malezas estén afectadas por sequía o altas temperaturas, ni en terrenos inundados. El período de máxima tolerancia de las gramíneas a los herbicidas reguladores del crecimiento es desde el primer macollo (tres a cinco hojas), hasta la etapa de máximo amacollamiento. Puede ser necesario agregar coadyuvantes para facilitar la penetración de los herbicidas.

**Aplicación basal.** Se utiliza en malezas leñosas y consiste en aplicar diesel directamente a la corteza hasta el punto de escurrimiento. El efecto del diesel puede incrementarse añadiendo a éste la mezcla de triclopyr + picloram. Este tratamiento se aplica desde la base del tallo hasta al menos 30 centímetros de altura, procurando no asperjar al pasto, pues el diesel puede dañarlo. Los tallos deben tener corteza lisa y su diámetro ser de entre 10 y 15 centímetros.

Con este método, Rosales y Sánchez (2010) encontraron un eficiente control de huizaches de entre 2 y 4 metros de altura al utilizar triclopyr + picloram y aminopyralid + triclopyr con diesel en concentración de 4 y 3 por ciento (volumen/volumen) de los productos comerciales o formulados, respectivamente. Las palmas pequeñas se pueden controlar con una aplicación al cogollo de picloram + triclopyr en diesel, al 4 por ciento (volumen/volumen).

**Aplicación al tocón.** Este método es adecuado para controlar árboles y arbustos resistentes a la aplicación foliar, o aquellos que se han cortado por tres o más ocasiones. Se debe cortar la parte aérea de la planta lo más cercano al suelo, e inmediatamente después aplicar el herbicida sobre el tocón, para permitir una mayor penetración y distribución en las raíces, e impedir que comience el proceso de cicatrización. La dosificación del herbicida es mayor que la que se recomienda para aplicaciones foliares y normalmente se utilizan entre 30 y 50 mililitros de solución por planta.

Las aplicaciones se pueden realizar tanto con aspersora, como con brocha y se recomienda utilizar un colorante, como azul de metileno para marcar las plantas tratadas y evitar su re-aplicación. Reichert (2010), indicó que la aplicación tocón-basal de las mezclas de picloram + triclopyr (240 + 480 gramos en 100 litros de diesel) o aminopyralid + triclopyr (160 + 480 gramos en 100 litros de diesel) fue más eficiente para el control del uvero, que la mezcla de picloram + 2,4-D (256 + 960 gramos en 100 litros de agua), aplicada solamente al tocón.

**Aplicación al anillo.** En el tallo de árboles de gran tamaño se realiza un corte en forma de anillo de 10 a 20 centímetros de ancho y a una altura no mayor de 1 metro desde el suelo. Debe ser lo suficientemente profundo (alrededor de 2.5 centímetros de donde comienza la corteza) para cortar el cambium, lo que previene el flujo de agua y nutrientes hacia arriba y abajo del tallo, y en ocasiones por sí solo es letal. El herbicida, que se aplica al anillo, ya sea asperjado o con brocha, es absorbido y translocado a las raíces en donde ocasiona la muerte del árbol.

**Aplicación con el uso del mechero.** Este método se recomienda para aplicaciones localizadas, principalmente para controlar selectivamente los pastos amargo, cabezón y rabo de mula entre otros, mediante la aplicación de glifosato. El mechero o trapeador es un aparato en forma de "T", formado por un tubo de PVC y una cuerda (Figura 79), la cual se moja con una solución de una parte del herbicida comercial por dos de agua.

La cuerda se pasa por la maleza, impregnándola de herbicida, que al ser translocado por toda la planta, le causa la muerte en pocos días. Debido a que el glifosato es un herbicida sistémico, puede matar las malezas aun si solamente una parte del follaje es tratado. Debe evitarse el contacto con las plantas deseadas, por lo que este método se utiliza cuando el follaje de los pastos maleza sobresale del de los pastos cultivados.



**Figura 79.** Aplicación dirigida de herbicidas con el aplicador "rope wick" o mechero, en gramíneas.

### **Control de helechos en pastos**

Puede realizarse con aplicaciones repetidas de glifosato o de la mezcla de picloram + metsulfurón metil (Roos *et al.*, 2011). El glifosato no es selectivo al pasto, por lo que debe aplicarse en forma dirigida a los helechos.

### **Control de tule o anea en pastos**

Se han obtenido controles eficientes de esta maleza mediante la aplicación de glifosato después de realizar un corte (González *et al.*, 1997), o directamente al follaje sin cortar. Como el glifosato no es selectivo a los pastos, puede utilizarse el método del mechero o trapeador.

### **Control de malezas de hoja ancha herbáceas y arbustivas en pastos**

En forma general, se utilizan herbicidas reguladores del crecimiento con base en 2,4-D, picloram + 2,4-D, picloram + fluroxypir, aminopyralid + 2,4-D y triclopyr + picloram. Estos herbicidas se aplican al follaje, y algunos de ellos al tocón o al tallo, y tienen un efecto selectivo para las gramíneas. La aplicación del 2,4-D controla algunas especies herbáceas de tamaño pequeño, pero generalmente se recomienda aplicarlo mezclado con otro de los herbicidas indicados a dosis bajas. Si se tienen especies arbustivas o plantas leñosas, se recomiendan las mezclas de picloram + 2,4-D, picloram + fluroxypir o aminopyralid + 2,4-D (Cuadro 36). También puede utilizarse diesel, solo o combinado con aceite quemado; sin embargo, su aplicación debe ser basal o dirigida al tocón.

### **Control de maleza de hoja angosta en pastos**

Si existe una proporción superior al 60 por ciento cubierta por maleza de hoja angosta, es recomendable restablecer completamente la pradera, ya que utilizar cualquier método de control, resultaría antieconómico.

Si el problema no es tan grave, se puede utilizar glifosato o paraquat en las dosis que se presentan en el Cuadro 36. Debe considerarse que estos productos no son selectivos, es decir, su aplicación destruye cualquier tipo de plantas, por lo que deben hacerse aplicaciones dirigidas únicamente a las especies nocivas. En Costa Rica se determinó que

los herbicidas halosulfurón metil, ethoxysulfurón y la mezcla de bentazón + MCPA tuvieron un control eficiente y selectivo de la navajuela en un estado de dos a tres hojas. A su vez, en cepas maduras, los mejores controles se lograron con diurón + paraquat y glifosato, este último tanto en aspersión, como untado (Gómez-Gómez *et al.*, 2008).

### Control de maleza en leguminosas forrajeras

Para el control de malezas gramíneas en leguminosas forrajeras se recomienda la aplicación en preemergencia a las malezas y a las plantas cultivadas, de cualquiera de los siguientes herbicidas: alaclor, pendimetalina o metolaclor.

El control de gramíneas emergidas se puede realizar con alguno de los herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa, como fluzifop-p-butil, sethoxydim o clethodim. Para las malezas de hoja ancha emergidas puede utilizarse bentazón o imazethapyr, aunque debe hacerse previamente una prueba de selectividad, pues algunas especies o variedades cultivadas pudieran sufrir daños tóxicos.

En las asociaciones de gramíneas con leguminosas, el uso de herbicidas se restringe a aplicaciones dirigidas, ya que pueden afectar a alguno de los componentes de la asociación; en estos casos es más recomendable el control manual, porque asegura la sobrevivencia de ambas especies. Recientemente se han encontrado herbicidas para controlar maleza en asociaciones *L. leucocephala*-*B. brizantha*, como bentazón e imazethapyr que no les causan daño, o bien éste es temporal o mínimo (Rivas *et al.*, 2009).

El control más eficiente de maleza en los potreros se logra cuando se combinan varios métodos con un buen manejo, es decir, después de un control manual o químico, debe darse un período de descanso a la pradera para que se restablezca.

En estudios realizados en potreros tropicales del centro del estado de Veracruz (Cuadros 33, 34 y 35), se determinó que el control de diferentes tipos de malezas herbáceas y leñosas fue de 6.2 a 62 por ciento mayor cuando se utilizaron las mezclas de picloram + 2,4-D, picloram + fluoxipir y aminopyralid + 2,4-D, que cuando el control se realizó mediante un chapeo con machete (Figura 80).

**CUADRO 33. EFECTO DEL CONTROL DE ZARZA DE LOMA (*Mimosa albida*) Y OTRAS MALEZAS HERBÁCEAS (%) EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA A LOS 80 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.**

| Tratamiento          | <i>Mimosa albida</i> | Malezas herbáceas | Materia seca pasto (t/ha) |
|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| Picloram + 2,4-D     | 100.0                | 99.2              | 4.66                      |
| Picloram + fluoxipir | 100.0                | 98.9              | 5.27                      |
| Chapeo con machete   | 93.8                 | 61.2              | 3.70                      |

Fuente: Esqueda y Tosquy (2007).

**CUADRO 34. EFECTO DEL CONTROL DE RABO DE TOCHE (*Pachecoa prismatica*) Y OTRAS MALEZAS HERBÁCEAS (%) EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO LLANERO A LOS 42 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.**

| Tratamiento          | <i>Pachecoa prismatica</i> | Malezas herbáceas | Materia seca pasto (t/ha) |
|----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|
| Picloram + 2,4-D     | 100.0                      | 94.3              | 3.42                      |
| Picloram + fluoxipir | 99.8                       | 97.8              | 3.53                      |
| Chapeo con machete   | 86.3                       | 67.5              | 2.32                      |

Fuente: Esqueda et al. (2010).

CUADRO 35. EFECTO DEL CONTROL DE MALVA DE COCHINO (*Sida rhombifolia*) Y OTRAS MALEZAS HERBÁCEAS (%) EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA A LOS 36 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.

| Tratamiento          | <i>Sida rhombifolia</i> | Malezas herbáceas | Materia seca pasto (t/ha) |
|----------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|
| Picloram + 2,4-D     | 86.3                    | 99.5              | 7.16                      |
| Aminopyralid + 2,4-D | 98.5                    | 99.5              | 7.36                      |
| Chapeo con machete   | 67.5                    | 37.5              | 5.26                      |

Fuente: Esqueda *et al.* (2009b).



Figura 80. Plantas de *Mimosa albida* asperjadas con aminopyralid + 2,4-D (derecha) y testigo sin tratar.

El control de malezas más eficiente con los tratamientos de control químico (Figura 81) se reflejó en un aumento substancial en la producción de biomasa seca de los pastos Pangola, Llanero y Estrella de África. Adicionalmente, se encontró que bajo condiciones de temperaturas bajas y poca humedad, el valor nutritivo del forraje que se obtuvo con los tratamientos de control químico, fue significativamente mayor al obtenido con el chapeo con machete.



Figura 81. La aspersión de herbicidas es un medio efectivo para controlar malezas en praderas.

## Generalidades sobre los herbicidas

En general, los herbicidas se aplican en preemergencia o en postemergencia, lo que significa que su aplicación se realiza ya sea antes o después de la emergencia de las malezas o las plantas cultivadas. Los herbicidas preemergentes matan las malezas poco tiempo después de su germinación o emergencia, mientras que los postemergentes controlan las malezas en crecimiento activo. Los herbicidas con actividad en el suelo se aplican a éste, y son absorbidos por las raíces o brotes de las plántulas. Otros tienen actividad foliar, por lo que su aplicación se realiza al follaje de las plantas. Algunos herbicidas tienen actividad tanto en el suelo como foliar.

## Selectividad de los herbicidas

La selectividad es el proceso por el cual un determinado herbicida controla ciertas especies de plantas, pero no daña a otras. Los herbicidas no selectivos controlan prácticamente todas las plantas sobre las que se aplican, y se utilizan en situaciones en que se desea controlar toda la vegetación existente, o en forma dirigida a las malezas cuidando que no lleguen a las plantas que no quieren destruirse.

La selectividad de un herbicida es relativa y depende de varios factores entre los que se encuentran: biología de la planta, medio ambiente, dosis aplicada, época y técnica de aplicación, retención diferencial de la aspersión, absorción, translocación, metabolismo o un sitio de acción no insensible. La aplicación de herbicidas en dosis mayores a las recomendadas, puede ocasionar toxicidad a las plantas normalmente consideradas tolerantes.

## Modo de acción de los herbicidas

Los herbicidas se agrupan en familias de acuerdo a su modo de acción, que es el conjunto de sus interacciones con una planta, desde la aplicación hasta el efecto final, e involucra la absorción y la translocación en la planta, el metabolismo del herbicida y la respuesta fisiológica de la planta. Los herbicidas que afectan sitios o procesos similares en las plantas afectadas, producen síntomas de daño similares.

A continuación se describe el modo de acción de los herbicidas utilizados en pastizales o potreros que se mencionan en el Cuadro 36.

Atrazina y diurón son herbicidas inhibidores del fotosistema II de la fotosíntesis, el proceso por medio del cual las plantas verdes convierten la energía de la luz solar en carbohidratos. Generalmente afectan malezas de hoja ancha, aunque también controlan zacates anuales en algún grado. Se absorben por las raíces y el follaje, pero solamente se translocan por el xilema, por lo que su movimiento es hacia arriba con la corriente de transpiración. La atrazina y el diurón se aplican en preemergencia o postemergencia temprana. Los síntomas iniciales de daño de las malezas dicotiledóneas susceptibles, se presentan primero en las hojas viejas y las hojas más nuevas muestran menor daño.

CUADRO 36. TRATAMIENTOS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN POTREROS DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| MALEZA PREDOMINANTE               | NOMBRE COMÚN                     | DOSIS   |  | SELECTIVIDAD   | OBSERVACIONES  |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|
|                                   |                                  | (g/100 L DE AGUA)   | (g/ha)                                 |  |  |
| Gramíneas y algunas de hoja ancha | Atrazina                         |   | 800 a 1200                             | <i>Brachiaria</i> , <i>Panicum</i> y <i>Andropogon</i> | Aplicación en preemergencia, al establecimiento  |
| Hoja ancha                        | 2,4-D                            |   | 480 a 960                              | Gramíneas en general                                   | Para el control de malezas herbáceas en post-emergencia  |
| Hoja ancha                        | Picloram + 2,4-D                 | 64 + 240 a 128 + 480  | 192 + 720 a 320 + 1200                 | Gramíneas en general                                   | Utilizar las dosis menores en malezas herbáceas y las mayores en malezas arbustivas  |
| Hoja ancha                        | Picloram + fluroxypir            | 40 + 40   | 120 a 200                              | Gramíneas en general                                   | Utilizar preferentemente en malezas arbustivas   |
| Hoja ancha                        | Aminopyralid + 2,4-D             | 9 + 180 a 13.5 + 270*<br>40 + 320**   | 36 + 720*<br>160 + 1280**              | Gramíneas en general                                   | Utilizar en malezas herbáceas* y en malezas arbustivas**   |
| Hoja ancha                        | Aminopyralid + metsulfurón-metil | 37.5 a 75   | 150 a 300                              | Gramíneas en general                                   | Utilizar la dosis menor en malezas herbáceas y la mayor en malezas arbustivas  |
| Hoja ancha                        | Aminopyralid + triclopyr         | 40 + 120<br>Foliar 60 + 180<br>80 + 240<br>Tocón 160 + 480<br>Basal 120 + 360<br>160 + 480  |  | Gramíneas en general                                   | En aplicaciones foliares utilizar la dosis baja en malezas herbáceas y las mayores en malezas arbustivas y leñosas. En aplicaciones basales utilizar la dosis de acuerdo al diámetro del tallo |
| Hoja ancha                        | Picloram + triclopyr             | 60 + 120<br>Foliar 90 + 180<br>120 + 240<br>Tocón 240 + 480<br>Basal 180 + 360<br>240 + 480 |  | Gramíneas en general                                   | En aplicaciones foliares utilizar la dosis baja en malezas herbáceas y las mayores en malezas arbustivas y leñosas. En aplicaciones basales utilizar la dosis de acuerdo al diámetro del tallo |
| Hoja angosta                      | Pendimetalina                    |   | 1200                                   | Leguminosas en general                                 | Para el control de gramíneas en preemergencia  |
| Gramíneas y ciperáceas            | Glifosato<br>Paraquat<br>Diurón  |   | 700 a 1400<br>300 a 600<br>1200 a 2400 | No selectivos  | Para el control de gramíneas y ciperáceas en aplicaciones dirigidas  |
| Hoja ancha                        | Diesel                           |   |  | No selectivo   | Control de arbustivas  |

Para aplicaciones foliares totales se utilizan las dosificaciones por hectárea, mientras que para aplicaciones en manchoneo (foliares, al tocón, basales y al anillo) se utilizan las dosificaciones en 100 L de agua. \*Dosis utilizando la formulación comercial de 9 + 180 gramos por litro. \*\*Dosis utilizando la formulación comercial de 40 + 320 gramos por litro. Para las aplicaciones basales se requiere aplicar el herbicida en diesel. Fuente: Ferguson y Sánchez (1986), Esqueda et al. (2005), Esqueda y Tosquy (2007), Esqueda et al. (2009), Esqueda et al. (2010), Reichert (2010), Rosales y Sánchez (2010).

La clorosis aparece primero entre las venas y en los márgenes de las hojas y posteriormente ocurre la necrosis de los tejidos. Los zacates susceptibles presentan clorosis y necrosis comenzando de la punta de las hojas y avanzando hacia la base. La persistencia en el suelo varía de semanas a meses, dependiendo del compuesto, la dosis y el pH del suelo.

Los herbicidas 2,4-D, picloram, fluroxipir, triclopyr y aminopyralid son reguladores del crecimiento, que afectan el balance hormonal normal que regula los procesos de división y crecimiento celular, síntesis de proteína y respiración. La mayoría de los herbicidas reguladores del crecimiento son rápidamente absorbidos por las raíces y el follaje y translocados tanto en el xilema, como en el floema.

Estos herbicidas se utilizan para controlar malezas de hoja ancha, anuales y perennes en cultivos de gramíneas, incluyendo pastos. Casi inmediatamente después de su aplicación en las hojas y tallos de las plantas susceptibles se observan curvamientos y torcimientos (epinastia). Posteriormente aparecen malformaciones en las hojas, formación de callos en el tallo y reducción del crecimiento de la raíz. Uno de los principales problemas asociados con estos herbicidas es el daño a los cultivos o vegetación cercanos al sitio de aplicación debido a su volatilidad o arrastre.

Alaclor, pendimetalina y metolaclor pertenecen al grupo de los herbicidas que inhiben el crecimiento de las plántulas. Pueden inhibir el crecimiento de los brotes (alaclor y metolaclor) o de la raíz (pendimetalina). Son absorbidos por los brotes de las plántulas de las gramíneas y las raíces de las plantas de hoja ancha e interrumpen el crecimiento celular. Tiene poca o ninguna actividad foliar y se aplican principalmente en presiembra incorporados y en preemergencia para controlar plántulas de zacates y algunas malezas de hoja ancha anuales.

Las plantas afectadas por inhibidores del crecimiento de raíces tienen raíces cortas y engrosadas y muestran síntomas de deficiencia de nutrientes debido al pobre desarrollo del sistema radical. Por otra parte, los herbicidas inhibidores de brotes bloquean la división celular, afectan la elongación foliar, la síntesis de lípidos y la formación de la cutícula foliar. Son herbicidas residuales.

Glifosato es un herbicida que inhibe la síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano, necesarios para el crecimiento y sobrevivencia de las plantas. Solamente se aplica al follaje de éstas, ya que se inactiva rápidamente en el suelo al unirse fuertemente con las arcillas y la materia orgánica. Por lo anterior, puede ser menos efectivo cuando se utiliza agua "sucia" o "dura" para su aplicación. Es un herbicida sistémico de amplio espectro, que controla gramíneas anuales y perennes y malezas de hoja ancha.

Las plantas tratadas con glifosato muestran amarillamiento del follaje entre cinco y siete días después de la aplicación, posteriormente ocurre necrosis y éstas mueren en 10 a 14 días. Debido a que es un herbicida no selectivo, es muy importante evitar que la solución asperjada llegue a las plantas que no se desea eliminar.

El modo de acción del paraquat es la destrucción de las membranas celulares, lo que ocasiona amarillamiento, aspecto pálido y rápida desecación de la planta.

Este herbicida se aplica en postemergencia para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales; no tiene actividad residual en el suelo debido a que se une fuertemente a las arcillas del suelo, por lo que es importante utilizar agua limpia para su aplicación.

Es un herbicida de contacto, por lo que no es eficiente para eliminar las raíces u órganos de reproducción vegetativa de las plantas perennes. El arrastre de pequeñas gotas puede ocasionar quemaduras en las plantas no aplicadas.

## **Precauciones con los animales después de aplicar herbicidas**

Los herbicidas pueden afectar a los animales si consumen plantas tratadas que no han eliminado el efecto residual del producto. Como regla general, antes de aplicar cualquier herbicida, se sugiere realizar un pastoreo intensivo; después de la aplicación conviene que los animales no pastoreen en los potreros tratados por dos a tres semanas, período en que se eliminan los residuos del herbicida.

## **Recomendaciones útiles al aplicar herbicidas en potreros**

Se sugiere considerar los siguientes puntos al utilizar herbicidas en praderas:

1. Es muy importante leer cuidadosamente la etiqueta de los herbicidas que piense utilizar. Ésta contiene información de los cultivos en que pueden ser utilizados, las especies de malezas que controlan, las dosis y épocas en que deben ser aplicados y las incompatibilidades que pudieran tener con otros plaguicidas. Dedicar tiempo para leer la etiqueta antes de aplicar, puede evitar problemas de toxicidad y efectividad del producto.
2. Antes de iniciar el control de la maleza, deben distinguirse las leguminosas, nativas o introducidas, con la finalidad de no destruirlas, sino, más bien procurar su conservación e incremento en la pradera.

3. Es indispensable calibrar el equipo de aspersión. Si no se realiza una calibración, o si ésta es deficiente, se pueden aplicar dosis inferiores o superiores a las recomendadas, lo que resulta en un pobre control de malezas, o en un riesgo de toxicidad a los pastos cultivados, respectivamente.
4. Para aplicaciones totales se recomienda utilizar de 200 a 500 litros de agua por hectárea y emplear boquillas de abanico plano.
5. Es recomendable aplicar el herbicida en días cálidos, húmedos y cuando la maleza se encuentra en crecimiento activo, ya que en períodos prolongados de sequía es más difícil de controlarla.
6. Una aplicación de herbicida es suficiente para controlar maleza anual de hoja ancha, pero conviene hacer aplicaciones periódicas para eliminar maleza perenne y plantas anuales emergidas después de la última aplicación.
7. No es recomendable aplicar herbicidas cuando existe viento, ya que impide una aspersión eficaz y puede dañar plantas susceptibles localizadas fuera del área aplicada.
8. La mayoría de los herbicidas aplicados al follaje necesitan de cinco a ocho horas sin lluvia para que no sean lavados y pierdan su efectividad; además, es recomendable el uso de coadyuvantes (como detergente, o productos comerciales específicos), ya que aumentan retención del herbicida en el follaje y permiten una mayor absorción.
9. Para aplicar herbicidas, debe utilizarse equipo de protección como lentes, sombrero, mascarilla, guantes, camisa de manga larga, pantalón y botas. No se debe comer, beber o fumar durante la aplicación.

10. Después de cada jornada de aplicación debe lavarse cuidadosamente el equipo de aplicación con agua y jabón, haciéndolo funcionar de manera que el agua jabonosa salga por las boquillas. Después hay que enjuagar con agua limpia hasta eliminar los restos de jabón. Finalmente, se deben desarmar las boquillas y filtros y lavarlos por separado.



# ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS

Las especies forrajeras son afectadas por diversas enfermedades y plagas, que pueden reducir la producción y calidad del forraje, y en caso de ataques severos, ocasionar la pérdida total de la pradera. En los Cuadros 37 y 38 se presentan las principales enfermedades y plagas que atacan a las gramíneas y leguminosas forrajeras en el trópico de México, se describen los patógenos o agentes causales, y se indica brevemente el daño que provocan. Los problemas de enfermedades son mínimos, ya que los pastos sólo son hospederos alternantes, por lo que no es necesario describirlas exhaustivamente, únicamente se remite al lector a la información contenida en el Cuadro 37.

**CUADRO 37. PRINCIPALES ENFERMEDADES Y DAÑOS QUE OCASIONAN A LAS DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DEL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| ENFERMEDADES           | PATÓGENOS   | DESCRIPCIÓN DEL DAÑO  | ESPECIES ATACADAS  |
|------------------------|---|---|--|
| Antracnosis            | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>                 | Causa lesiones en las hojas y vainas de algunas leguminosas. Produce manchas de color marrón-negro o crema, provoca defoliación, malformación y putrefacción de vainas, e impide la producción de semilla.  | <i>P. phaseoloides</i> (vainas)<br><i>C. pubescens</i> (hojas)<br><i>M. atropurpureum</i>  |
| Mancha foliar          | <i>Cercospora fusimaculans</i><br><i>C. canescens</i> | Produce lesiones de color marrón o negro en las hojas, generalmente con una aureola amarilla de forma angular o circular.   | <i>B. brizantha</i><br><i>B. decumbens</i><br><i>C. pubescens</i><br><i>M. atropurpureum</i>   |
| Pudrición y secamiento | <i>Rhizoctonia solani</i>                             | Ocasiona pudrición y secamiento de las hojas y tallos; se caracteriza por manchas negras en los tallos. En las gramíneas, el daño inicial es parecido al debilitamiento por sequía, posteriormente aparecen manchas de color claro con bordes irregulares de color café en las hojas. Si la enfermedad progresa, las manchas pueden unirse hasta ocasionar el marchitamiento de la planta completa. | <i>Centrosema</i> spp.<br><i>P. phaseoloides</i><br><i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato<br><i>B. brizantha</i><br><i>B. decumbens</i> |
| Roya                   | <i>Uromyces setaria-italicae</i>                      | Esta enfermedad produce pústulas de color café ladrillo en ambos lados de las hojas.  | <i>B. humidicola</i>   |

Fuente: CIAT (1983), Lenne y Ordoñez (1991), Valerio et al. (1996).

En relación a las plagas, en este capítulo sólo se describen ampliamente a la mosca pinta y al falso medidor, plagas que provocan daños de importancia económica a las pasturas.

CUADRO 38. PRINCIPALES PLAGAS Y DAÑOS QUE OCASIONAN A LAS DIFERENTES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| PLAGA                            | NOMBRE CIENTÍFICO   | TIPO DE PLAGA            | DESCRIPCIÓN DEL DAÑO  | ESPECIES ATACADAS U HOSPEDERAS  |
|----------------------------------|---|--------------------------|---|---|
|                                  | <i>Aeneolamia postica</i><br><i>A. albofasciata</i><br><i>A. occidentalis</i><br><i>A. bicincta</i><br><i>A. contigua</i><br><i>A. varia</i><br><i>Prospapia simulans</i><br><i>P. contigua</i><br><i>Sphenorhina rubra</i> | Chupadores               | Principal plaga de las gramíneas forrajeras; ataca con mayor severidad las especies de crecimiento rastrero. En la etapa de salivazo o ninfa, el insecto chupa la savia de las raíces, debilitando las plantas. Su daño es menos importante que el que ocasiona el adulto o mosca pinta, la cual al alimentarse de las plantas inyecta sustancias cáusticas, y cuando el ataque es severo puede ocasionarles la muerte. | <i>D. decumbens</i><br><i>B. decumbens</i><br><i>M. maximus</i><br><i>C. plectostachyus</i><br><i>C. ciliaris</i>   |
| Gusano falso medidor y cogollero | <i>Mocis latipes</i><br><i>Spodoptera frugiperda</i>  | Comedores o masticadores | Ocasiona defoliación, dejando solamente la nervadura central; si el ataque es severo puede devastar totalmente una pradera.   | <i>D. decumbens</i><br><i>M. maximus</i><br><i>A. gyanus</i><br><i>B. dictyoneura</i><br><i>B. humidicola</i><br><i>C. plectostachyus</i>                           |
| Pulguillas                       | <i>Chaetocnema</i> sp.<br><i>Systema</i> sp.<br><i>Epitrix</i> sp.  | Raspadores de la hoja    | Las hojas presentan raspaduras que ocasiona el insecto al consumir la parte verde de la lámina foliar; su daño no es de importancia.  | <i>B. decumbens</i><br><i>B. brizantha</i><br><i>B. humidicola</i><br><i>M. maximus</i>   |
| Hormigas arriaras                | <i>Atta laevigata</i><br><i>Acromirmex landolti</i>   | Comedores                | Durante el establecimiento atacan las plántulas recién emergidas, causando fuertes daños si la población de hormigas es alta, lo que puede ocasionar un deficiente establecimiento de las praderas.   | <i>A. gyanus</i><br><i>M. maximus</i><br><i>B. dictyoneura</i><br><i>P. phaseoloides</i><br><i>Desmodium</i> spp.<br><i>Centrosema</i> spp.<br><i>Leucaena</i> spp. |
| Catarinita, grillos o chapulines | <i>Diabrotica</i> sp.<br><i>Cerotoma</i> sp.<br><i>Calaspis</i> sp.   | Comedores                | Su daño se concentra principalmente en leguminosas, causando perforaciones redondeadas o alargadas en las hojas; el daño se considera de poca importancia económica, ya que las plantas se recuperan rápidamente.   | <i>P. phaseoloides</i><br><i>Centrosema</i> spp.<br><i>M. maximus</i>   |

Fuente: CIAT (1982a), CIAT (1982b), Lapointe y Ferrufino (1991), Valerio et al. (1996), Coronado (1978).

## Mosca pinta o salivazo

Es la principal plaga de las gramíneas forrajeras en el trópico mexicano, y también ataca al maíz, arroz y caña de azúcar. Se conocen ocho especies de mosca pinta: *Aeneolamia albofasciata*, *A. contigua*, *A. occidentalis*, *A. postica*, *A. varia*, *Prosapia simulans*, *P. bicincta* y *Sphenorhina rubra*, las cuales se distribuyen en las franjas costeras del Golfo de México y el Océano Pacífico, excepto en el norte de Tamaulipas y la península de Baja California.

### Hábitat de la mosca pinta

La mosca pinta se encuentra en zonas húmedas y subhúmedas del trópico, y también se desarrolla en regiones con climas secos de condiciones desérticas, como en el estado de Sonora. Generalmente se encuentra desde el nivel del mar hasta 1,000 metros de altitud, aunque se ha encontrado hasta 1,840 metros sobre el nivel del mar. Las mayores poblaciones de esta plaga se presentan en áreas con más de 1,000 milímetros de lluvia o incluso menor, pero con humedad relativa alta (mayor a 60 por ciento) y temperaturas entre 20 y 35°C. Las características del pasto hospedero influyen en su proliferación; en general, las gramíneas rastreras ofrecen condiciones de humedad alta y temperaturas frescas que le proporcionan protección contra la radiación solar directa.

### Ciclo biológico

La mosca pinta presenta tres estadios durante su desarrollo: huevo, ninfa y adulto. El ciclo completo de *A. postica* y *P. simulans* es de 49 y 58 días, respectivamente, por lo que dependiendo de las condiciones climáticas de cada región, deben esperarse de tres a cinco generaciones por año. La duración del ciclo biológico con sus diferentes estadios se presenta en la Figura 82.

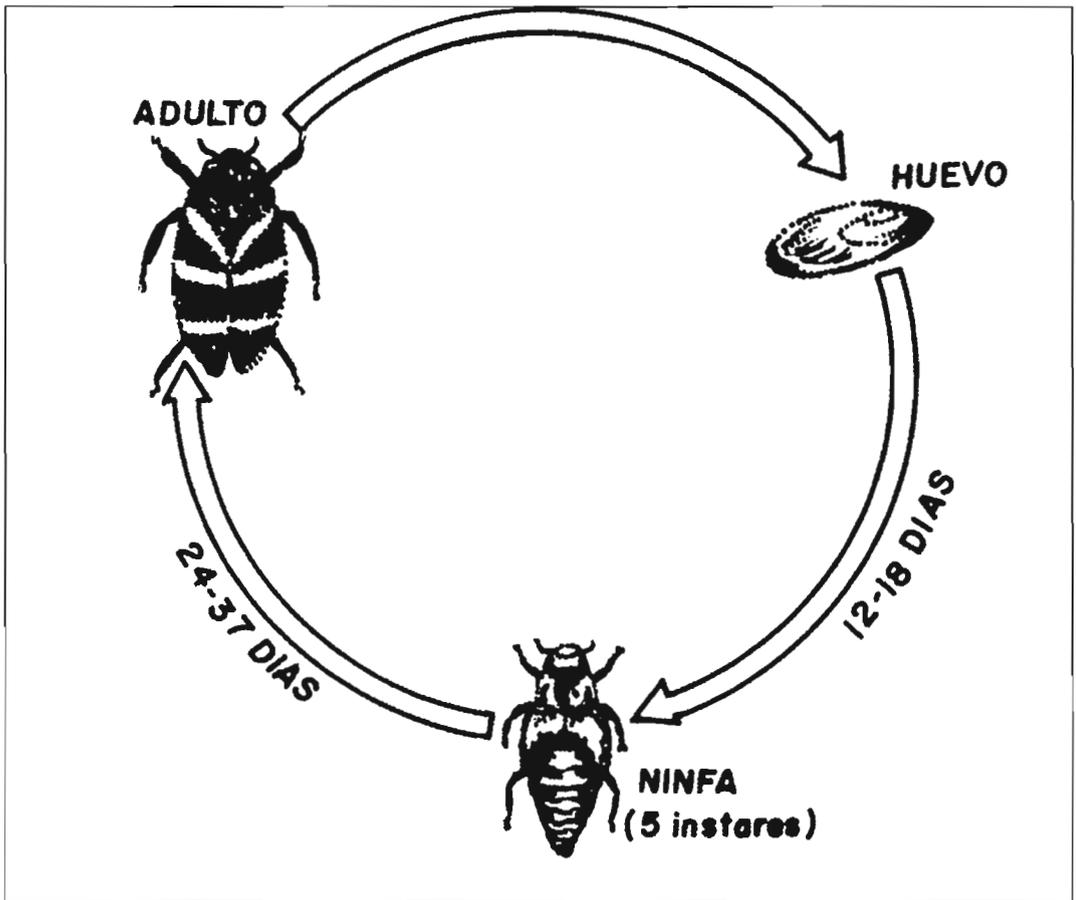


Figura 82. Ciclo biológico de la mosca pinta o salivazo.

### Descripción de los estadios de la mosca pinta

**Huevo.** Los huevecillos tienen la apariencia de un grano de arroz, son de forma oval y color amarillo arenoso, y miden 0.8 milímetros de largo por 0.3 milímetros de ancho; son ovipositados cerca o entre las raíces de los pastos, entre 1 y 2 centímetros de profundidad. Son muy resistentes a la sequía, y durante ese período permanecen en diapausa hasta que se presentan condiciones favorables para la eclosión, es decir, cuando

existe de un 90 a un 100 por ciento de humedad relativa. Esta fase tiene una duración entre 12 y 18 días.

**Ninfa.** Del huevecillo emerge la ninfa o "salivazo", la cual es de color amarillo con cabeza rojiza, y al término de su crecimiento mide de 6 a 8 milímetros (Figura 83).



**Figura 83.** Ninfa de salivazo en un pasto de crecimiento erecto.

La ninfa se desplaza hacia la raíz o a la parte baja del tallo en donde se alimenta de la savia de la planta. Ahí segrega una masa espumosa con apariencia de saliva, bajo la cual se protege de la deshidratación y de sus enemigos naturales. La duración de esta etapa de desarrollo varía entre 24 y 37 días, pasando por cinco instares o etapas.

**Adulto.** Son de forma ovalada, de 7 a 9 milímetros de largo por 5 a 6 milímetros de ancho, con cabeza de color negro brillante y cuerpo de color rojo-naranja, alas de color negro con dos franjas transversales de color amarillo o rojo claro. Estas características pueden variar de acuerdo a la especie (Figura 84).

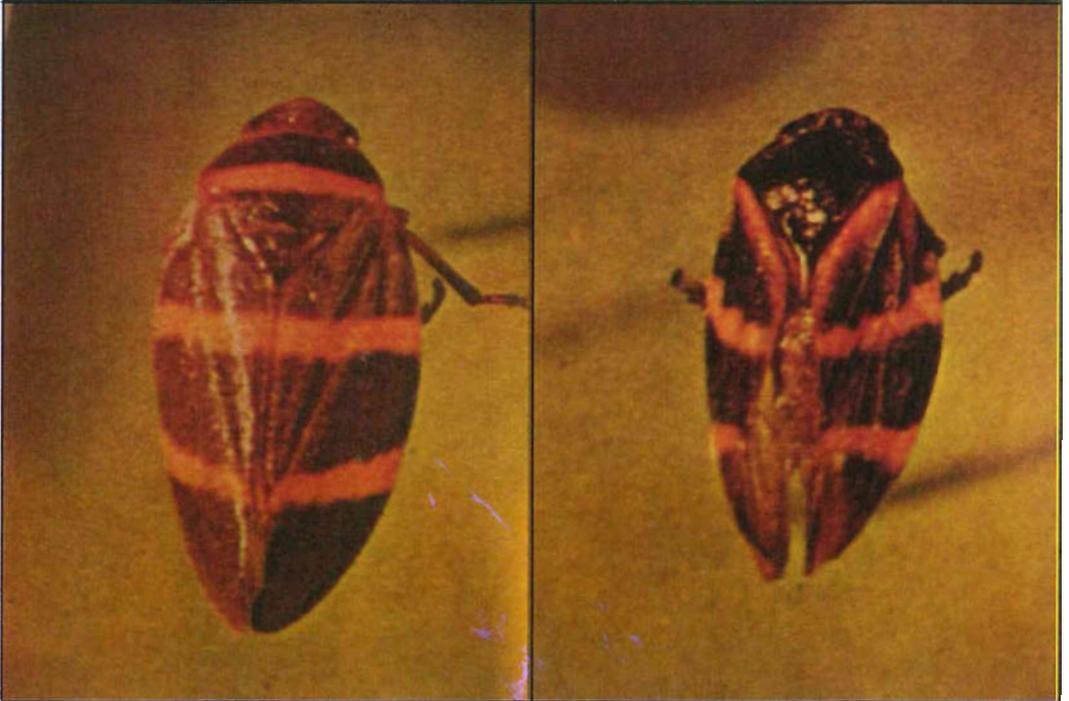


Figura 84. Adulto de la mosca pinta *Prosapia simulans* (izquierda) y *Aeneolamia* sp. (derecha). Fuente: Coronado (1978).

Algunas especies no presentan las bandas transversales o presentan una sola. Durante la etapa de adulto, los insectos son capaces de dispersarse alrededor de 120 metros. Este estadio dura de 11 a 17 días.

## Dinámica poblacional

A través del año, las poblaciones de mosca pinta están influenciadas por las condiciones climáticas, en especial la precipitación y la humedad relativa. La primera generación de ninfas se presenta de 20 a 30 días después de iniciadas las lluvias (finales de junio o durante el mes de julio), y las poblaciones mayores a mediados de la época de lluvias, en los meses de julio a septiembre, aunque esto puede variar en las diferentes regiones ecológicas.

En las Figuras 85 y 86 se presentan las fluctuaciones de salivazos y adultos en Villahermosa, Tabasco, en donde se observa que las mayores poblaciones de la plaga ocurren en el mes de julio. Existen diferencias marcadas en la preferencia de esta plaga por los pastos, siendo Alemán, Pangola y Pará, más preferidos que Privilegio, Elefante y las gramas nativas.

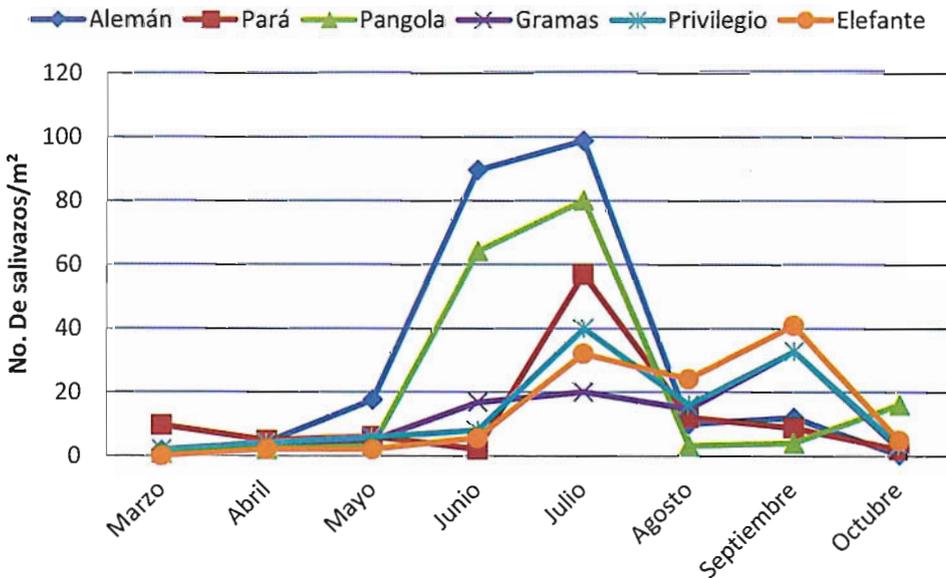


Figura 85. Fluctuación mensual de ninfas de mosca pinta (*A. postica*) en diversos pastos en Villahermosa, Tabasco.

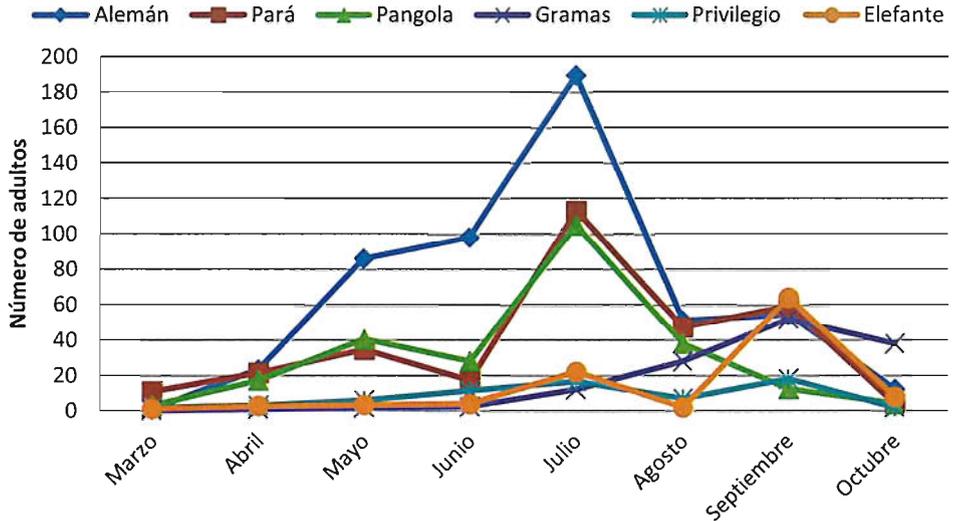


Figura 86. Fluctuación mensual de adultos de mosca pinta (*A. postica*) en diversos pastos en Villahermosa, Tabasco.

En los últimos años se ha observado una amplia preferencia de la plaga por algunas especies del género *Brachiaria*, como los pastos Señal o Chontalpo y Tanner. Actualmente, también se presentan ataques al pasto Estrella de África, rompiéndose la tolerancia que tenía hace algunos años.

### Daños ocasionados por la mosca pinta

**Ninfas.** Las ninfas se alimentan de la savia de las raíces y la parte basal de las plantas, lo que provoca un deterioro de los tejidos de conducción que impide el paso de agua y nutrimentos a la parte aérea de la planta. Las plantas afectadas presentan una clorosis general, comparable con el aspecto que tienen los pastos en la época de sequía, y cuya intensidad está asociada al grado de infestación, es decir, con poblaciones bajas de la plaga el daño puede pasar desapercibido, pero si existe una cantidad alta de ninfas, éste puede

ser severo, predisponiendo a la planta a una mayor susceptibilidad para el ataque del adulto.

**Adultos.** En esta etapa causan el daño más importante. Al inyectar sustancias cáusticas en el tejido vegetal, ocasionan manchas cloróticas expandidas en los puntos de las picaduras, que provocan la muerte de las plantas.

Cuando se presentan ataques con infestaciones altas, los pastos presentan un color pajizo uniforme. Las generaciones sucesivas de este insecto pueden causar un secamiento acumulativo y progresivo del pasto (Figura 87). Estas condiciones reducen el crecimiento, producción y calidad del forraje, particularmente en los contenidos de nitrógeno y azufre, que a su vez disminuyen la apetencia del forraje.



Figura 87. El adulto o mosca pinta provoca los daños más severos en los pastos susceptibles.

## Métodos de control de la mosca pinta

Existen diversos métodos de control de la mosca pinta, los cuales deben implementarse en forma integral para reducir al mínimo los daños que ocasiona; entre los que han dado los mejores resultados se tienen:

### Diversificación y utilización de especies de pastos resistentes

Actualmente existen pastos resistentes o con alta tolerancia al ataque de esta plaga, entre los que se pueden citar: Insurgente, Llanero, Mulato II y Chetumal. El Insurgente y el Mulato II tienen un mecanismo de resistencia llamado antibiosis, caracterizado por una baja supervivencia del salivazo a medida que avanza al estado adulto, y en consecuencia, una disminución del crecimiento poblacional de la plaga. El Llanero, el Mulato y el Mulato II presentan una gran cantidad de tricomas (pelos) en tallos y hojas que ofrecen una barrera para el contacto del insecto con la planta. Por otra parte, aunque el Chetumal es buen hospedero, tolera poblaciones altas de esta plaga, y se recupera debido a su alta capacidad de rebrote, en comparación con otras especies del género *Brachiaria*.

Es recomendable manejar varias especies forrajeras en los ranchos, con el fin de realizar un manejo estratégico de esta plaga, considerando las diferencias existentes en sus ciclos productivos, y también, que las especies de crecimiento erecto son menos adecuadas para la multiplicación masiva del insecto, en comparación con las gramíneas de crecimiento rastrero (Figura 88).

**Control cultural.** En el control cultural se incluyen todas las prácticas agronómicas que tienen por objetivo crear condiciones propicias para el desarrollo de las plantas, y que permiten minimizar los efectos de la mosca pinta sobre la pradera.



Figura 88. Existe diferente grado de tolerancia al ataque de la mosca pinta; aquí se observa una especie susceptible (Chontalpo) y otra tolerante (Insurgente), que permanece verde.

### Manejo del pastoreo

Es posible reducir los efectos de la mosca pinta mediante la utilización adecuada de la carga animal, es decir, el animal debe consumir al máximo posible el forraje, sin permitir la acumulación de material muerto sobre el suelo, ya que crea condiciones propicias para el desarrollo y multiplicación masiva de la plaga. Debe tenerse un cuidado especial con las especies de crecimiento rastrero, pues tienen mejores condiciones para formar el "colchón" de material muerto.

Las praderas deben pastorearse en forma intensiva durante los meses de junio a octubre. Los pastos de crecimiento rastrero deben aprovecharse cuando presenten alturas de 30 a

40 centímetros, y se recomienda cambiar de potrero cuando éstas sean de 10 a 15 centímetros. Las gramíneas de crecimiento erecto se deben pastorear cuando la altura de las plantas sea de 80 a 100 centímetros, y se debe cambiar de potrero al alcanzar alturas de 30 a 40 centímetros (Figura 89). Mediante esta práctica se limita el desarrollo de las ninfas, y por consecuencia, el de adultos, ya que existe una mayor penetración de los rayos solares y una mejor aireación, que en conjunto provocan la deshidratación del salivazo.



Figura 89. El pastoreo bajo evita la acumulación de material muerto o “colchón” que favorece el desarrollo del salivazo.

## Chapeo

El chapeo crea condiciones desfavorables para el desarrollo de esta plaga, y en algunas regiones ha permitido reducir hasta en un 80 por ciento el daño ocasionado por ninfas a la pradera. Esta práctica debe realizarse cuando se observen los primeros brotes de salivazos, y para que resulte eficiente, después del chapeo es recomendable retirar el material cortado de la pradera (el cual puede almacenarse utilizando algún método de conservación), pues de lo contrario se propicia la multiplicación masiva de la plaga, al darle protección de los rayos solares y conservar una humedad relativa alta. En el Cuadro 39, se presentan datos sobre el efecto de la carga animal y el retiro del forraje residual (paja o material muerto) en las poblaciones de ninfas y adultos de la mosca pinta. Se observa que al incrementar la carga animal sin remover el forraje residual, las poblaciones de ninfas y adultos disminuyen; sin embargo, cuando el forraje se remueve, el efecto es mayor. Lo anterior demuestra el beneficio al usar cargas altas y retirar el forraje residual; independientemente del método utilizado, lo importante es evitar la acumulación de forraje muerto, y de esta manera romper con el microclima ideal para el desarrollo de plagas y patógenos.

**CUADRO 39. EFECTO DE LA CARGA ANIMAL Y LA REMOCIÓN DEL FORRAJE RESIDUAL SOBRE EL NÚMERO DE NINFAS Y ADULTOS DE LA MOSCA PINTA O SALIVAZO EN UNA PRADERA DE PASTO CHONTALPO.**

| CARGA ANIMAL (UA/ha)* | TRATAMIENTO    | NÚMERO DE NINFAS/m <sup>2</sup> | NÚMERO DE ADULTOS EN 10 MUESTREOS (REDAZOS) |
|-----------------------|----------------|---------------------------------|---|
| 1                     | Sin remoción*  | 195                             | 107   |
|                       | Con remoción** | 87                              | 80  |
| 1.4                   | Sin remoción   | 37                              | 19  |
|                       | Con remoción   | 12                              | 12  |
| 1.7                   | Sin remoción   | 19                              | 7   |
|                       | Con remoción   | 9                               | 5   |

\*Sin remoción del forraje residual. \*\*Con remoción del forraje residual.

Fuente: Valerio y Koller (1993).

## Quema

El fuego es un método de control de la mosca pinta en las etapas de huevo o ninfa, debido a que tanto los huevecillos como las ninfas se encuentran sobre la superficie, o a poca profundidad (2 a 3 centímetros), y su capacidad de movilización es limitada, por lo cual quedan expuestos a la acción del fuego (Figura 90).

La quema se realiza a finales de la época seca y a principios de la época de lluvias, procurando que no exista mucha humedad en el terreno, pues bajo estas condiciones existe mayor conductividad del calor, lo cual puede afectar los puntos de crecimiento de las plantas forrajeras. Con este método de control se pueden evitar los problemas de la plaga por un período de al menos dos años.



Figura 90. La quema, medio de control de la mosca pinta.

## Control químico

El uso de productos químicos para controlar la mosca pinta tiene varios inconvenientes, entre los cuales destacan: costos altos del producto y su aplicación, efectos detrimentales sobre las poblaciones de fauna benéfica, aparición de biotipos resistentes a los insecticidas por el uso continuo de los mismos y posibilidad de intoxicación de los animales por descuido.

Para utilizar productos químicos se deben de seguir las siguientes recomendaciones:

1. En praderas que han sufrido daños graves en años anteriores, las aplicaciones deben realizarse al observar los primeros salivazos.
2. Determinar los niveles de infestación de la plaga mediante un recorrido por las praderas, un mes después del inicio de la temporada de lluvias, y repetir esta operación cada semana. Es recomendable iniciar estas evaluaciones en las partes bajas de las praderas, ya que por la mayor humedad existente, es donde primero aparece el insecto. El momento oportuno para aplicar insecticidas es cuando aparecen de 20 a 25 salivazos de tamaño semejante al del adulto, por metro cuadrado. Dado que pueden presentarse generaciones empalmadas, la aplicación del producto debe repetirse cuando se alcance el nivel de población mencionado anteriormente. Cuando se observan daños en la pradera, probablemente los insectos que los ocasionaron ya estén muertos; sin embargo, como las generaciones son sucesivas, el control químico puede disminuir las poblaciones del insecto, y por consiguiente propiciar una rápida recuperación de la pradera.

Existe gran cantidad de productos químicos en el mercado para el control de esta plaga, pero deben seleccionarse aquéllos de baja residualidad y toxicidad. En el Cuadro 40 se presentan algunos de ellos. Deben seguirse las indicaciones del fabricante para su

aplicación, y excluir del pastoreo las praderas tratadas entre 15 y 20 días, para evitar daños o intoxicaciones en los animales.

**CUADRO 40. CONTROL QUÍMICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DE LAS GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES.**

| ESTADÍO                                     | INGREDIENTE ACTIVO | DOSIS PRODUCTO COMERCIAL (ha) <sup>1</sup> |
|---|--------------------|--|
| Ninfa y adultos de salivazo y falso medidor | Carbaril           | 1.5 a 2 kg                                 |
|   | Carbofurán         | 40 a 50 kg                                 |
|   | Diazinón           | 1 a 1.5 L                                  |
|   | Malatión           | 1 a 2 L                                    |
|   | Permetrina         | 300 a 500 mL                               |
|   | Clorpirifos        | 0.75 a 1 L<br>1 a 1.5 L                    |
|   | Paratión metílico  | 1 a 2 L                                    |

<sup>1</sup>Con base a un volumen de 400 litros de agua; es importante que el pasto no rebase los 40 centímetros de altura.

## Falso medidor

El gusano falso medidor (*Mocis latipes*) puede ocasionar pérdidas de forraje grandes, si su ataque es severo. En estado adulto es una palomilla de color café-grisáceo, la cual deposita sus huevecillos en el envés de las hojas de algunas gramíneas nativas o cultivadas; tiene alta preferencia por las especies del género *Cynodon* y en especial del pasto Estrella de África. Su desarrollo de huevo a larva o gusano se realiza entre dos hojas entrelazadas, o en una hoja doblada, y en ocasiones en la hojarasca del suelo. La duración del ciclo biológico de esta plaga es de 49 días, pasando por cuatro estadíos que son: huevo, larva, ninfa y adulto (Figura 91).

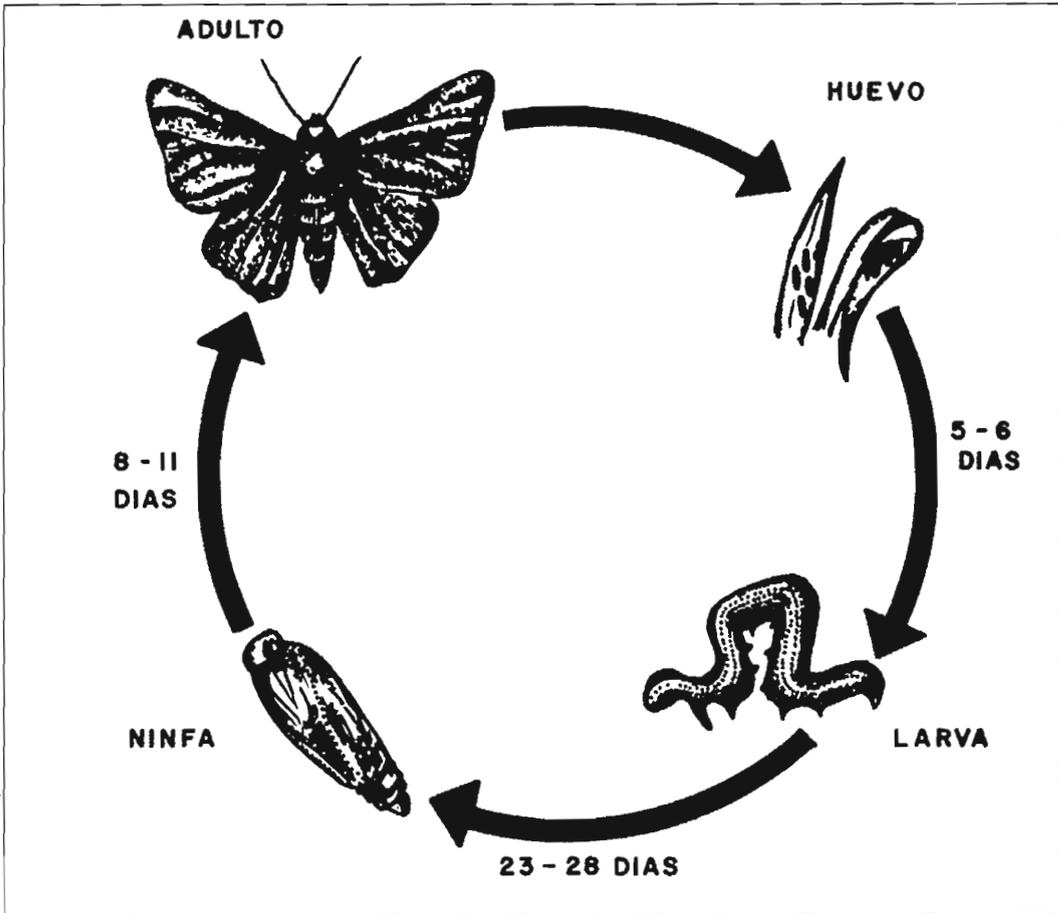


Figura 91. Ciclo de vida del gusano falso medidor (*M. latipes*).

La larva del gusano falso medidor es de color verde oscuro, con rayas longitudinales castañas oscuras y amarillas. La forma de su cabeza es global, con estrías longitudinales de color amarillo y en estado larval su vida es de aproximadamente 25 días (Figura 92). Puede llegar a medir más de 50 milímetros, y su nombre se debe a que se arquea para desplazarse.



Figura 92. El gusano falso medidor ataca la mayoría de las gramíneas forrajeras.

### Condiciones climáticas para su desarrollo

Los brotes fuertes de esta plaga ocurren en períodos de lluvia, seguidos de una sequía severa, que se presentan a finales del mes de julio y durante el mes de agosto (sequía intraestival o canícula), aunque no ocasionan pérdidas importantes. Al terminarse la canícula y reiniciar las lluvias, las poblaciones del falso medidor disminuyen considerablemente por la acción de diversos insectos y hongos, que ejercen un control biológico natural.

Durante los primeros 10 días de vida del gusano, éste actúa como raspador, ocasionando ligeros daños a las hojas; después de este período, las larvas son sumamente voraces, consumen totalmente las hojas de las plantas atacadas y sólo dejan sin consumir la nervadura central de la lámina foliar. El ataque del falso medidor se inicia en praderas enmalezadas o en las orillas de los cercos donde existe maleza; su ataque comienza en manchones, avanzando hacia el interior de las praderas. Sus hábitos de consumo son nocturnos, iniciando su actividad con la puesta del sol.

Consumen la mayoría de las gramíneas, incluyendo al maíz, sin embargo, tiene preferencia por los pastos Pangola, Estrella de África, Privilegio, Llanero, Taiwán (Figura 93) y Chetumal, mientras que Chontalpo e Insurgente son menos afectados.



Figura 93. Daño ocasionado por el gusano falso medidor en una asociación gramínea-leguminosa, donde se observa un fuerte consumo de la lámina foliar del pasto.

Cuando existen más de 20 gusanos por metro cuadrado, pueden consumir más del 50 por ciento del follaje en pocos días, provocando una reducción en la producción de forraje (Figura 94).



**Figura 94.** Daño ocasionado por el gusano falso medidor al consumir la lámina foliar del pasto Taiwán, disminuyendo su producción de forraje.

### Métodos de control

**Cultural.** El pastoreo con cargas altas ejerce un control mecánico de esta plaga, al consumir el follaje y pisotear las larvas; de esta manera se disminuyen las poblaciones a niveles que no son de importancia económica. Otra práctica importante para su control, es

realizar el rastreo de la pradera, con lo cual se exponen las larvas a la acción de los rayos solares. También se puede pasar el arado en una parte del terreno, lo que evita la migración del falso medidor a áreas adyacentes.

**Biológico.** La avispa *Trichogramma minutum* es un agente entomopatógeno que parasita las larvas de lepidópteros como el gusano falso medidor y el gusano cogollero, lo cual inhibe su reproducción. Para dispersar este agente biológico, dependiendo del grado de infestación de la plaga, se liberan de 5,000 a 15,000 huevecillos de la avispa por hectárea. Esta labor se repite a intervalos de cinco a 10 días, con la finalidad de garantizar una buena colonización del área tratada.

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que también puede ocasionar daños en las praderas, se controla con un insecticida biológico formulado con la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que puede adquirirse en distribuidoras de agroquímicos. Este producto se aplica como cualquier insecticida, y brinda protección por un mes, por lo que en caso necesario, pueden hacerse varias aplicaciones.

**Químico.** Solamente se recomienda utilizar productos químicos para controlar las larvas que se presentan después de utilizar los métodos de control cultural. La aplicación de insecticidas debe realizarse cuando existan más de 15 gusanos por metro cuadrado; es importante detectar y controlar los primeros focos de infestación, para evitar la migración de las larvas y disminuir su afectación al mínimo. Veinte días después de la aplicación, es conveniente inspeccionar las praderas tratadas, ya que probablemente durante ese tiempo exista alguna reinfestación. Los productos químicos recomendados para el control del falso medidor se presentan en el Cuadro 40.



# FOTOSENSIBILIZACIÓN

Los pastos Chontalpo o Señal, Insurgente y Chetumal, se han establecido en forma masiva en el trópico mexicano a partir de 1989. En los últimos años se han presentado algunos casos de fotosensibilización en ovinos y bovinos que los consumen, causando alarma entre los ganaderos. Esta enfermedad se expresa por lesiones cutáneas restringidas a las zonas no pigmentadas de la piel (párpados, labios, boca y vulva), que llegan a deformar áreas de tejido vivo (Figura 95).



Figura 95. Lesiones en la piel de bovinos asociadas a la sintomatología de fotosensibilización.

En la actualidad no se tiene un conocimiento completo de las condiciones ambientales o del mismo pasto, que propician este tipo de intoxicación, aunque se mencionan dos probables causas:

1. Presencia del hongo saprófito *Phitomyces chartarum*, que se alimenta del material muerto del pasto, y produce esporidesmina, una micotoxina considerada como la verdadera responsable del cuadro patológico de fotosensibilidad que presentan los animales. En trabajos recientes (Bolaños-Aguilar *et al.*, 2006), se observó que este hongo se encontraba con mayor frecuencia en los pastos Llanero, Mulato y Guinea, siendo baja su frecuencia en Chontalpo, y no se presentó en Humidícola e Insurgente (Figura 96).

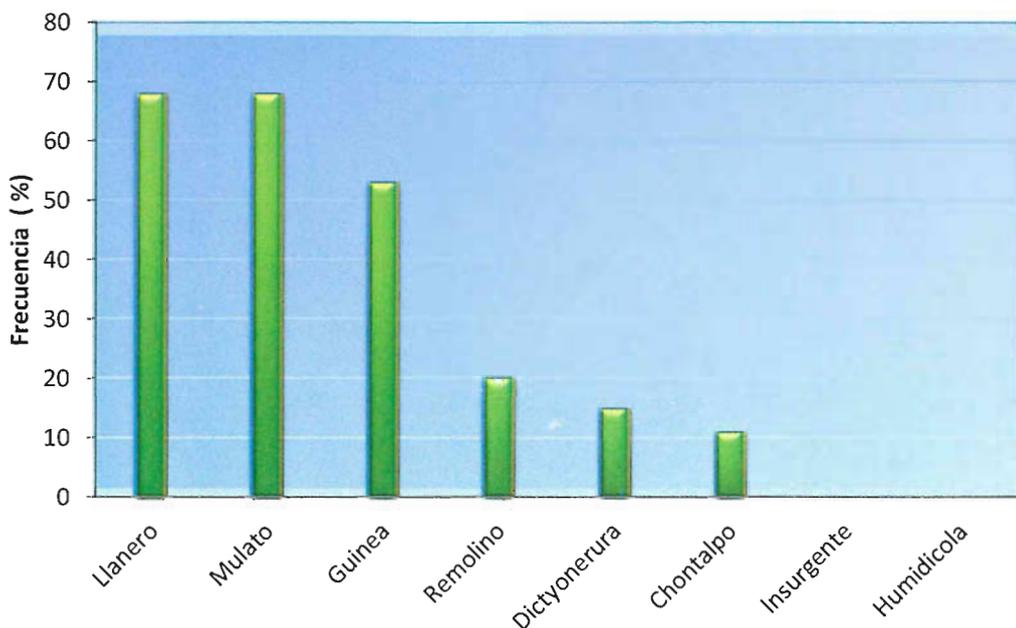


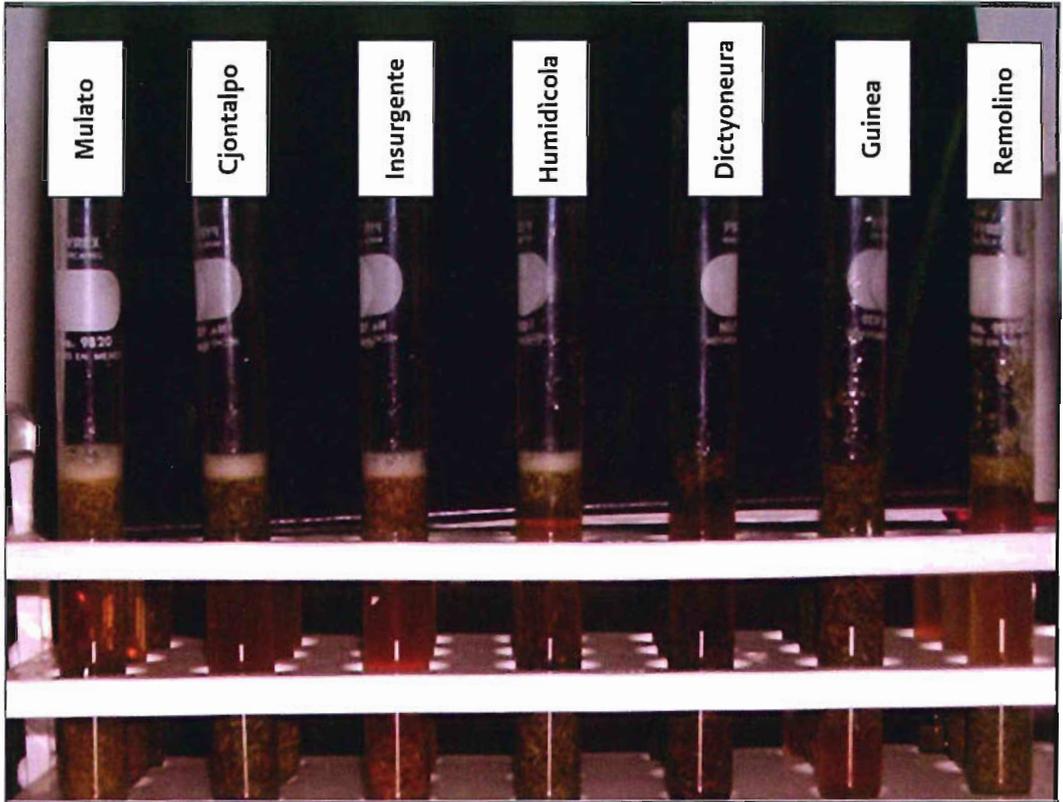
Figura 96. Frecuencia de observaciones del hongo *P. chartarum* en muestreos de praderas de diferentes pastos en Tabasco.

Sin embargo, cepas de este hongo aisladas de pasturas donde los animales han presentado toxicidad, no produjeron esporidesminas, y en cambio, se observaron saponinas esteroidales en el rumen de los animales con fotosensibilización (Ávila *et al.*, 2001).

Lo anterior deja la duda de que *P. chartarum* sea el causante de la toxicidad en los animales jóvenes, ya que el pasto Chontalpo es la especie con más reportes de fotosensibilidad en borregos, y en la que se tuvo presencia baja del hongo. En cambio, en los pastos Llanero y Guinea donde el hongo tuvo mayor frecuencia, no se han reportado problemas de fotosensibilidad. Aunque se ha indicado que este hongo es la verdadera causa de la enfermedad, en algunos casos, como en este documento, también se cuestiona a este agente causal.

2. Concentración de saponinas en los pastos. Esta corriente rechaza que sea el hongo *P. chartarum* el responsable de la fotosensibilización, pues se han encontrado saponinas en el hígado y el rumen de los animales infectados (Ávila *et al.*, 2001). Por ello, Bolaños-Aguilar *et al.* (2006), determinaron la concentración de estos metabolitos secundarios en algunos de los principales pastos utilizados en Tabasco, usando el método cualitativo indirecto de la espuma (Galindo *et al.*, 1989).

Se determinó que las mayores concentraciones de las saponinas se tuvieron en los pastos Mulato y Chontalpo, con alturas de la espuma de 7.5 y 6.2 milímetros, respectivamente. Concentraciones de 5 y 4.1 milímetros se tuvieron en Insurgente y Humidícola, muy bajas en Dictyoneura, y en Guinea y Remolino no se encontraron saponinas (Figura 97). Con esta información, se deduce que debido a su concentración alta de saponinas, los pastos Chontalpo y Mulato presentan mayor potencial para inducir fotosensibilidad, lo cual coincide con lo encontrado en ranchos de productores.



**Figura 97.** Concentraciones de saponinas en diferentes pastos; a mayor nivel de espuma la posibilidad de causar fotosensibilización en el ganado es mayor.

En México no se han realizado estudios para cuantificar el daño por fotosensibilización, pero en Nueva Zelandia, que es un país ovinocultor por tradición, las pérdidas económicas por esta enfermedad ascienden a 63 millones de dólares anuales, siendo la causa número uno de pérdidas económicas en esta actividad. Como medida de prevención, en las zonas tropicales de México, debe evitarse el pastoreo de ovinos y bovinos jóvenes en praderas de Chontalpo y Mulato. Si existen animales afectados, hay que pasarlos a otro tipo de pasto, proporcionándoles sombra y alimentos con base en henos y concentrados. En la mayoría de los casos, los animales afectados se recuperan rápidamente si se les retira de la pradera cuando presentan las primeras lesiones (Figura 98).

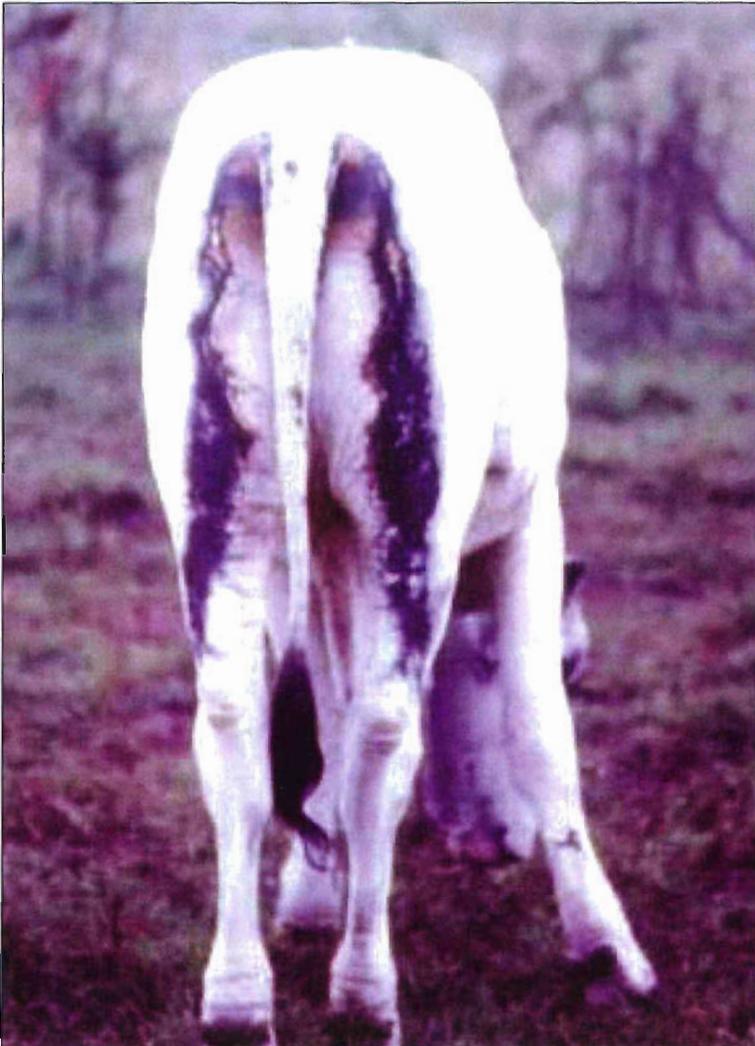


Figura 98. Bovino recuperado de las lesiones ocasionadas por el hongo *P. chartarum*, después de retirarse de la pradera de pasto Chontalpo.



# CARGA ANIMAL Y SISTEMAS DE PASTOREO PARA EL MANEJO DE PRADERAS TROPICALES

Para obtener el máximo potencial productivo de un pasto, y que los nutrimentos estén disponibles y sean aprovechados eficientemente por el ganado, debe de emplearse una carga animal apropiada, considerando el ecosistema, tipo de pasto, propósito de la explotación y sistema de pastoreo. Es decir, para alcanzar en forma sostenible la mayor productividad de la pradera en términos de carne o leche, es necesario no sólo tener un buen manejo, sino también que el pasto esté adaptado al tipo de suelo, y el ganado al tipo de pasto.

En el manejo de praderas intervienen dos factores importantes: la carga animal y el sistema de pastoreo.

## Carga animal

La carga animal es uno de los factores más importantes a considerar en el manejo de praderas, ya que existe una relación fuerte entre la productividad (a mayor carga se espera una mayor producción por unidad de superficie) y el grado de deterioro de la pradera (sobrepastoreo o subpastoreo). Existen diversos conceptos relacionados con la carga animal, los cuales se indican a continuación:

### Carga animal

Es el número de animales asignados a un área determinada en cualquier momento, y es manejada principalmente como número de animales por hectárea.

## Presión de pastoreo

Es el número de animales por unidad de forraje disponible.

## Capacidad de carga

Es el número de animales que pueden pastorear una superficie determinada, bajo un uso adecuado y por tiempo definido, sin deteriorar el recurso forrajero.

Otras definiciones para capacidad de carga son:

- Número de animales de un tipo específico, que puede subsistir en una unidad de área y producir a una tasa requerida sobre un período determinado, usualmente una estación, un año o más.
- Número de animales por unidad de superficie que permanece en una pradera por un período determinado.

La capacidad de carga animal se expresa también como animales por hectárea, en las zonas tropicales o templadas, o hectáreas por animal, en las zonas semiáridas o áridas.

El modelo más común para explicar el efecto de la carga animal sobre la producción animal se interpreta de la siguiente manera (Figura 99): la línea continua que representa la ganancia animal por hectárea, indica que con cargas animal muy bajas se obtienen producciones animal por hectárea muy bajas; sin embargo, al aumentar la carga animal, también aumenta la producción, hasta llegar a un punto donde se obtiene el máximo u "óptimo para ganancia por hectárea". A partir de ese punto, las ganancias por hectárea empiezan a declinar, siendo ésto al inicio, por la pérdida de peso de cada uno de los animales debido a la competencia entre ellos por el forraje, al haber un mayor número de animales por hectárea.

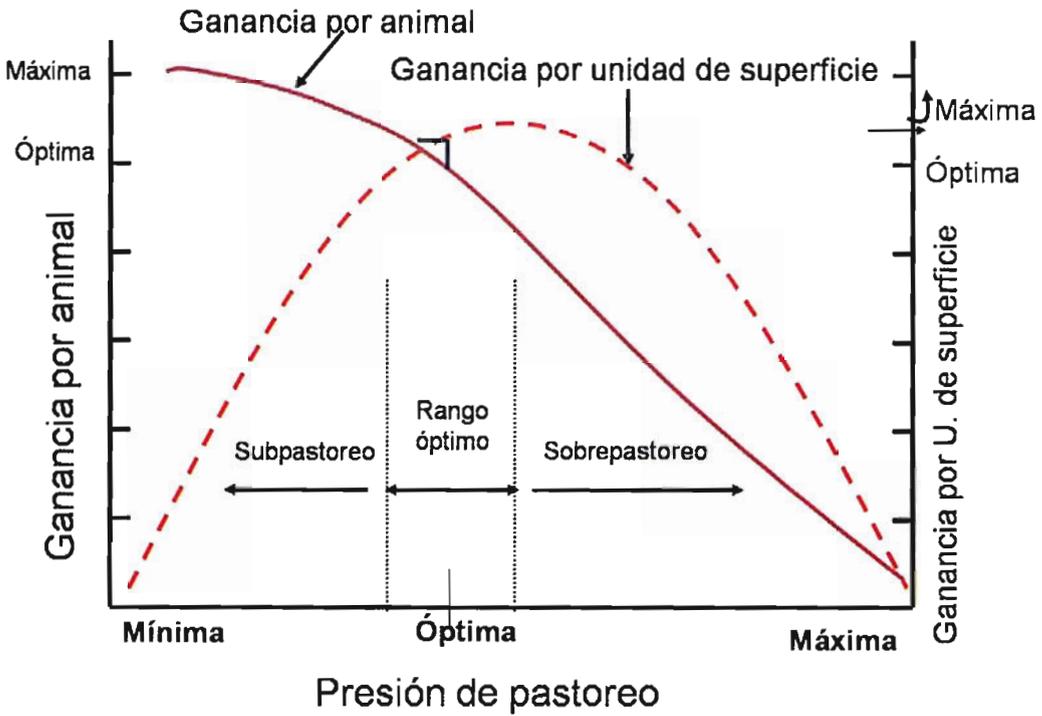


Figura 99. Relación entre la carga animal y ganancia de peso por animal, por hectárea.

Lo anterior, quiere decir, que el forraje disponible para los animales no es suficiente para cubrir sus necesidades básicas, por lo cual se presentan pérdidas de peso vivo.

En la Figura 99, el tramo señalado con líneas discontinuas representa la ganancia por animal. Aquí se observa un efecto lineal negativo, esto es, conforme aumenta la carga animal, la ganancia por individuo o animal disminuye a un punto en el cual se tienen producciones sumamente bajas, o en casos extremos puede haber pérdidas de peso vivo. En este caso, se considera que el "óptimo para ganancia por animal" se tiene con la carga animal más baja.

Del análisis de la Figura 99, se puede concluir que no hay coincidencia de las ganancias óptimas por animal y la ganancia por hectárea. En los estudios para determinar la capacidad de carga animal en los pastos, se selecciona el punto de intersección entre las dos líneas, lo cual se puede observar en la Figura 99, y se indica como la "carga óptima". En la práctica, es recomendable que la carga óptima se maneje de acuerdo al sistema de producción, al potencial genético de los animales, al valor del producto a obtener (leche, carne, becerros), y al tipo de suplementación alimenticia. Dependiendo de la cantidad que se emplee, esta última práctica tiene un efecto sobre la carga animal.

Por ejemplo, en sistemas de doble propósito, si se tienen vacas de bajo potencial lechero, con producciones menores de 5 litros diarios de leche, se puede implementar el uso de cargas animal más altas para tener más producción de leche por hectárea, aún con baja producción por vaca. A su vez, cuando se tienen vacas de mayor producción lechera (más de 6 litros por vaca), se puede optar por emplear cargas intermedias o más bajas, con el fin de que el potencial genético de la vaca se exprese al máximo que le permita el valor nutritivo de los pastos, por lo que las producciones por hectárea no pueden ser altas. En este caso, se puede elevar la carga animal para obtener producciones mayores por hectárea, pero sería imprescindible que se utilice la suplementación de alimento, para que las vacas manifiesten su capacidad de producción de leche sin detrimentos por efecto de la carga animal alta.

Dependiendo de las condiciones climáticas, se pueden emplear diferentes tipos de carga animal:

**Carga fija.** Es el número fijo de animales pastoreando en una unidad de área durante todo el año.

**Carga estacional fija.** El número de animales se regula en función de la época del año: cargas altas durante la época de abundancia de forraje (lluvias), y cargas bajas en la época de menor producción de pasto (seca).

La carga animal no sólo tiene un efecto sobre las ganancias de peso de los animales en pastoreo, sino que también se manifiesta en el suelo o en el pasto. Estos efectos pueden ser inmediatos o tardar algunos meses o años, lo cual depende principalmente de las condiciones climáticas y el tipo de suelo (textura y pendiente).

### Efecto de la carga animal en la composición botánica

Este efecto no se manifiesta de inmediato, y normalmente se presenta cuando se tienen situaciones de sobrepastoreo en la pradera (Figura 100), aunque también se puede presentar en condiciones de subpastoreo extremas; sin embargo, en condiciones de sobrepastoreo, los cambios de la composición botánica se evidencian a más largo plazo.



Figura 100. Una carga animal alta provoca la proliferación de maleza.

En el Cuadro 41, se observa que después de dos años de pastoreo, con la carga animal más alta la población de pasto Alemán disminuyó desde casi un 70 por ciento, hasta 46 por ciento, apareciendo principalmente gramas y ciperáceas como la navajuela, en lugar del pasto. El problema del cambio en la composición botánica, es que las ciperáceas no son consumidas por el ganado, y las gramas producen menos forraje y tienen menor valor nutritivo que el pasto Alemán.

**CUADRO 41. EFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UNA PRADERA DE PASTO ALEMÁN.**

| CARGA<br>(ANIMALES/ha) | COMPOSICIÓN BOTÁNICA (%) |            |        |       |
|------------------------|--------------------------|------------|--------|-------|
|                        | PASTO<br>ALEMÁN          | CIPERÁCEAS | GRAMAS | OTRAS |
| 2                      | 69.9                     | 13.3       | 10.6   | 6.2   |
| 3.3                    | 55.6                     | 15.0       | 17.5   | 11.9  |
| 4                      | 46.2                     | 20.5       | 24.8   | 8.5   |

Fuente: Moreno (1976).

### Efecto de la carga animal en la compactación del suelo

El pisoteo de los animales disminuye la porosidad del suelo, ocasionando un aumento en su compactación, siendo ésta mayor, a mayor carga animal. Al disminuir la porosidad se disminuye también la aireación del suelo y la velocidad de infiltración del agua, aumentando la retención de ésta en la superficie. Por lo tanto, una mayor carga animal, eventualmente ocasiona un menor desarrollo radical de las plantas, y en consecuencia, un menor crecimiento de las mismas.

No todos los suelos sufren el mismo nivel de compactación; éste varía de acuerdo al tipo de suelo (textura), y a la época del año: por ejemplo, en la época de mayor precipitación, en suelos de textura arcillosa se puede presentar una compactación fuerte si se usan

cargas animal altas; sin embargo, durante la temporada seca, el efecto de la carga sobre la compactación puede ser muy bajo. Por otra parte, en suelos arenosos, los problemas de compactación son mínimos o pueden no presentarse.

El efecto de compactación generalmente se presenta en los 10 primeros centímetros del perfil del suelo, es decir, en la capa arable. Una manera de resolver el problema de compactación en praderas establecidas, es aumentando la porosidad de la capa arable con un subsolador. En praderas degradadas, la compactación se elimina con el barbecho y rastreo del terreno, que se efectúan para establecer la nueva siembra de los pastos.

Los mayores efectos en la compactación del suelo, se presentan al tener una carga de cuatro animales en pastoreo, ya que con cargas de hasta tres cabezas no se han observado daños importantes (Cuadro 42). Existen estudios que demuestran que la velocidad de infiltración del agua en el suelo, disminuye conforme aumenta el número de animales por hectárea.

**CUADRO 42. COMPACTACIÓN DEL SUELO Y VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL AGUA CON DIFERENTE CARGA ANIMAL EN UNA PRADERA DE PASTO ALEMÁN.**

| ANIMALES POR HECTÁREA | COMPACTACIÓN DEL SUELO (kg/cm <sup>2</sup> ) | VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL AGUA (cm/h) |
|-----------------------|--|---|
| 2                     | 6,063  | 32.33                                     |
| 3.3                   | 6,259  | 31.25                                     |
| 4                     | 8,390  | 30.13                                     |
| Sin pastoreo          | 3,135  | --  |

Fuente: Moreno (1976).

## Efecto de la carga animal en la producción animal

En los Cuadros 43 y 44, se presentan datos que evidencian los efectos de la carga animal en la engorda de novillos y la producción de leche. Conforme aumenta la carga animal, las ganancias de peso vivo por novillo y la producción de leche por vaca tienden a bajar, mientras que la producción por hectárea tiende a aumentar. En la engorda de novillos, los aumentos se tuvieron hasta cierta carga, ya que al aumentar ésta, la producción tendió a ser menor, por las causas explicadas con anterioridad. En el caso de producción de leche, los incrementos en la carga animal también se reflejaron en incrementos en la producción de leche por hectárea, pero es probable que con cargas más altas, la producción de leche por unidad de área también empiece a disminuir.

**CUADRO 43. EFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN LA ENGORDA DE NOVILLOS EN PASTOREO DE ESTRELLA DE ÁFRICA.**

| CARGA ANIMAL<br>(Cabezas/ha) | GANANCIA          |                     |
|------------------------------|-------------------|---------------------|
|                              | GRAMOS ANIMAL/día | kg PESO VIVO/ha/año |
| 3                            | 564               | 616                 |
| 4                            | 552               | 854                 |
| 5                            | 450               | 822                 |

La pastura recibió una fertilización de 200 kilogramos de nitrógeno/ha/año.

Fuente: Meléndez *et al.* (1980).

CUADRO 44. EFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE POR LACTANCIA/VACA Y POR HECTÁREA.

| PASTO                 | CARGA<br>(Vacas/ha) | PRODUCCIÓN DE LECHE |           |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------|
|                       |                     | LACTANCIA/VACA (kg) | kg/ha/año |
| Cruza I               | 3                   | 3,843               | 11,529    |
|                       | 4                   | 3,224               | 12,896    |
|                       | 5                   | 2,890               | 14,450    |
| Estrella de<br>África | 3                   | 3,116               | 9,348     |
|                       | 4                   | 3,267               | 13,068    |
|                       | 5                   | 3,627               | 18,135    |
| Pangola               | 3                   | 3,896               | 11,688    |
|                       | 4                   | 3,224               | 12,896    |
|                       | 5                   | 3,621               | 18,105    |

Fuente: Jerez *et al.* (1986).

## Sistemas de pastoreo

En la literatura se menciona un gran número de sistemas de pastoreo; sin embargo, todos están basados en los dos sistemas siguientes: sistema de pastoreo racional y sistema de pastoreo no racional, los cuales presentan diferentes modalidades (Cuadro 45).

CUADRO 45. MÉTODOS UTILIZADOS DENTRO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PASTOREO.

| SISTEMA     | MÉTODO               |
|-------------|----------------------|
| No racional | Continuo             |
|             | Alternativo          |
|             | Rotacional           |
| Racional    | Rotacional lento     |
|             | Rotacional intensivo |

## Descripción de los sistemas de pastoreo

**Pastoreo no racional.** Consiste en mantener al ganado en condiciones de pastoreo libre, con escaso esfuerzo de parte del hombre para organizarlo o controlarlo. Este sistema está formado por los métodos continuo, alterno y rotacional, y se realiza sin atender a las leyes del sistema racional. En términos generales, puede considerarse que en el sistema no racional, la conversión alimenticia de los animales y la eficiencia productiva de la pradera son menores que las obtenidas con el pastoreo racional. Las características técnicas del sistema no racional, pueden resumirse en períodos de ocupación muy largos, y períodos de recuperación por lo general insuficientes o demasiado prolongados para las plantas forrajeras. A continuación se describen los métodos de este sistema:

**Pastoreo continuo.** Con este método, el ganado permanece todo el año en el mismo potrero (Figura 101), consumiendo plantas de cualquier edad; además, el pastoreo no es uniforme, ya que los animales tienden a consumir las plantas más tiernas dejando en la pradera las plantas maduras, y no existen tiempos de reposo ni de recuperación para la planta.

Por esta razón, las características bromatológicas del pasto no siempre son uniformes en las praderas, es decir, debido a la desuniformidad en el consumo, plantas de la misma especie tienen diferente valor nutritivo, acentuándose más esta heterogeneidad en praderas con cargas animal bajas. Como no se consideran los tiempos de reposo, sólo se necesita conocer la capacidad de carga de la pradera.

Ventajas:

1. No se necesita hacer una mayor división de potreros, evitándose el incremento en gastos.
2. Los usuarios no requieren conocimientos especiales en el manejo de praderas.
3. El animal no tiene ninguna presión en la selectividad de la pastura.

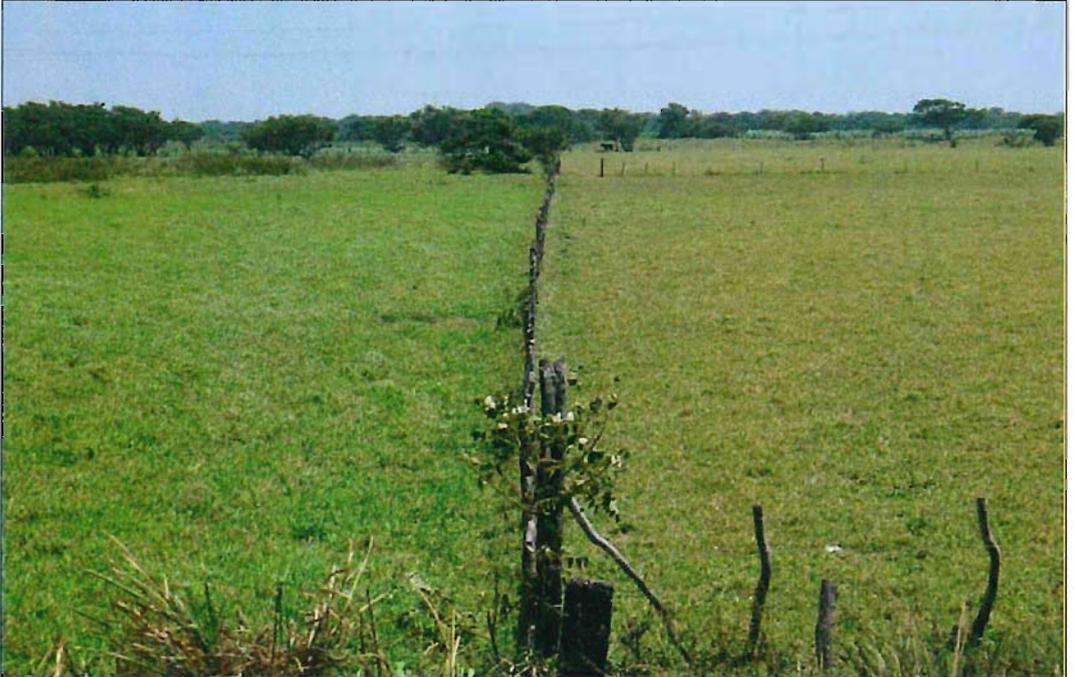


**Figura 101.** En el pastoreo continuo, los animales se mantienen en el mismo potrero todo el año.

**Desventajas:**

La principal desventaja es que no se realiza un pastoreo uniforme, porque los rumiantes requieren balancear sus necesidades de proteína, macro y microminerales, escogiendo los pastos en una variedad de plantas con diferente desarrollo y calidad, aún cuando el forraje sea abundante. Esto genera tanto áreas sobrepastoreadas, como subpastoreadas, dado a que el animal se alimenta reiteradamente en sitios donde hay plantas más apetitosas.

**Pastoreo alterno.** En este método, generalmente se divide a la pradera en dos potreros de igual tamaño, para que los animales pastoreen en uno, mientras el otro está en recuperación (Figura 102).



**Figura 102.** Ilustración del pastoreo alterno; mientras un potrero está en uso, el otro se encuentra en descanso.

Con esto se facilitan las prácticas de fertilización y aplicación de herbicidas, en comparación con el método anterior. Tiene el inconveniente de utilizar períodos largos de ocupación en cada potrero, presentándose los problemas de áreas sobrepastoreadas y áreas subutilizadas como en el pastoreo continuo.

**Pastoreo rotacional.** Consiste en dividir a la pradera en más de dos potreros de igual área, y mientras uno permanece ocupado, los demás se encuentran en reposo (Figura 103).



**Figura 103.** En el pastoreo rotacional se puede regular el tiempo de ocupación y descanso de la pradera.

El pastoreo rotacional ha sido muy utilizado en la ganadería tropical. En este método, generalmente los períodos de ocupación y de descanso que recibe la pradera suelen ser fijos durante todo el año, lo cual puede ser inadecuado en ciertas épocas (secas y nortes) para preservar un equilibrio entre la población de plantas y la calidad de las mismas.

**Pastoreo racional.** El sistema de pastoreo racional utiliza el método rotacional bajo el sistema "holístico", inventado por Alan Savory, y que tiene como base el descanso de los potreros hasta que se recuperen. Además, busca aprovechar al máximo la productividad

de la pradera bajo la consideración de satisfacer conjuntamente las necesidades del pasto y del animal.

El sistema racional descansa en algunos principios, los cuales se basan en los siguientes conceptos:

1. Los pastos y el ganado tienen sus propias necesidades. De aquí que para obtener la mayor utilidad de ambos, deba manejárseles, conociendo los requerimientos de cada uno de ellos por separado.
2. Los pastos necesitan un tiempo de reposo. Esto es necesario para acumular suficientes reservas de carbohidratos en las raíces y tallos, y poder reiniciar los ciclos de producción. Si el pasto se corta antes de tiempo, ya sea por los dientes de los animales, por una chapeadora, o cualquier otro medio mecánico, sus reservas se van agotando hasta provocarle la muerte.
3. Los pastos requieren que sus rebrotes no sean consumidos. Si los rebrotes son consumidos, los pastos no podrán constituir sus reservas, y la producción de forraje decrecerá, es decir, las plantas se verán afectadas y no podrán realizar su "llamarada de crecimiento".
4. El ganado requiere consumir forraje que no esté ni tierno ni fibroso. El forraje tierno o fibroso se considera un alimento desequilibrado en nutrimentos y digestibilidad. Al consumir forraje muy tierno, el ganado obtiene un alimento rico en proteínas y en agua, pero con bajo contenido en materia seca. Por otra parte, con pastos muy fibrosos, el ganado recibe un alimento rico en materia seca, pero bajo en proteína y energía.

Para proporcionar un alimento equilibrado, es indispensable conocer la curva de crecimiento del pasto en explotación (Figura 104), la cual indica la dinámica en el incremento de forraje que produce una pradera después de cosechada, y en la cual se puede apreciar el momento oportuno o punto óptimo (número de días que deben

transcurrir después del pastoreo) para pastorear nuevamente la pradera. El seguimiento de esta información es indispensable si se quiere obtener estabilidad en la producción y calidad de materia seca de la pradera, y un rendimiento máximo en la producción animal.

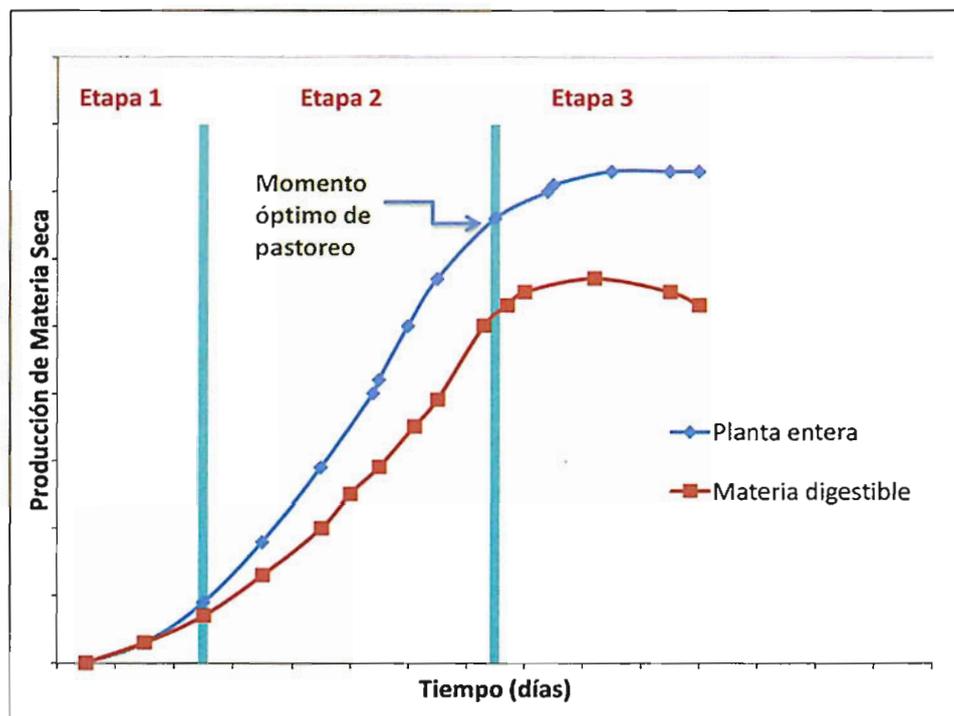


Figura 104. Curva de crecimiento de los pastos. Entre las etapas 1 y 2 se presenta la "llamarada de crecimiento".

En la Figura 104 se señalan tres etapas, las cuales se describen a continuación:

Etapa I. El pasto presenta un crecimiento lento, produciéndose una baja cantidad de forraje. Si el pasto se utiliza en esta etapa, se perderá la "llamarada de crecimiento".

Etapa II. Se presenta una alta producción de hojas jóvenes, lo que se traduce en una importante producción de forraje en forma constante ("llamarada de

crecimiento"). La parte final de esta etapa es el punto óptimo de pastoreo, en el que se encuentra el balance entre cantidad y calidad del forraje.

Etapa III. Etapa final de crecimiento lento. La calidad del pasto es baja, por el envío de nutrimentos para la formación de flores y semillas.

En el Cuadro 46, se presenta el tiempo promedio de reposo para algunos pastos en las tres épocas del año. Nótese que el tiempo de descanso resulta mayor en pastos de crecimiento erecto, que en los rastreros. Es importante mencionar que las cifras señaladas en este cuadro, sólo son indicativas, y tratan de orientar, pero no de condicionar rígidamente el manejo del pastoreo.

**CUADRO 46. TIEMPO DE REPOSO (DÍAS) QUE REQUIEREN ALGUNOS PASTOS, BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO, EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO.**

| ESPECIE                  | NOMBRE COMÚN       | ÉPOCAS DEL AÑO |         |         |
|--------------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
|                          |                    | NORTES         | LLUVIAS | SECAS   |
| <i>B. decumbens</i>      | Señal o Chontalpo  | 30             | 20 a 25 | 30 a 40 |
| <i>B. humidicola</i>     | Chetumal           | 25 a 30        | 20 a 25 | 30 a 35 |
| <i>B. brizantha</i>      | Insurgente         | 40 a 50        | 30 a 35 | 45 a 55 |
| <i>A. gayanus</i>        | Llanero            | 35 a 50        | 30 a 40 | 45 a 60 |
| <i>H. rufa</i>           | Jaragua            | 60             | 35 a 45 | 50 a 60 |
| <i>M. maximus</i>        | Guinea             | 50 a 60        | 40 a 55 | 88      |
| <i>P. purpureum</i>      | Elefante           | 60 a 70        | 45 a 50 | 80      |
| <i>B. mutica</i>         | Pará               | 50             | 35 a 45 | 65 a 75 |
| <i>E. polystachya</i>    | Alemán             | 35 a 45        | 45 a 60 | 70 a 80 |
| <i>C. plectostachyus</i> | Estrella de África | 30             | 20 a 25 | 30 a 45 |

Fuente: Adaptado de Meléndez (1998).

## Importancia del número de potreros

El pastoreo racional requiere de un mayor número de divisiones de potreros, a lo cual el ganadero generalmente formula la siguiente pregunta: ¿de qué tamaño deben ser mis potreros para emplear este sistema? La respuesta es, más que conocer la superficie de los potreros, se requiere conocer la cantidad de éstos que debe existir, porque con el número de potreros se controla el tiempo de descanso que requiere la pradera para su recuperación, y se evita un subpastoreo o sobrepastoreo. Es decir, la determinación del tiempo de ocupación o de descanso del potrero es importante en el sistema racional.

Es necesario que una vez determinado el número de potreros, éstos sean del mismo tamaño o con potencial productivo semejante.

## Pastoreo racional intensivo

Este método de pastoreo emplea un día de ocupación, con praderas de 1 a 2 hectáreas por lo general. Tiene como finalidad cumplir cabalmente con el principio de no consumir los rebrotes, es decir, "evitar que un mismo pasto se consuma dos veces en un período relativamente corto", para permitir su recuperación inmediata (Figura 105). También sirve para evitar que los animales causen daño a los pastos por un pisoteo prolongado; de ahí el acertado refrán: "la vaca come con cinco hocicos, el de adelante y sus cuatro patas". Con el pastoreo racional intensivo se puede manejar la presión de pastoreo para que las plantas queden con suficiente área foliar y se garantice el rebrote.

Cabe enfatizar, que una pradera puede ser pastoreada bajo el método rotacional, y sin embargo, no en forma racional por desconocimiento y falta de aplicación de los principios que lo norman.



Figura 105. Panorámica del pastoreo racional intensivo.

### El acople o desacople de potreros

La época de seca, en el litoral del Pacífico, y la de nortes, en el del Golfo, son los períodos críticos para el crecimiento de los pastos; por consiguiente, el ganadero debe establecer un mayor número de potreros para proporcionarle al pasto un mayor tiempo de reposo para su recuperación. Durante esta época debe de enfatizarse en el cálculo del número de potreros. En cambio, en la época de lluvias se presenta una alta producción de forraje debido al acelerado crecimiento del pasto, por lo que el número de potreros a utilizar tendrá que ser menor, ya que en esta época el pasto se recupera en menor tiempo. A continuación se presenta un ejemplo:

El pasto Insurgente requiere 40 días de descanso durante la época de lluvias; si se consideran cuatro días de ocupación de un solo grupo de animales, es necesario contar con 11 potreros. En cambio, en la época de estiaje, este mismo pasto necesita 60 días de descanso, requiriéndose 16 potreros. Lo anterior, quiere decir que durante la época de lluvias se deben desacoplar cinco potreros (ejemplo, potreros 12 al 16) para poder ofrecerles a los animales pasto de buena calidad.

Estos potreros se van incorporando nuevamente al sistema conforme se va desacelerando el crecimiento del pasto, esto es, a medida que se acercan las épocas de nortes y secas. Mientras tanto, los potreros desacoplados pueden usarse para renta de pastura, producción de semilla (la floración del pasto Insurgente es durante la época de lluvias) o para cosechar y ensilar el forraje. En caso de no darles ningún uso a los potreros, los pastos tendrán que chapearse, para evitar su deterioro por envejecimiento.

### **Necesidad de manejar una carga animal alta**

Para que con el sistema de pastoreo racional, bajo un método lento o intensivo se logre una eficiencia óptima en la cosecha del forraje disponible, así como en la explotación en términos de producción y economía (por el aumento en el número de animales por hectárea, más que por el aumento en producción por animal), es indispensable utilizar la máxima carga animal que soporta el pasto. Esto último significa pastorear en una proporción tal, que la mayor cantidad del pasto producido anualmente sea consumida, sin dañar la productividad y persistencia de la pradera.

En el Cuadro 47, se presenta la carga animal recomendada para algunos pastos, así como la ganancia de peso de los animales. Debe considerarse que estos valores varían, dependiendo de las condiciones de clima, suelo, manejo agronómico de las praderas y sistema de pastoreo. En este cuadro se muestra la carga animal óptima por tipo de pasto,

la cual podría irse aumentando gradualmente de acuerdo a la respuesta de los potreros, siempre evitando el sobrepastoreo.

**CUADRO 47. PRODUCCIÓN DE PESO VIVO PROMEDIO ANUAL EN PASTOS UTILIZADOS A SU MÁXIMA CARGA ANIMAL EN EL ESTADO DE TABASCO.**

| ESPECIES                 | NOMBRE COMÚN        | CARGA ANIMAL** (Cabezas/ha) | GANANCIA ANIMAL/día (g) | GANANCIA/ha/año (kg) |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| <i>B. decumbens</i>      | Señal o Chontalpo   | 3.5                         | 420                     | 537                  |
| <i>B. humidicola</i>     | Chetumal            | 4                           | 360                     | 526                  |
| <i>B. brizantha</i>      | Insurgente          | 3                           | 450                     | 493                  |
| <i>A. gayanus</i>        | Llanero             | 3.5                         | 420                     | 537                  |
| <i>M. maximus</i>        | Guinea              | 3                           | 418                     | 458                  |
| <i>P. purpureum</i>      | Elefante*           | 4                           | 448                     | 654                  |
| <i>B. mutica</i>         | Pará*               | 3                           | 440                     | 483                  |
| <i>E. polystachya</i>    | Alemán*             | 3.5                         | 411                     | 525                  |
| <i>C. plectostachyus</i> | Estrella de África* | 4                           | 394                     | 595                  |
| <i>H. altissima</i>      | Bigalta             | 3                           | 500                     | 548                  |

\*El nivel de fertilización fue de 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea por año. \*\*La carga animal se determinó con el uso de novillos con un peso inicial de 280 kilogramos hasta su venta.

Fuente: Meléndez y Castro (1979), Pérez y Melendez (1980), Bolaños (1987).

El sistema de pastoreo racional intensivo es altamente rentable si se realiza adecuadamente, pero tiene las siguientes desventajas:

1. Se requieren manejos extras a la pradera, como el chapeo de los potreros que se desacoplan en la época de alta producción de forraje. Este sistema acaba con la biodiversidad del terreno y obliga a los ganaderos a deforestar cuando exceden la capacidad de carga de sus potreros.

2. Se debe dar un uso eficiente al cerco eléctrico, para no aumentar los costos por el alto número de divisiones de la pradera.
3. La mala aplicación de los principios que norman a este sistema puede ser altamente contraproducente para la vida útil de la pradera y la producción de los animales. Lo anterior, además implicaría no obtener el reembolso de los gastos por incremento en mano de obra y compra de materiales (energizador con mayor capacidad, más longitud de hilo eléctrico, separadores, bebederos, etc.).

### **Determinación del número de potreros**

Los potreros pueden ser del mismo o diferente tamaño, pero deben tener la misma capacidad de producción de forraje. Para determinar el número de potreros, se requiere preestablecer el tiempo de ocupación que se le dará, y saber el tiempo de descanso que necesita el pasto para recuperarse, principalmente en la época más crítica del año.

Para el trópico, el período más crítico es la época seca, que abarca los meses de febrero a mayo, seguido por la época de nortes, que se presenta durante los meses de noviembre a febrero, esto último principalmente en la región del Golfo de México, específicamente en los estados de Tabasco y Veracruz. También es importante determinar el tiempo de ocupación que se le dará a los potreros; si el método de pastoreo es lento, el tiempo de ocupación será mayor a cinco días, pero si es intensivo, se recomienda que la pradera no se utilice por más de tres días, ya que bajo condiciones del trópico, después de este tiempo surgen los rebrotes, que el animal puede consumir, ocasionando una lenta recuperación de la pradera. Como se indicó anteriormente, el tiempo de descanso depende del tipo de pasto y el número de grupos de animales que se manejará.

Lo anterior, indica que el número de potreros que utiliza el pastoreo rotacional, es una función directa del tiempo de reposo e inversa del tiempo de ocupación. El número de potreros se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\text{No. de potreros} = \frac{\text{Tiempo de reposo o descanso} + \text{Grupos de animales del hato}}{\text{Tiempo de ocupación}}$$

En el Cuadro 48 se muestra un ejemplo para el cálculo del número de potreros al utilizar el pasto Estrella de África, considerando un tiempo de reposo de 50 días en la época de sequía. Obviamente, durante el tiempo de crecimiento más rápido del pasto, es decir, durante la época de lluvias, será menor el número de potreros necesarios, por requerirse sólo 25 días de reposo para su recuperación.

**CUADRO 48. NÚMERO DE POTREROS EN UNA PRADERA DE PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA (*C. plectostachyus*), BAJO MANEJO RACIONAL, CON REPOSO DE 50 DÍAS EN SU ÉPOCA MÁS CRÍTICA, Y UN SOLO GRUPO DE ANIMALES.**

| TIEMPO DE OCUPACIÓN EN DÍAS | No. DE POTREROS |
|-----------------------------|-----------------|
| 1                           | 50/1 + 1 = 51   |
| 2                           | 50/2 + 1 = 26   |
| 3                           | 50/3 + 1 = 18   |
| 4                           | 50/4 + 1 = 13   |
| 5                           | 50/5 + 1 = 11   |

Lo primero que se podría pensar, es que la construcción de varios potreros resulta costosa y laboriosa, sin embargo, los costos no se elevan demasiado con el uso y buen manejo del cerco eléctrico.

Una vez conocido el número de potreros, la pregunta siguiente sería: ¿cuántos animales se deben de utilizar en estos pequeños potreros? Para conocer la capacidad de carga animal

que puede soportar cada división en el tiempo que dura el pastoreo, se aplica la siguiente fórmula:

$$UA = \frac{P \times CC \times SP \times GA}{C \times TO}$$

Donde:

UA = Capacidad de carga en unidades animal (1 UA = 450 kilogramos de peso vivo).

P = Producción de forraje por corte (kilogramos/hectárea).

CC = Coeficiente de consumo. Se considera aproximadamente de 0.5 a 0.6 para ganado mayor, y de 0.7 a 0.8 para ganado menor.

SP = Superficie por potrero (hectáreas).

GA = Grupos de animales.

C = Consumo diario de forraje verde. El bovino consume aproximadamente el 10 por ciento de su peso vivo de forraje verde o el 3 por ciento de forraje seco.

TO = Tiempo de ocupación (días).

Una forma práctica para determinar la carga animal que soportan los potreros, sin necesidad de cálculos, ni números teóricos, es mediante el empleo de la carga animal recomendada en determinados pastos cuando se utiliza el pastoreo continuo, y a partir de esta capacidad, incrementar el número de animales hasta donde el pasto lo permita (evitando el sobrepastoreo). Esta práctica no se aplica a praderas en malas condiciones.



# SUPLEMENTACIÓN MINERAL DE BOVINOS EN PASTOREO

La insuficiencia de una provisión adecuada de energía y proteína, frecuentemente causa una producción animal baja. Se ha observado que el ganado a veces se debilita o no produce lo esperado, a pesar de tener un suministro adecuado de alimentos.

Los desbalances de minerales, ocasionados por la deficiencia o exceso de éstos en los suelos o forrajes, pueden ocasionar una producción baja y problemas reproductivos de los rumiantes que se desarrollan en las regiones tropicales. Los signos clínicos principales de las deficiencias dependen del mineral que se encuentra en deficiencia, aunque en general, se pueden presentar los siguientes síntomas o condiciones: enfermedades de extenuación, pérdida o decoloración del pelo, aborto no infeccioso, diarrea, pérdida de apetito, anomalías de los huesos, tetania, pica, anemia, baja fertilidad, y en algunos casos, la muerte.

Los rumiantes deben recibir los nutrimentos esenciales incluyendo agua, en cantidades óptimas para mantener su salud, crecer y reproducirse a su máximo potencial. Es importante recalcar la importancia de la suplementación mineral, particularmente en rumiantes que se alimentan de pastos y forrajes tropicales. Sin embargo, es necesario indicar que la sola suplementación mineral en animales con deficiencias de proteína o energía, no ayuda a aumentar la producción de carne o leche.

Los minerales son elementos esenciales para todos los animales, e influyen en la eficiencia de la producción y reproducción del ganado. Actualmente se considera que existen 22 elementos minerales presentes en las formas superiores de vida del reino animal. Sin embargo, solamente se han identificado 15 elementos esenciales para los rumiantes, de los cuales siete se consideran macroelementos, llamados así porque se requieren en

mayores cantidades (gramos por tonelada). Los macroelementos son: calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), magnesio (Mg) y azufre (S). Existen también los microelementos, o minerales traza, que se requieren en pequeñas cantidades. La lista de estos minerales es muy larga, pero los esenciales son también siete: cobalto (Co), cobre (Cu), yodo (I), hierro (Fe), manganeso (Mn), selenio (Se) y zinc (Zn).

Las funciones de cada elemento mineral, sus síntomas de deficiencia, fuentes del mineral, y las formas para corregir dichas deficiencias se presentan en el Cuadro 49.

## **Regiones con deficiencias de minerales en México**

La regionalización de suelos y plantas con deficiencias minerales en nuestro país, no ha sido objeto de un estudio exhaustivo, por lo que se tiene poca información al respecto. Los datos más recientes sobre los contenidos minerales de los pastos más importantes para la ganadería, fueron obtenidos en el estado de Tabasco (Cuadro 50).

De manera general, se han identificado diversas regiones con manifestaciones de deficiencias de calcio, fósforo, magnesio, yodo, cobre, zinc, cobalto y selenio, tanto en plantas como animales. En el Cuadro 49 se presentan los síntomas de deficiencias por mineral y las regiones donde se encuentran.

**CUADRO 49. MACRO Y MICROMINERALES: FUNCIONES, SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA, FUENTES Y ESTADOS DEL TRÓPICO DE MÉXICO DONDE SE PRESENTAN DEFICIENCIAS CON MAYOR FRECUENCIA.**

| ELEMENTO        | FUNCIONES  | SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS  | FUENTES DE MINERALES   | ESTADOS O REGIONES DONDE SE DETECTÓ  |
|-----------------|--|---|--|--|
|                 | El 99 por ciento se encuentra en huesos y dientes y el 1 por ciento en tejidos blandos.<br>Coagulación de la sangre.<br>Contracción muscular.<br>Activador de enzimas. Esencial para la producción de leche.   | Malformación de huesos y dientes.<br>Raquitismo en animales jóvenes y osteomalacia en adultos. Desequilibrio en el balance de electrolitos. Fragilidad de huesos y dientes.       | Carbonato de calcio. Fosfato dicálcico. Leguminosas. Leche. Harina de pescado, hueso y carne.          | Norte y centro de Veracruz, Puebla, Tabasco y norte de Chiapas.                |
| <b>Calcio</b>   |  |   |  |  |
|                 | Constituyente de huesos. Metabolismo energético. Componente de ácidos nucleicos. Componente de coenzimas.  | Disminución del crecimiento. Problemas de fertilidad. Malformación de huesos y dientes. Raquitismo y osteomalacia. Masticación de huesos, madera, trapos, etc. Consumo de tierra. | Suministro de sales minerales. Fosfato dicálcico. Leche y cereales. Harinas de pescado, carne y hueso. | Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán y partes de Oaxaca y Guerrero. |
| <b>Fósforo</b>  |  |   |  |  |
|                 | El 60 por ciento se encuentra en los huesos.<br>Participa en la respiración celular y metabolismo de proteínas y grasas. Es necesario para las reacciones de transferencia de fosfatos.  | Pérdida de apetito. Disminución en la tasa de aumento de peso. Hiperoxidabilidad. Tetania. Hipomagnesemia. Piernas estiradas y tensas.<br>Infertilidad.                           | Sulfato de magnesio. Salvado de trigo. Torta de semilla de algodón y linaza.                           | Norte de Chiapas.  |
| <b>Magnesio</b> |  |   |  |  |
|                 | Equilibrio osmótico. Balance ácido-base. Metabolismo de carbohidratos. Síntesis de proteínas. Conservación de tejidos del corazón y riñones.<br>Componente de la hemoglobina. Actúa en los sistemas enzimáticos. Mantenimiento de la respiración a nivel celular actuando en el transporte de oxígeno. | Menor crecimiento y flaqueza. Debilidad muscular, falta de coordinación y parálisis.<br>Degeneración de órganos. Desórdenes nerviosos.  | Normalmente no se presentan deficiencias de este mineral.  | No reportado en la República Mexicana.   |
| <b>Potasio</b>  |  |   |  |  |
|                 |  | Anemia. Anormalidades de las pezuñas. Aumento en el ritmo respiratorio y circulatorio. Susceptibilidad a infecciones. Alta mortalidad.  | Suministro de sulfato ferroso. Óxido de hierro. Carbonato ferroso.                                     | No reportado en la República Mexicana  |
| <b>Hierro</b>   |  |   |  |  |

Continúa... CUADRO 49. MACRO Y MICROMINERALES: FUNCIONES, SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA, FUENTES Y ESTADOS DEL TRÓPICO DE MÉXICO DONDE SE PRESENTAN DEFICIENCIAS CON MAYOR FRECUENCIA.

| ELEMENTO       | FUNCIONES  | SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS  | FUENTES DE MINERALES   | ESTADOS O REGIONES DONDE SE DETECTÓ  |
|----------------|--|---|--|--|
| Manganeso      | Actúa en el crecimiento y reproducción.<br>Metabolismo de lípidos y carbohidratos.   | Reduce el ritmo de crecimiento.<br>Anormalidades óseas. Anormalidades del sistema reproductor de machos y hembras. Deterioro del sistema nervioso central.                              | Sulfato de manganeso. Salvado de arroz. Cascarilla de trigo.                                   | No reportado en la República Mexicana.   |
| Cobre          | Formación de hemoglobina.<br>Crecimiento y pigmentación del pelo. Síntesis hepática.   | Anormalidades óseas. Ataxia neonatal.<br>Anemia y despigmentación del pelo.<br>Baja fertilidad. Problemas cardiovasculares.   | Carbonato cúprico. Sulfato cúprico.<br>Óxido cúprico.  | Veracruz, Tabasco, Chiapas, Nayarit y San Luis Potosí.                             |
| Zinc           | Actúa en el crecimiento.<br>Metabolismo de enzimas.<br>Síntesis de proteínas y carbohidratos. Configuración del ADN y ARN.   | Retardo en la maduración sexual.<br>Lesiones de la piel. Anormalidades del esqueleto. Defectos en el sistema reproductivo de machos y hembras.<br>Caída de pelo y anomalidades fetales. | Óxido de zinc. Sulfato de zinc.<br>Carbonato de zinc. Cloruro de zinc.<br>Salvado de cereales. | Veracruz, Chiapas, Yucatán y Nayarit.  |
| Cobalto        | Utilizado por las bacterias del rumen para la síntesis de la vitamina B12.   | Pérdida de apetito. Anemia. Apariencia áspera del pelo. Espesamiento de la piel.  | Suministro de sulfato de cobalto.<br>Cloruro de cobalto.<br>Óxido de cobalto.                  | Michoacán.   |
| Yodo           | Síntesis de hormonas en la glándula tiroides.  | Bocio.  | Suministro de sal yodada.  | Guerrero, Morelos, Michoacán y Chiapas.  |
| Selenio        | Componente de enzimas.<br>Antioxidantes.   | Distrofia muscular. Pobre rendimiento reproductivo. Enfermedad conocida como músculo blanco.  | Selenito de sodio.   | Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Veracruz.  |
| Cloro<br>Sodio | Regulación de la presión osmótica. Regulación del equilibrio ácido-base.<br>Funcionan como electrolitos en el fluido corporal. Participan en el metabolismo del agua a nivel celular. Transferencia de nutrientes. | Ansia por la sal. Los animales lamen la madera, tierra y sudor de otros animales.<br>Pérdida de apetito y reducción del crecimiento. Baja producción de leche y pérdida de peso.        | Suministro de cloruro de sodio (sal común) a libretad.   | La mayor parte del país, con excepción de las regiones con problemas de salinidad. |

Fuente: McDowell et al. (1984b), McDowell y Conrad (1991), Monroy (1986), González et al. (1988).

CUADRO 50. CONTENIDO DE MINERALES EN ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES PASTOS QUE SE EMPLEAN EN LA GANADERÍA DEL ESTADO DE TABASCO.

| Forraje/<br>nivel crítico <sup>&amp;</sup> | Ca<br><0.20% | P<br><0.10% | Mg<br><0.04% | Fe<br><30 mg/kg de MS |
|--|--------------|-------------|--------------|-----------------------|
| Guinea                                     | 0.50 ± 0.18  | 0.46 ± 0.10 | 0.20 ± 0.06  | 115.99 ± 86.61        |
| Bigalta                                    | 0.31 ± 0.11  | 0.27 ± 0.06 | 0.11 ± 0.04  | 121.20 ± 52.56        |
| Egipto                                     | 0.45 ± 0.08  | 0.24 ± 0.04 | 0.15 ± 0.03  | 108.20 ± 39.54        |
| Estrella de África                         | 0.37 ± 0.04  | 0.27 ± 0.02 | 0.11 ± 0.01  | 167.04 ± 19.00        |
| Gramma amarga                              | 0.30 ± 0.07  | 0.22 ± 0.04 | 0.19 ± 0.02  | 195.24 ± 34.22        |
| Alicia                                     | 0.37 ± 0.06  | 0.19 ± 0.03 | 0.11 ± 0.02  | 104.18 ± 31.19        |
| Pangola                                    | 0.30 ± 0.07  | 0.21 ± 0.04 | 0.08 ± 0.03  | 181.90 ± 36.43        |
| Chontalpo                                  | 0.31 ± 0.04  | 0.23 ± 0.02 | 0.15 ± 0.01  | 174.67 ± 21.18        |
| Insurgente                                 | 0.33 ± 0.05  | 0.23 ± 0.03 | 0.16 ± 0.02  | 185.04 ± 26.41        |
| Remolino                                   | 0.45 ± 0.04  | 0.22 ± 0.02 | 0.15 ± 0.01  | 239.60 ± 17.74        |
| Camalote                                   | 0.49 ± 0.19  | 0.15 ± 0.10 | 0.16 ± 0.06  | 41.77 ± 37.33         |
| Alemán                                     | 0.45 ± 0.08  | 0.14 ± 0.04 | 0.11 ± 0.03  | 99.79 ± 40.22         |
| Humidícola                                 | 0.29 ± 0.04  | 0.21 ± 0.02 | 0.11 ± 0.01  | 180.56 ± 17.81        |
| Jaragua                                    | 0.48 ± 0.12  | 0.16 ± 0.06 | 0.06 ± 0.04  | 138.20 ± 54.62        |
| Cabezón                                    | 0.39 ± 0.19  | 0.16 ± 0.10 | 0.11 ± 0.07  | 180.43 ± 89.46        |

<sup>&</sup>El nivel crítico o de deficiencia de los pastos es la concentración en la cual su crecimiento normal puede afectarse (Rojas *et al.*, 1993). Fuente: Adaptado de López *et al.* (2007).

## Factores que determinan la composición mineral de los forrajes tropicales

Existen muchos factores que interactúan entre sí y modifican el contenido mineral de las plantas forrajeras; entre los más importantes se señalan: la concentración mineral en el

suelo, el nivel de fertilización, la edad de la planta, el rendimiento, la especie forrajera y la época del año. Estos factores se describen brevemente a continuación:

## Suelo

Es la principal fuente de minerales necesarios para el desarrollo de las plantas. La absorción de los minerales por las plantas es proporcional a la concentración de éstos en la solución del suelo, y a la necesidad de la planta por determinados minerales. Consecuentemente, en un suelo con baja, alta o excesivamente alta concentración de minerales, la planta sufre deficiencia, suficiencia o toxicidad del elemento en cuestión, lo cual ocasiona problemas para la absorción de otros elementos.

Tanto con deficiencia, como con toxicidad de un elemento, el desarrollo de las plantas se afecta, dando lugar a plantas enfermas, con valor nutritivo y rendimientos de forraje bajos. Aunque estas plantas sean consumidas por los animales en cantidades normales, no cubren sus requerimientos, y ocasionan un desarrollo menor en relación con los animales que consumen pastos con un balance alimenticio adecuado. Un ejemplo de las variaciones en los contenidos de minerales de los pastos que crecen en diferentes tipos de suelo, se presenta en el Cuadro 51.

En las regiones tropicales de México, los suelos tienen deficiencias de uno o varios elementos minerales, debido a que las precipitaciones altas, ocasionan una marcada lixiviación de los minerales a horizontes más bajos del perfil del suelo. Por otra parte, debido a su origen natural, los suelos tropicales son comúnmente deficientes en fósforo, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Por ejemplo, en un novillo de 420 kilogramos de peso vivo, el contenido de fósforo se estima en 3.4 kilogramos; por su parte, en el caso de la leche se estima en 0.95 gramos de fósforo por litro. Lo anterior da una idea de lo que sale del ecosistema cada vez que se vende un animal.

CUADRO 51. CONTENIDO MINERAL EN PASTOS CULTIVADOS EN DIVERSOS TIPOS DE SUELOS DEL ESTADO DE TABASCO.

| PASTO                      | ACRISOL     | FLUVISOL    | VERTISOL    |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>*Calcio &lt;0.20%</b>   |             |             |             |
| Chontalpo                  | 0.34 ± 0.03 | ND*/        | ND          |
| Estrella de África         | 0.46 ± 0.07 | 0.35 ± 0.04 | 0.26 ± 0.08 |
| Humidícola                 | 0.32 ± 0.02 | ND          | ND          |
| Pangola                    | 0.27 ± 0.10 | 0.34 ± 0.10 | ND          |
| Remolino                   | 0.43 ± 0.04 | ND          | 0.49 ± 0.10 |
| Gramma amarga              | 0.20 ± 0.10 | 0.29 ± 0.09 | ND          |
| Alemán                     | ND          | 0.38 ± 0.10 | ND          |
| Alicia                     | ND          | 0.41 ± 0.07 | ND          |
| <b>*Fosforo &lt;0.10%</b>  |             |             |             |
| Chontalpo                  | 0.19 ± 0.02 | ND          | ND          |
| Estrella de África         | 0.24 ± 0.04 | 0.34 ± 0.02 | 0.26 ± 0.04 |
| Humidícola                 | 0.18 ± 0.01 | ND          | ND          |
| Pangola                    | 0.13 ± 0.05 | 0.33 ± 0.05 | ND          |
| Remolino                   | 0.20 ± 0.02 | ND          | 0.22 ± 0.05 |
| Gramma amarga              | 0.18 ± 0.05 | 0.29 ± 0.05 | ND          |
| Alemán                     | ND          | 0.20 ± 0.05 | ND          |
| Alicia                     | ND          | 0.23 ± 0.04 | ND          |
| <b>*Magnesio &lt;0.04%</b> |             |             |             |
| Chontalpo                  | 0.16 ± 0.01 | ND          | ND          |
| Estrella de África         | 0.11 ± 0.03 | 0.10 ± 0.02 | 0.09 ± 0.03 |
| Humidícola                 | 0.13 ± 0.01 | ND          | ND          |
| Pangola                    | 0.08 ± 0.04 | 0.11 ± 0.04 | ND          |
| Remolino                   | 0.18 ± 0.01 | ND          | 0.09 ± 0.04 |
| Gramma amarga              | 0.22 ± 0.04 | 0.15 ± 0.03 | ND          |
| Alemán                     | ND          | 0.10 ± 0.04 | ND          |
| Alicia                     | ND          | 0.12 ± 0.03 | ND          |

\*El nivel crítico o de deficiencia de los pastos es la concentración en la cual su crecimiento normal puede afectarse (Rojas et al., 1993). \*\* ND = No determinado. Fuente: Adaptado de López et al. (2007).

Es indispensable corregir o atenuar las deficiencias mediante aplicaciones de fertilizantes al suelo, método indirecto para suministrar minerales a los animales y mejorar los rendimientos de forraje. Por ejemplo, se ha demostrado que la fertilización al suelo con superfosfatos, aumenta el contenido de este elemento en el forraje y mejora su gusto y digestibilidad. Además, mediante esta práctica se garantiza que todos los animales consuman minerales en forma uniforme a través del forraje, mientras que si se suministran sales minerales en forma directa, no todos los animales consumen cantidades suficientes. La información disponible indica que es más fácil y económico corregir las deficiencias de minerales en los animales, suministrándoselos, que tratando de elevar la concentración mineral en los pastos a través de su aplicación al suelo.

### **Nivel de fertilización**

El efecto de la fertilización sobre el contenido mineral de los forrajes es complejo, y frecuentemente causa antagonismo o sinergia sobre elementos diferentes a los aplicados. La fertilización de las especies forrajeras tiene un efecto positivo sobre la composición química de las plantas e incrementa hasta ciertos límites los contenidos de minerales del elemento aplicado, así como de otros elementos no incluidos en la fertilización.

Es frecuente encontrar incrementos en el rendimiento de las plantas, sin aumentar su concentración mineral; también hay plantas que no responden a la fertilización, o lo hacen diferencialmente, dependiendo de los niveles de minerales en el suelo, las cantidades de fertilizantes y la especie forrajera. Además, en ocasiones los contenidos de algunos minerales no son afectados por la fertilización (Cuadro 52).

Es importante recordar que la fertilización es fundamental para la producción de forrajes de mayor calidad, y de esta manera tener una nutrición completa y balanceada del ganado. Por lo anterior, esta práctica debe ser incorporada para obtener rendimientos altos, calidad máxima y buen retorno económico.

**CUADRO 52. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LA COMPOSICIÓN MINERAL DE LA MATERIA SECA DE DIFERENTES PASTOS.**

| PASTO      | FERTILIZACIÓN | N    | P    | K   | Ca   | Mg   | Zn | Cu  | Mn  |
|------------|---------------|------|------|-----|------|------|----|-----|-----|
|            |               | %    |      |     |      |      |    | ppm |     |
| Buffel     | SI            | 0.96 | 0.19 | 1.5 | 0.22 | 0.12 | 22 | 6   | 152 |
|            | NO            | 0.91 | 0.24 | 1.5 | 0.21 | 0.13 | 25 | 5   | 147 |
| Pangola    | SI            | 0.64 | 0.19 | 1.4 | 0.27 | 0.09 | 19 | 4   | 298 |
|            | NO            | 0.69 | 0.26 | 1.4 | 0.30 | 0.10 | 18 | 4   | 130 |
| Señal      | SI            | 0.98 | 0.25 | 1.6 | 0.25 | 0.22 | 30 | 6   | 208 |
|            | NO            | 0.83 | 0.25 | 1.7 | 0.16 | 0.20 | 24 | 5   | 158 |
| Privilegio | SI            | 1.06 | 0.18 | 1.8 | 0.31 | 0.22 | 36 | 6   | 273 |
|            | NO            | 0.90 | 0.22 | 1.7 | 0.30 | 0.22 | 30 | 5   | 260 |

Se fertilizó con 250, 500 y 50 kilogramos de sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y cloruro de potasio por hectárea por corte, respectivamente. Fuente: Adaptado de Gomide y Zometa (1978).

### Especie forrajera

La capacidad de extracción de los diferentes minerales del suelo varía de acuerdo a la especie, e incluso existen diferencias entre variedades de la misma especie. También se ha demostrado que la maleza y las leguminosas tienen mayor concentración de algunos minerales, que las gramíneas.

En el Cuadro 53, se observa que en general, las leguminosas tienen mayores concentraciones de fósforo, calcio, magnesio y zinc, mientras las gramíneas son superiores en sodio, cobre y cobalto. De acuerdo con esta información, las gramíneas tropicales son deficientes en fósforo y calcio, ya que no alcanzan a cubrir las necesidades de los animales en ningún proceso productivo. Por otra parte, las leguminosas satisfacen los requerimientos de los animales en crecimiento, con excepción del cobalto, y dependiendo del nivel de producción de leche, pueden ser deficientes en fósforo, sodio y cobalto.

CUADRO 53. CONTENIDO MINERAL EN LA MATERIA SECA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES Y REQUERIMIENTOS DE MINERALES EN LA DIETA DEL GANADO BOVINO EN DIFERENTES ETAPAS PRODUCTIVAS.

| MINERAL |     | GRAMÍNEAS |       | LEGUMINOSAS |       | CRECIMIENTO <sup>1</sup> | LACTANCIA <sup>2</sup> |
|---------|-----|-----------|-------|-------------|-------|--------------------------|------------------------|
| P       | %   | 0.22      | (586) | 0.26        | (165) | 0.24                     | 0.32                   |
| Ca      | %   | 0.4       | (390) | 1.21        | (154) | 0.43                     | 0.30                   |
| Mg      | %   | 0.36      | (280) | 0.4         | (48)  | 0.15                     | 0.18                   |
| Na      | %   | 0.26      | (192) | 0.07        | (40)  | 0.07                     | 0.09                   |
| Cu      | ppm | 15        | (94)  | 10          | (17)  | 8 a 14                   | 10 a 14                |
| Zn      | ppm | 36        | (119) | 42          | (17)  | 12 a 20                  | 18 a 25                |
| Co      | ppm | 0.16      | (45)  | 0.07        | (3)   | 0.11                     | 0.11                   |

Números entre paréntesis indican el número de muestras analizadas. <sup>1</sup>Animales en crecimiento con un peso de 200 kilogramos y una ganancia de 500 gramos por animal por día. <sup>2</sup>Vacas en lactancia con un peso de 500 kilogramos y una producción de leche de 10 kilogramos por día.

Fuente: Norton (1984), Little (1984).

### Edad de la planta

El contenido mineral disminuye con la edad de la planta, debido a la dilución y translocación de nutrimentos a la raíz, así como a los cambios que ocurren en la relación hoja/tallo, floración y producción de semilla. Aunque se han encontrado efectos muy variables, en la mayoría de los casos, al aumentar la madurez de la planta, los contenidos de fósforo, potasio, magnesio, cloro, sodio, cobre, cobalto, hierro, selenio, zinc y molibdeno, disminuyen como porcentaje de la materia seca, aunque existen diferencias marcadas entre especies (Cuadro 54).

CUADRO 54. COMPOSICIÓN MINERAL DE DIFERENTES ESPECIES FORRAJERAS A DIVERSAS EDADES DE CRECIMIENTO.

| PASTO    | EDAD EN DÍAS | COMPOSICIÓN DE LA MATERIA SECA |      |      |      |      |     |     |
|----------|--------------|--------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|
|          |              | N                              | P    | K    | Ca   | Mg   | Zn  | Mn  |
|          |              | (%)                            |      |      |      |      | ppm |     |
| Guinea   | 14           | 2.96                           | 0.18 | 2.24 | 0.41 | 0.28 | 38  | -   |
|          | 28           | 2.4                            | 0.14 | 2.23 | 0.34 | 0.23 | 34  | -   |
|          | 42           | 1.81                           | 0.13 | 2.80 | 0.34 | 0.20 | 36  | -   |
|          | 56           | 1.55                           | 0.10 | 2.64 | 0.34 | 0.17 | 32  | -   |
|          | 70           | 1.26                           | 0.08 | 2.53 | 0.31 | 0.14 | 32  | -   |
| Elefante | 28           | -                              | 0.33 | 2.38 | 0.61 | 0.42 | 40  | 138 |
|          | 84           | -                              | 0.15 | 1.20 | 0.38 | 0.28 | 28  | 111 |
|          | 140          | -                              | 0.11 | 0.34 | 0.43 | 0.36 | 33  | 128 |
| Pangola  | 28           | -                              | 0.16 | 1.32 | 0.56 | 0.39 | 35  | 192 |
|          | 84           | -                              | 0.11 | 0.74 | 0.50 | 0.38 | 22  | 188 |
|          | 140          | -                              | 0.12 | 0.37 | 0.66 | 0.39 | 11  | 317 |

Fuente: Adaptado de Gomide y Zometa (1978).

## Respuesta de los bovinos a la suplementación mineral

Innumerables estudios han demostrado los beneficios que ofrece la suplementación mineral, en las áreas en donde el suelo y los pastos son deficientes, y no alcanzan a cubrir las necesidades nutricionales de los animales. En la mayor parte de las regiones tropicales, es frecuente que a los animales sólo se les suministre sal común; debido a que ésta solamente tiene cloruro de sodio, es necesario agregar algún otro elemento mineral que se encuentre deficiente en las plantas. Un ejemplo de los beneficios de la suplementación se presenta en el Cuadro 55, en donde se muestran diferencias en el mejoramiento de los parámetros productivos y reproductivos del ganado. Con la suplementación mineral, las pariciones aumentaron en un 22.7 por ciento, mientras que las ganancias de peso fueron

mayores en 97 gramos por animal por día, en favor de los animales que recibieron sal mineralizada (Figura 106). Lo anterior es una muestra de la rentabilidad que tiene el uso de minerales en la suplementación del ganado.

**CUADRO 55. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SAL COMÚN Y SAL MINERALIZADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BOVINOS EN PASTOREO EN ÁREAS TROPICALES.**

| PARÁMETRO                            | SAL COMÚN | SAL MINERALIZADA |
|--------------------------------------|-----------|------------------|
| Pariciones* (%)                      | 52.9      | 75.6             |
| Abortos (%)                          | 9.3       | 0.75             |
| Mortalidad al destete (%)            | 22.6      | 10.5             |
| Terneros destetados (%)              | 38.4      | 60.4             |
| Peso a los nueve meses (kg)          | 117       | 147              |
| Ganancia de peso a los 572 días (kg) | 86        | 141              |
| Ganancia de peso animal/día (g)      | 150       | 247              |

\*Promedio de 16 estudios realizados en diferentes países tropicales. Promedio de cuatro años de evaluación.

Fuente: Adaptado de McDowell *et al.* (1984a).

Se debe considerar que no siempre existen respuestas favorables a la suplementación mineral del ganado. La respuesta se presenta únicamente en regiones con deficiencias de minerales, cuando no se da un buen manejo a la pradera, y no se proporciona el suplemento mineral adecuado para las condiciones específicas. En un estudio se compararon un suplemento formulado para cualquier localidad geográfica (A) y otro para suplir las deficiencias minerales de Tizimín, Yucatán (B), con el suministro de sal común. En el Cuadro 56, se observa que la mayor ganancia de peso se obtuvo con el suplemento B, seguido de la sal común y el suplemento A. Cabe señalar, que en general los consumos de sales fueron bajos, ya que los valores normales del ganado en pastoreo son de 50 gramos por animal por día, situación que posiblemente limitó la respuesta del suplemento A, desarrollado para cualquier región.



Figura 106. La suplementación mineral, práctica obligada para el buen desarrollo y productividad de los animales.

CUADRO 56. GANANCIAS DE PESO DE BOVINOS EN PASTOREO DE GUINEA SUPLEMENTADO CON MINERALES.

| SUPLEMENTO   | GANANCIA DE PESO<br>(g/animal/día) | CONSUMO DE MINERALES<br>(g/animal/día) |
|--------------|------------------------------------|--|
| Sal común    | 637                                | 39                                     |
| Suplemento A | 610                                | 15                                     |
| Suplemento B | 685                                | 24                                     |

Fuente: Millán *et al.* (1990).

## Características de un buen suplemento mineral

En regiones donde se desconocen los minerales deficientes en el suelo y las plantas, y existe la necesidad de suministrar sales minerales al ganado bovino en pastoreo, el suplemento debe de tener las siguientes características (McDowell y Conrad, 1991):

1. Un contenido mínimo de 6 a 8 por ciento de fósforo. En áreas donde los pastos tengan contenidos por debajo de 0.20 por ciento, el suplemento mineral debe contener de 8 a 10 por ciento de fósforo.
2. La relación calcio: fósforo no debe ser superior a 2:1.
3. Una proporción de al menos el 50 por ciento de los requerimientos de cobalto, cobre, yodo, manganeso y zinc. En regiones con deficiencias conocidas debe proveerse el 100 por ciento.
4. Estar compuesto de sales minerales de alta calidad y biológicamente disponibles. Evitar la inclusión de elementos que tienen sales minerales tóxicas, como fosfatos con alto contenido de flúor.
5. Estar formulado para una buena gustosidad, que permita un consumo adecuado, en relación a los requerimientos.
6. Estar respaldado por un fabricante de prestigio reconocido, con garantías de control de calidad que aseguren que contiene lo que se indica en las etiquetas.
7. Tener un tamaño de partícula aceptable, que permita una mezcla adecuada sin separar las partículas pequeñas.
8. Estar formulado para la zona determinada, el nivel de productividad y el medio ambiente (temperatura, humedad, etc.) en la cual se suministrará, y ser lo más económico posible.

# CONSERVACIÓN DE FORRAJES

La producción de forraje en el trópico de México es marcadamente estacional, ya que se encuentra condicionada a la distribución de la precipitación, disminuyendo drásticamente durante las épocas de "nortes" y "seca", que en términos generales, abarcan los meses de noviembre a mayo. Por ejemplo, en la sabana de Tabasco, el pasto Humidícola disminuye su producción de forraje hasta en más de cuatro veces al pasar de la época lluviosa a la época seca del año (Juárez y Bolaños, 2007). Esta disminución en la disponibilidad de forraje se refleja en la pérdida de peso del ganado y el abatimiento de la producción lechera, lo que incide desfavorablemente en el abasto de estos productos pecuarios y en la economía de los productores.

Entre las alternativas para atenuar el problema, está el establecimiento de forrajes de corte como Taiwán, King grass, Elefante y caña de azúcar, entre otros, o de cultivos forrajeros de ciclo corto (maíz y sorgo) para ser cortados y ofrecidos en fresco, o para ensilaje y utilización en la época de escasez. Otra alternativa es la conservación de forraje henificado.

## Especies forrajeras para conservar

Potencialmente cualquier especie forrajera que se desarrolla en el trópico, puede conservarse mediante ensilado o henificado, pero existen diferencias en rendimiento, valor nutritivo y facilidad de manejo. Los mejores resultados para ensilaje se obtienen con los cultivos anuales como maíz y sorgo, apreciados por su rendimiento, alto valor nutritivo y apetencia por el ganado; en segundo término destacan los pastos con altos rendimientos y facilidad de manejo bajo corte. Además de éstos, es posible utilizar algunas leguminosas en forma combinada, para incrementar el valor nutritivo del forraje. En el Cuadro 57 se

presenta una lista de los forrajes tropicales, y el medio más apropiado para su conservación.

**CUADRO 57. ESPECIES POTENCIALES PARA LA CONSERVACIÓN DE FORRAJE BAJO CONDICIONES TROPICALES.**

| ESPECIES PARA ENSILAR | ESPECIES PARA HENIFICAR |
|-----------------------|-------------------------|
| Maíz                  | Pangola                 |
| Sorgo                 | Estrella de África      |
| Taiwán                | Chetumal                |
| Elefante              | Privilegio              |
| King grass            | Señal                   |
| Privilegio            | Insurgente              |
| Caña de azúcar        | Kudzú                   |
| Caña japonesa         | Centrosema              |
| Kudzú                 | Pica pica mansa         |
| Frijol terciopelo     | Tehuana                 |
| Tehuana               | Dolichos                |
| Pica pica mansa       | Frijol terciopelo       |

Fuente: Adaptado de Ortega (1984), Velasco y Tapia (1960).

## Cultivos anuales para ensilar

Debido a las siguientes características, el maíz y el sorgo son los cultivos forrajeros más conocidos y utilizados para la conservación de forraje, principalmente en forma de ensilado.

1. Potencial de rendimiento alto.

2. Ciclo corto y crecimiento rápido.
3. Posibilidad de efectuar de dos a tres cortes o pastoreos (sorgo).
4. Valor nutritivo alto.
5. Características de fermentación buenas, que les permiten conservarse como ensilaje.

Dada la diversidad de condiciones ecológicas del trópico de México, existe una gama amplia de variedades y prácticas de manejo para la explotación de los cultivos de maíz y sorgo, por lo cual se remite al lector a consultar los aspectos de su manejo en el campo experimental de su localidad.

### **Maíz y sorgo forrajeros en las explotaciones pecuarias**

En las explotaciones pecuarias los cultivos de maíz y sorgo forrajeros, pueden aportar las siguientes alternativas:

1. **Cultivo de emergencia.** Pueden utilizarse para abastecer de forraje en épocas de baja producción (épocas de "nortes" y "secas"), y suplementar al ganado para mantener su ritmo de crecimiento y producción.
2. **Cultivo alternativo en la rotación y establecimiento de praderas.** Dada su alta capacidad de producción de forraje en corto plazo, se pueden utilizar para suplementar al ganado durante el establecimiento de las praderas, o cuando el uso de éstas está limitado por algún otro factor.

Alimentación del ganado estabulado y semiestabulado. En los casos en que la alimentación del ganado dependa completamente del forraje suministrado por el hombre, como en las explotaciones intensivas, estos forrajes son una alternativa de gran valor como forrajes voluminosos.

En el sorgo se pueden distinguir tres clases de variedades:

1. Sorgos forrajeros para ensilaje. Son plantas vigorosas, de porte alto y tallos gruesos. Por su alta relación tallo/hoja, resultan inapropiados para su consumo directo, requiriendo mejorar sus propiedades mediante la fermentación anaerobia, lo cual se consigue con el ensilaje.
2. Sorgos de propósitos múltiples. Son plantas con tallos y hojas finas, con capacidad de rebrote alta, que pueden utilizarse para pastoreo, picado en verde, henificado o ensilado.
3. Sorgos de doble propósito. Son sorgos para grano, que por su altura y capacidad de producción de follaje, también se pueden utilizar como forrajeros.

**Cosecha de maíz.** La cosecha del maíz forrajero debe hacerse cuando el grano se encuentra a un tercio de línea de leche, esto es un poco más maduro o menos húmedo que el masoso-lechoso (elote); en esta etapa se tiene el mayor rendimiento y calidad forrajera y permite una conservación óptima.

**Cosecha de sorgo.** El aprovechamiento del sorgo, puede hacerse de tres formas:

1. Verde picado. Se cosecha cuando la planta inicia la floración (75 por ciento de espigamiento).
2. Ensilaje. Se cosecha al alcanzar el grano el estado masoso-lechoso.
3. Pastoreo. Los sorgos de propósitos múltiples pueden aprovecharse mediante el pastoreo, siendo la época óptima cuando la altura de las plantas es de 70 a 80 centímetros, alrededor de 35 a 40 días después de la siembra.

## **Manejo de los forrajes para la conservación**

### **Planeación de la fecha de cosecha para henificar o ensilar**

Para determinar la fecha de cosecha, se requiere conocer la edad del rebrote adecuado, y las condiciones climatológicas propicias para realizar la conservación, siguiendo las recomendaciones particulares para cada cultivo o pasto, y para el medio de conservación a seguir, ya sea heno o ensilaje, pues ambos requieren diferentes estados de madurez de la planta para aprovecharse en su estado óptimo.

### **Selección de la pradera para la conservación de forraje**

Con la finalidad de alcanzar los rendimientos mayores de los pastos a conservar, se deben seleccionar las mejores praderas, sin problemas de maleza y de preferencia de reciente establecimiento.

### **Uniformización del rebrote**

Para tener un forraje de la misma calidad, es importante realizar un corte de uniformización con la chapeadora, o con los animales, que permita un crecimiento estándar del pasto en el área destinada para la cosecha.

### **Fertilización**

Para obtener rendimientos altos y un mejor valor nutritivo de los forrajes a conservar, conviene fertilizar con 200 a 300 kilogramos de urea y de 100 a 150 kilogramos de superfosfato de calcio triple por hectárea, los cuales deben aplicarse inmediatamente después del corte de uniformización.

## Control de maleza

En caso necesario, la maleza se controla siguiendo alguno de los métodos descritos anteriormente; el objetivo de esta práctica es no incluir materiales vegetales indeseables en el forraje a conservar.

## Rendimiento de forraje

El rendimiento de forraje de diferentes especies forrajeras es variable, y depende del suelo, clima y el manejo que se realice. En el Cuadro 58 se presenta un rango de los rendimientos posibles con algunas especies forrajeras.

**CUADRO 58. RENDIMIENTO DE FORRAJE DE ALGUNAS ESPECIES FORRAJERAS COMÚNMENTE UTILIZADAS PARA ENSILAR EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| CULTIVO/PASTO                  | RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE POR CORTE (t/ha) |
|--------------------------------|---|
| Caña japonesa y caña de azúcar | 70 a 85                                       |
| Elefante                       | 60 a 80                                       |
| Maíz                           | 60 a 70                                       |
| King grass                     | 40 a 50                                       |
| Taiwán                         | 40 a 50                                       |
| Sorgo                          | 30 a 35                                       |
| Estrella de África             | 15 a 18                                       |
| Pangola                        | 10 a 15                                       |

Fuente: Ortega (1986).

## Henificado

Este método de preservación de forraje cosechado, consiste en la reducción del contenido de agua a un nivel que se impidan las reacciones bioquímicas de descomposición, ya sea por las enzimas vegetales o por la acción de los microorganismos contaminantes. Se clasifica como heno, a los pastos o leguminosas que se cosechan, secan y almacenan con 15 a 20 por ciento de humedad. Los pasos a seguir para lograr una buena henificación son los siguientes:

**Tipo de pasto.** En el trópico es posible henificar gramíneas y leguminosas forrajeras o una combinación de ambas, con la finalidad de incrementar el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales henificadas, debido al mayor contenido de nutrimentos en las leguminosas. Las especies a henificar deben de tener una proporción de hojas alta, ya que su valor nutritivo es mayor al de los tallos. Es posible henificar eficientemente los pastos Pangola, Chontalpo, Insurgente, Chetumal, Bermuda y Privilegio, y algunas leguminosas como kudzú y tehuana. También es posible henificar la planta de maíz después de cosechar el elote o mazorca, las socas y resocas de sorgo para grano, la paja de estos dos cultivos, y se podrían considerar como opciones a la paja de arroz y el cascabillo de frijol, cultivos comunes en el trópico mexicano.

**Tiempo de cosecha.** La madurez de la planta para cosecharla y posteriormente henificarla, repercute fuertemente en la calidad del heno. En general, se recomienda que las plantas a henificar se corten al inicio de la floración, o un poco antes; también puede tomarse en cuenta la edad de rebrote, esto es, el tiempo que transcurre del corte de uniformización o pastoreo a la cosecha. El tiempo óptimo para cosechar es entre los 50 y 70 días, dependiendo del tipo de pasto a henificar. La madurez afecta el valor nutritivo del forraje; a mayor tiempo de crecimiento se tiene un rendimiento de forraje alto, pero disminuye su valor nutritivo (Figura 107).



Figura 107. Los pastos para henificar deben cosecharse cuando alcancen su calidad y rendimiento óptimo.

**Tiempo de secado.** El henificado debe realizarse cuando no exista amenaza de lluvias en los tres a cinco días posteriores al corte; el forraje cortado debe exponerse al sol para secarlo y evitar su descomposición, así se almacena con la mayor garantía de conservación. Si durante el período de secado ocurre alguna lluvia, el valor nutritivo del forraje disminuye.

Pasos para realizar el henificado:

1. Cosechar el forraje entre los 50 y 70 días de rebrote (pastos, o maíz y sorgo), de preferencia con una segadora mecánica apropiada, aunque también es posible realizarlo en forma manual; la altura de corte ideal es de 5 centímetros

por encima del suelo para especies rastreras y de 15 centímetros para especies erectas.

2. Secar al sol en el campo, procurando voltear el forraje una o dos veces al día, para acelerar el secado; esta operación se realiza hasta que el forraje esté completamente deshidratado, y dependiendo de la condiciones del clima, puede durar de uno a tres días (Figura 108).



Figura 108. Secado al sol del forraje y su acomodo en hileras para su posterior empacado.

- 3 Empacar para su almacenaje y conservación cuando el contenido de humedad sea de 15 a 20 por ciento; es preferible realizar esta operación temprano por la mañana o ya entrada la tarde, porque el forraje tiene una textura blanda y permite un mejor manejo, reduciendo las pérdidas de hojas y partes tiernas (Figura 109).



**Figura 109. Obtención de pacas de heno.**

- 4 Almacenar las pacas o el heno a granel en un lugar seco y techado, para evitar humedad y hongos que puedan dañarlo. Por sus condiciones climatológicas, en las regiones tropicales húmedas, la época apropiada para henificar se limita al período seco (Figura 110).

Características de un heno de alta calidad:

1. Contenido de materia seca de 80 a 85 por ciento.
2. Mayor proporción de hojas.
3. Color verde.

4. Tallos blandos y no quebradizos.
5. Sin moho.
6. Aroma agradable y alta gustosidad por el ganado.
7. Poca cantidad de maleza o rastrojos.



**Figura 110.** En condiciones tropicales es necesario el almacenamiento apropiado del heno para evitar su deterioro.

## Ensilaje

Es una práctica para preservar los forrajes frescos, sin mucho deterioro de las propiedades nutritivas originales.

Las ventajas del ensilaje son:

1. Conservación de gran cantidad de los principios nutritivos de los forrajes.
2. El forraje se cosecha cuando tiene mayor valor nutritivo.
3. Es de mayor calidad que el heno.
4. Almacenamiento con pocas pérdidas de nutrimentos.
5. Forrajes verdes, que se pueden ensilar bajo condiciones de lluvia y nublados.
6. La leche de vacas alimentadas con ensilados es más rica en vitamina A y caroteno.
7. El proceso del ensilaje elimina el riesgo de incendio por ignición espontánea.
8. El ensilado se digiere mejor cuando su contenido de humedad varía de 60 a 70 por ciento, lo que favorece la masticación y la rumia.

**Proceso del ensilaje.** Este método de conservación se basa en el proceso de la fermentación anaerobia de los forrajes. Para obtener un buen ensilaje es necesario cumplir con el siguiente proceso:

1. Los forrajes de sorgo se cosechan durante la etapa masosa-lechosa del grano, etapa en la que el contenido de humedad es de 60 a 70 por ciento. Por su parte, el maíz se debe cosechar cuando al ver el grano a contraluz, la línea de leche haya bajado de un tercio a un medio, que es un estado mas maduro que en estado masoso-lechoso. Cosechar el forraje con más de 70 por ciento de humedad causa escurrimientos, aumentan las micotoxinas y la acidez que reduce la ingestión y disminuye el rendimiento en materia seca. Por el contrario, el forraje cortado con

menos del 60 por ciento de humedad produce un alimento con digestibilidad baja, lo cual se debe a que la cutícula de los granos no se rompe en el rumen y se necesita más tiempo para digerir los tallos. Al momento del corte para ensilar, los pastos Taiwán y King grass, deben tener una edad de rebrote de 90 a 135 días.

2. El forraje debe picarse con una picadora o molino de martillos, a fin de obtener trozos de 2 a 3 centímetros. Esto permite apisonarlo adecuadamente y favorece una buena fermentación (Figura 111).



Figura 111. Panorámica de la cosecha y picado del forraje de maíz para ensilar.

- Después de cortar y picar el forraje, debe compactarse dentro de las dos horas siguientes, para minimizar la pérdida de nutrientes provocadas por las bacterias y enzimas de la planta. La pérdida de nutrientes debe de ser de 1 por ciento como máximo. El forraje picado se coloca en capas sucesivas de menos de 20 centímetros de grosor antes de compactarlo. Posteriormente, para que quede perfectamente apretado, a cada capa deben dársele por lo menos dos pasadas con tractor. De esta manera se evita que quede aire encerrado entre las capas, pues podría ocasionar fermentaciones indeseables (Figura 112). En silos de “bunker” se estima que existen 238 kilogramos de materia seca por metro cúbico.



Figura 112. El llenado del silo y su compactación son importantes para obtener un ensilaje de buena calidad.

4. Tapar perfectamente el silo con un plástico de al menos 6 milímetros de grosor, para disminuir la tasa de permeabilidad al oxígeno. Sellar las orillas con una capa de tierra, para evitar la penetración del aire y el agua, ya que ello ocasionaría pudriciones y demeritaría la calidad del forraje. El forraje ensilado puede consumirse 21 días después terminado el proceso de ensilaje (tapado).

**Silo de pastel.** Este tipo de silo no requiere infraestructura especial, y es de bajo costo. Consiste en el almacenamiento del forraje sobre la superficie del suelo, utilizando plásticos para cubrir o cerrar herméticamente el forraje, y así evitar la penetración del aire y el agua, y crear las condiciones necesarias para su fermentación y conservación.

Se siguen los mismos pasos indicados en el apartado anterior. Debe procurarse que el terreno donde se preparará el silo sea plano, con un 5 a 10 por ciento de pendiente, para favorecer el drenaje, que no conserve demasiada humedad, y que esté libre de piedras y objetos extraños, para evitar perforaciones al plástico; conviene abrir una zanja pequeña alrededor del silo, para evitar que se moje por los escurrimientos (Figura 113).



**Figura 113. Panorámica de un silo de pastel.**

**Características de un buen ensilaje.** El proceso fermentativo del ensilado comienza de inmediato, y la culminación de las reacciones bioquímicas termina en alrededor de 21 días; después de ese período, si el silo permanece en condiciones de ausencia de oxígeno, el forraje puede conservarse y ser apto para el consumo animal por tiempo indefinido. Las características de un buen ensilado se muestran en el Cuadro 59.

CUADRO 59. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ENSILADO PARA CONDICIONES TROPICALES.

| CARACTERÍSTICA          | VALORES   |
|-------------------------|-----------|
| Materia seca (%)        | 20 a 30   |
| pH                      | 3.5 a 4.5 |
| Nitrógeno amoniacal (%) | 10 a 15   |
| Ácido butírico (%)      | 0.2 a 1   |
| Ácido láctico (%)       | 3 a 13    |

Fuente: Aguilera *et al.* (1990).

Las claves para hacer buen ensilado son:

1. Excluir rápidamente el aire de la masa del forraje (reducir el oxígeno), lo que favorece la producción rápida de ácido láctico e incremento en el pH del ensilado (pH 5.5 a 5.7 para el buen crecimiento de las bacterias ácido lácticas que estabilizan o "avinagran" el forraje).
2. Prevenir la penetración de aire en la masa del ensilado durante el almacenamiento. El aire excesivo debido al llenado lento del silo o por la compactación pobre (forraje extremadamente seco, o forraje picado muy tosco), permite que la planta respire por períodos prolongados, lo que da por resultado la utilización de azúcares y la degradación excesiva de la proteína de las plantas.

El retraso en el llenado puede dar por resultado una fermentación clostridiana, que se caracteriza por concentraciones de ácido butírico y nitrógeno amoniacal altos, y digestibilidad pobre; además, el aire también estimula el crecimiento de microbios indeseables, como levaduras y mohos.

**Ensilado deseable.** Debe presentar un color verde pálido a verde oscuro, dependiendo del pasto, y la adición de melaza y su proporción; además, debe tener un olor ácido agradable, sin ningún indicio de putrefacción. Es sumamente importante tener un ensilado bien compactado de densidad alta. Las densidades más altas reducen los costos de almacenamiento al aumentar la cantidad de forraje en el silo, y reducir las pérdidas por fermentación del ensilado durante su almacenamiento y recolección para suministro del ganado.

**Ensilado aceptable.** Un color verde amarillento del ensilado es un indicador de fermentación impropia, mientras que el olor a frutas o caramelo, significa que quedó o entró aire al silo.

**Ensilado indeseable.** El forraje enmohecido, de color café o negro (“quemado”) y olor a quemado, indica fuerte calentamiento dentro del silo; a su vez, el olor a forraje podrido, significa fermentación inapropiada.

**Valor nutritivo del ensilaje de diferentes especies.** El valor nutritivo del ensilaje es variable, y depende del tipo y manejo del pasto o cultivo, la edad y altura al corte, y el ensilado. Para maíz, se recomienda cortar a 15 centímetros por encima del nivel del suelo. Subir la altura de corte puede mejorar la calidad del ensilado debido a que la parte baja del tallo es digerida pobremente, pero hacerlo reduce el rendimiento en un 8 por ciento.

En el Cuadro 60 se observa que el maíz tiene un valor nutritivo mayor, siguiéndole el sorgo, mientras que el valor nutritivo menor corresponde a los pastos ensilados; sin embargo, éstos son el recurso más abundante en el rancho durante la época de lluvias, y por lo tanto, más susceptibles a conservar, y no se requiere invertir en su siembra, como el maíz o el sorgo.

CUADRO 60. VALOR NUTRITIVO DEL ENSILAJE DE MAÍZ, SORGO Y PASTO TAIWÁN.

| CULTIVO/PASTO          | PH   | MATERIA SECA (%) | DIGESTIBILIDAD (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) |
|------------------------|------|------------------|--------------------|--------------------|
| Maíz <sup>&amp;</sup>  |      |                  | 71                 | 8.5                |
| Sorgo <sup>&amp;</sup> | 3.65 | 27               | 63                 | 6.3                |
| Taiwán                 | 3.36 | 28               | 50                 | 7.7                |

<sup>&</sup>Promedio de cinco variedades de maíz y cinco de sorgo.

Fuente: Flores *et al.* (1984).

**Cálculo de la superficie de siembra y tamaño del silo.** Para determinar las necesidades de ensilado para alimentación del hato se requieren los siguientes datos:

1. Número de cabezas por alimentar.
2. Duración del período de alimentación con ensilado.
3. Cantidad de ensilado consumida por animal. Se considera que un bovino consume alrededor de 15 kilogramos de ensilado por día.

Debido a las pérdidas por oxidación que se tienen durante el proceso (material en contacto con paredes y pisos, filtraciones, etc.), se debe incrementar el valor obtenido en el cálculo en 10 por ciento. Después se aplica la siguiente fórmula, que considera la pérdida mencionada anteriormente.

$$CER = (NC \times ND \times CDA) \times 1.1$$

Donde:

CER = Cantidad de ensilaje requerida.

NC = Número de cabezas.

ND = Número de días del período de alimentación.

CDA = Consumo diario por animal.

1.1 = 10 por ciento de incremento por pérdidas.

Ejemplo: Calcular la cantidad de ensilaje necesario para alimentar 100 vacas durante 60 días. Sustituyendo los valores de la fórmula anterior se tiene que:

$$\text{CER} = 100 \times 60 \times 15 \times 1.1 = 99,000 \text{ kilogramos de ensilado}$$

Para estimar la superficie de siembra y realizar los cálculos (suponiendo que con las recomendaciones aquí indicadas, una hectárea puede producir 60 toneladas de forraje verde), se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{SR} = \text{CRE}/\text{RF}$$

Donde:

SR =Superficie para siembra requerida

CRE =Cantidad de ensilaje requerida

RF =Rendimiento de forraje

Utilizando el valor del ejemplo anterior, se tiene que:

$$\text{SR} = 99,000/60,000 = 1.65 \text{ hectáreas}$$

Para calcular el tamaño del silo, es necesario considerar que en promedio se tienen 650 kilogramos de forraje ensilado por metro cúbico. De acuerdo al ejemplo, se tiene que:

$$99,000/650 = 153 \text{ metros cúbicos}$$

Es decir, se requiere un silo con capacidad de 153 metros cúbicos para almacenar 99,000 kilogramos de forraje ensilado. En el Cuadro 61 se presentan algunas especificaciones que pueden orientar en la construcción de silos de tipo de trinchera, y en la Figura 114, se muestra un esquema del mismo. Para los silos de pastel, las recomendaciones son iguales, excepto que existe la limitante para conseguir plásticos de tamaño suficiente para cubrir el forraje, y por esta razón, las pérdidas pueden incrementarse hasta un 30 por ciento.

CUADRO 61. ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SILO DE TRINCHERA CON DIFERENTES CAPACIDADES.

| ANIMALES A ALIMENTAR POR SEIS MESES | ANCHO ARRIBA (m) | ANCHO ABAJO (m) | ALTURA (m) | LARGO (m) | CAPACIDAD (t) |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|------------|-----------|---------------|
| 20                                  | 4                | 3               | 2          | 13        | 54            |
| 30                                  | 4                | 3               | 2          | 19.5      | 81            |
| 40                                  | 4                | 3               | 2.5        | 20.5      | 108           |
| 50                                  | 4                | 3               | 2.5        | 22        | 117           |

Fuente: Velasco y Tapia (1960).

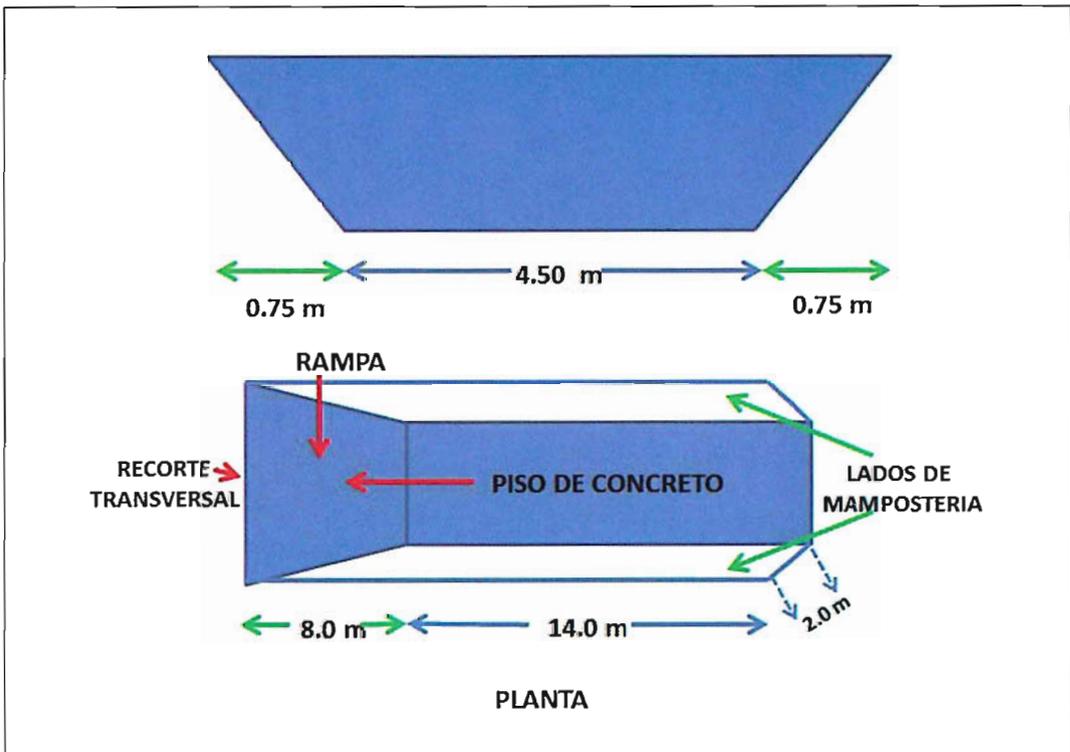


Figura 114. Representación esquemática de un silo de trinchera.

**Alimentación animal con ensilajes.** El forraje fresco de cualquier pasto es de mayor valor nutritivo que el ensilaje o heno del mismo pasto. En el Cuadro 62, se observa que la concentración de proteína cruda, digestibilidad y consumo de materia seca del forraje fresco, son superiores a los obtenidos con ensilaje del mismo pasto. Algunos aditivos pueden mejorar el proceso del ensilado y el valor nutritivo, sin embargo, los valores de consumo del ensilaje nunca alcanzan los obtenidos con el forraje verde. Cabe señalar, que los consumos de ensilaje solamente alcanzan a cubrir del 50 al 70 por ciento de los requerimientos de materia seca de las vacas de doble propósito.

**CUADRO 62. DIGESTIBILIDAD Y CONSUMO DEL PASTO KING GRASS, VERDE Y ENSILADO, CON DIFERENTES NIVELES DE MELAZA Y UREA.**

| FORRAJE                                    | PROTEÍNA<br>CRUDA<br>(%) | DIGESTIBILIDAD<br>DE LA MATERIA<br>SECA (%) | CONSUMO DE MATERIA<br>SECA/DÍA |                           |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|---------------------------|
|  |                          |   | kg/<br>ANIMAL                  | kg/100 kg DE<br>PESO VIVO |
| Forraje verde                              | 9.6                      | 65.6  | 5.62                           | 1.73                      |
| Ensilado                                   | 5.4                      | 59.4  | 4.69                           | 1.32                      |
| Ensilado + 0.25% de urea<br>+ 2% de melaza | 5.2                      | 48.1  | 4.18                           | 1.17                      |
| Ensilado + 0.5% de urea +<br>4% de melaza  | 6.5                      | 51.4  | 5.44                           | 1.54                      |
| Ensilado + 1% de urea +<br>6% de melaza    | 14.7                     | 72.9  | 5.35                           | 1.34                      |

Fuente: Moreno (1977).

Otro ejemplo que ilustra el valor nutritivo del ensilaje en comparación al suministro de forraje fresco en diferentes proporciones, se presenta en el Cuadro 63, en donde se aprecia que las producciones de leche más altas, se alcanzaron cuando los animales se alimentaron con forraje fresco. Lo anterior corrobora el valor nutritivo menor del ensilaje solo, por lo que para obtener niveles aceptables de producción, es conveniente adicionar alimentos suplementarios de mayor calidad, ya sean forrajes frescos o concentrados.

Cuando son ensilados bajo las mismas condiciones, las diferentes especies de pastos tropicales presentan un valor nutritivo similar, como se muestra en el Cuadro 64. Solamente se detectaron diferencias en el consumo de materia seca, aunque esto no se reflejó en la producción de leche. Cabe señalar, que los animales fueron suplementados, y por ello alcanzaron niveles altos de producción.

**CUADRO 63. PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS ALIMENTADAS CON ENSILAJE Y FORRAJE FRESCO EN DIFERENTES PROPORCIONES.**

| TIPO DE ALIMENTACIÓN                 | PRODUCCIÓN DE LECHE<br>kg/VACA/DÍA |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 100% ensilaje                        | 6.8                                |
| 60% ensilaje + 40% de forraje fresco | 8.1                                |
| 40% ensilaje + 60% de forraje fresco | 8.0                                |
| 100% forraje fresco                  | 8.6                                |

Fuente: Esperance y Perdomo (1978), citados por Gutiérrez *et al.* (1982).

**CUADRO 64. EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON ENSILAJES DE DIFERENTES PASTOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE, CONSUMO Y VALOR NUTRITIVO.**

| ENSILAJE        | MATERIA SECA (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) | FIBRA (%) | CONSUMO MATERIA SECA (kg) | PRODUCCIÓN DE LECHE kg/VACA/DÍA <sup>&amp;</sup> |
|-----------------|------------------|--------------------|-----------|---------------------------|--|
| Guinea          | 23               | 6.4                | 33        | 8.5                       | 6.2  |
| Pangola         | 27               | 6.7                | 31        | 7.7                       | 6.1  |
| Bermuda cruza 1 | 34               | 6.6                | 32        | 9.7                       | 5.8  |

<sup>&</sup>Las vacas se suplementaron con 0.5 kilogramos de concentrado por kilogramo de leche producida a partir del 5° kilogramo.

Fuente: Esperance y Perdomo (1979), citados por Gutiérrez *et al.* (1983).

Definitivamente, si se quieren alcanzar niveles de producción de leche altos, en animales alimentados con ensilaje, es necesario utilizar un suplemento energético y proteico. De acuerdo con los datos presentados en el Cuadro 65, los animales alimentados con ensilaje

+ 1.5 kilogramos de concentrado, producen un 84 por ciento más de leche que los animales que reciben solamente ensilaje.

**CUADRO 65. PRODUCCIÓN DE LECHE CON ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE FERTILIZADO CON 100 KILOGRAMOS DE NITRÓGENO Y 90 DÍAS DE EDAD, Y SUPLEMENTACIÓN.**

| SUPLEMENTACIÓN <sup>κ</sup><br>kg/VACA/DÍA | CONSUMO DE ENSILAJE<br>kg/VACA/DÍA | PRODUCCIÓN DE LECHE<br>L/vaca/día |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0  | 46                                 | 3.28                              |
| 1.5  | 44                                 | 6.04                              |
| 2.5  | 32                                 | 5.91                              |

<sup>κ</sup>Suplemento a base de melaza + 2% de urea y 10% de harina de pescado.

Ensilaje: pH = 3.7, proteína cruda = 6.7% y materia seca = 18.4%.

Fuente: Ruiloba *et al.* (1980).

La conservación de forrajes es una opción para suministrar materia seca a los animales que se crían en el trópico de México, especialmente durante las épocas críticas. Aunque los animales alimentados con ensilajes de gramíneas sólo tienen ganancias de peso de entre 200 y 340 gramos por animal por día, existe la alternativa del suministro de suplementos para incrementar las ganancias de peso y la producción de leche; sin embargo, deben de considerarse los costos al utilizarlos, y de esta forma valorar su relación costo:beneficio.

# SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO

El régimen alimenticio del ganado en pastoreo, depende principalmente de los nutrientes del pasto o forraje consumido. Es importante mencionar que los pastos son deficientes en proteína, energía, fósforo y algunos minerales traza. Existen también fluctuaciones de los consumos de nutrientes entre las diferentes épocas del año, producto de las variaciones en producción de los pastos, dando por resultado una inestabilidad en las ganancias diarias de peso de los animales o en las producciones de leche. Por otra parte, los cambios macroeconómicos y el acelerado crecimiento demográfico ocurridos en la última década en México, han conducido a la intensificación de los sistemas para poder aumentar o mantener la rentabilidad de la empresa.

En la actualidad, el forraje proveniente del pastoreo continúa siendo la principal fuente de nutrientes, pero debe complementarse con cantidades crecientes de alimentos concentrados y de forrajes conservados, como heno o ensilajes de gramíneas o leguminosas. La suplementación resulta estratégica principalmente en el período poco lluvioso del año, pues no sólo aumenta el suministro de nutrientes, sino también permite una carga animal alta durante esta época de poco forraje.

El objetivo general de la suplementación es cubrir las diferencias entre los aportes del alimento base y las necesidades del animal, para obtener un desarrollo adecuado. Para ello, es preciso implementar un manejo nutricional, el cual incluye principalmente los tres componentes siguientes: proteína, energía y minerales.

El conocimiento de cómo influyen estos componentes en el desarrollo de los animales, es la clave del éxito en la producción animal.

## Suplementación proteica

La proteína es uno de los nutrientes más limitados en las praderas, sobre todo en las regiones tropicales y en las épocas más adversas (nortes y seca) para la producción de forraje. Una deficiencia de proteína en la dieta del ganado bovino causa una reducción en las ganancias de peso. La reducción en productividad en ganado que consume forraje bajo en proteína, es una consecuencia de varios factores fisiológicos y metabólicos, entre los que se encuentran:

1. Menor suministro de aminoácidos metabolizables, absorbidos en el tracto gastrointestinal para satisfacer los requerimientos metabólicos del animal para mantenimiento, crecimiento y reproducción.
2. Reducción en la digestibilidad de la fibra del forraje en el rumen, como consecuencia de un suministro ineficiente de nitrógeno, el cual es requerido en el rumen para el crecimiento de microbios que digieren fibra.

La suplementación proteica del ganado en pastoreo con forraje de baja calidad (pastos con contenidos menores al 7 por ciento de proteína cruda), incrementa la digestibilidad y el consumo del forraje, y es una práctica rentable, pues a mayor digestibilidad, aumenta la rapidez del tránsito del alimento en el rumen, lo que ocasiona un incremento en el consumo del forraje.

Se ha demostrado que en los animales que consumen forrajes de baja calidad, la adición de 0.23 a 0.68 kilogramos diarios de un suplemento que contenga de 30 a 40 por ciento de proteína, incrementa el consumo de forraje en 30 a 60 por ciento y su digestibilidad de 6 a 12 por ciento. Sin embargo, en la actualidad, forrajes con niveles importantes de proteína cruda (>14 por ciento) también pueden considerarse “deficientes en proteína”, ya que la productividad de los animales con un potencial alto puede ser estimulada por una suplementación proteínica adecuada. Al parecer, las deficiencias proteínicas en

animales pastoreando forraje con alto contenido de proteína, son resultado de una alta degradación ruminal de la proteína del forraje, por lo que la proteína microbiana ruminal llega a ser la principal fuente de aminoácidos metabolizables, los cuales son insuficientes en cantidad y composición de aminoácidos para las necesidades metabólicas de los tejidos, y para maximizar el consumo de forraje.

En la Figura 115, se muestra un resumen de las ganancias de peso de ganado pastoreando pastos nativos en Rhodesia, África, a través del año, con y sin suplementación de pasta de semilla de algodón. Se puede observar, que el ganado sin suplementación perdió peso, mientras que el ganado suplementado mantuvo su peso durante la estación seca.

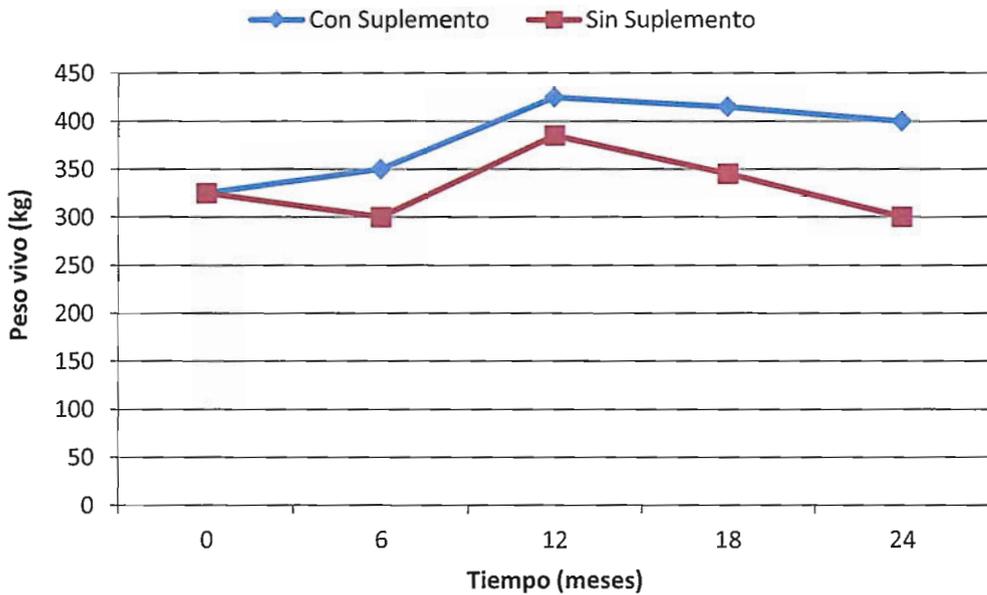


Figura 115. Cambios mensuales de peso vivo de ganado con y sin suplemento de pasta de semilla de algodón.

Por otra parte, el ganado sin suplementación no tuvo crecimiento compensatorio durante la estación húmeda, por lo cual nunca alcanzó el peso del grupo suplementado. La falta de un efecto de crecimiento compensatorio después de una deficiencia proteica, ha sido demostrada por varios autores, y contrasta con el crecimiento compensatorio que tienen los animales después de una deficiencia de energía (Ellis *et al.*, 1987).

Si el objetivo de la suplementación proteínica del ganado que se alimenta en praderas con bajo contenido de proteína, es el mantenimiento del peso vivo, entonces será adecuado utilizar suplementos proteínicos que contengan una mezcla de nitrógeno proteínico y no proteínico. En cambio, si se desean niveles de producción más elevados, los suplementos deben contener solamente fuentes de proteína, como las pastas de semillas oleaginosas.

## Suplementación energética

Los forrajes tienen un bajo contenido energético debido a que poseen cantidades variables de carbohidratos estructurales que dificultan el proceso digestivo, y a que la fermentación ruminal es un proceso relativamente ineficiente desde el punto de vista de las pérdidas directas (calor, gases). Aún así, la limitante principal de los forrajes no es su contenido energético relativamente bajo, sino el bajo consumo voluntario de los animales. La materia seca de los forrajes puede fraccionarse en dos componentes: contenido celular y pared celular. El contenido celular es la porción soluble y casi totalmente digestible, pero raramente superior al 35 por ciento de la materia seca en forrajes tropicales.

La pared celular, por su parte, contiene principalmente carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) asociados química o físicamente con otros componentes (lignina, sílice). Desde el punto de vista nutricional, la pared celular es una fuente potencial de energía, y la magnitud de su aporte depende de su susceptibilidad al ataque de las enzimas microbianas. Entonces, el factor importante en la utilización de la energía

de los forrajes, es la existencia de una población numerosa y activa de bacterias celulolíticas. Aún en animales que reciben forrajes como único alimento, la cantidad de microorganismos celulolíticos no sobrepasa el 15 por ciento de la población total. Sin embargo, existe una serie de relaciones simbióticas entre microorganismos celulolíticos y no celulolíticos, que indirectamente propician y favorecen la fermentación de alimentos fibrosos. Por otra parte, en los sistemas de producción de carne, la energía se considera como el más costoso de los nutrientes. La forma en que el animal en pastoreo usa la energía, es importante en programas de suplementación, porque más del 65 por ciento de ésta, se utiliza para mantenimiento.

Debe tenerse cuidado con el efecto substitutivo de la suplementación energética, que se presenta cuando se ofrecen cantidades excesivas de concentrado al animal, lo que reduce el consumo de forraje. Por ejemplo, suplementos energéticos proporcionados en cantidades de 0.454 a 0.908 kilogramos por día, estimularon ligeramente la digestibilidad y el consumo de forraje de baja calidad. Sin embargo, niveles de 0.908 a 1.362 kilogramos por cada 454 kilogramos de peso vivo del animal, generalmente reducen la digestibilidad del forraje.

Con lo anterior, se demuestra un efecto de "substitución" en lugar de "suplementación". Sin embargo, la ganancia de peso del animal puede disminuir, permanecer inalterada o aumentar, dependiendo de la calidad nutricional del suplemento, en relación al forraje existente, y de la magnitud del efecto substitutivo. No obstante, al haber efectos substitutivos, la presión sobre la pradera disminuye, y en consecuencia, es posible aumentar la producción por unidad de superficie, elevando la carga animal.

Cuando el forraje es de mediana o mala calidad, la suplementación generalmente muestra efectos aditivos, es decir, el consumo de materia seca total se incrementa. Es posible que también disminuya ligeramente, permanezca inalterado o se incremente. Si se diera este caso, para hacer frente a la mayor demanda de los animales, se deberá ajustar la carga

animal, o incrementar la producción de forraje, a través de la fertilización. En el Cuadro 66 se muestra la respuesta animal al consumo de energía proveniente de la materia seca de los pastos. Se resalta que los animales con acceso al pasto maduro, tuvieron ganancias de peso mayores, debido a que el consumo total de energía fue más alto por una capacidad de consumo de materia seca mayor.

**CUADRO 66. CONSUMO DE MATERIA SECA Y GANANCIA DE PESO ESPERADA, EN UN NOVILLO DE 350 KILOGRAMOS DE PESO INICIAL, SEGÚN LA CALIDAD DEL FORRAJE OFRECIDO.**

| CONCEPTO                           | PASTO TIERNO | PASTO MADURO | PASTO VIEJO |
|------------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Características del forraje</b> |              |              |             |
| Materia seca (%)                   | 18           | 24           | 50          |
| <sup>6</sup> ENm (Mcal/kg)         | 1.70         | 1.05         | 0.75        |
| <sup>66</sup> ENp (Mcal/kg)        | 0.65         | 0.50         | 0.10        |
| Consumo estimado (kg MS/d)         | 7.2          | 8.5          | 6.8         |
| <b>Destino del forraje (kg/d)</b>  |              |              |             |
| Mantenimiento                      | 5.2          | 5.9          | 6.8         |
| Producción                         | 2.0          | 2.6          | -           |
| Cambio de peso esperado (kg/d)     | 0.31         | 0.38         | -0.22       |

<sup>6</sup>ENm= Energía neta, en el alimento, de mantenimiento. <sup>66</sup>ENp= Energía neta, en el alimento, de producción.

Fuente: Riquelme (1987).

El consumo de los pastos tierno y viejo fue menor, debido a un exceso de humedad (tierno) o a una alta voluminosidad y baja digestibilidad (viejo). Como la ganancia de peso se relaciona directamente con el consumo de energía, con el pasto viejo, ni siquiera se cubren dichos requerimientos (resultando en pérdidas de peso), y a pesar de que el pasto tierno es de mejor calidad, el pasto maduro proporciona la mejor respuesta

biológica. Siguiendo con este ejemplo, si se quiere aumentar la ganancia de peso de los animales a través de suplementación, la cantidad de suplemento a proporcionar, depende de la calidad y el consumo del forraje presente, del nivel de producción deseado, y de los efectos aditivos y sustitutivos de la suplementación.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, los factores conducentes a una alta productividad animal en pastoreo, están englobados en seleccionar animales con potencial de producción alto, propiciar un consumo voluntario de alimento alto, y obtener una eficiencia de utilización del alimento consumido alta.

La suplementación es sólo una de las muchas alternativas que tiene el ganadero o administrador para mejorar la producción, y a pesar de que la respuesta a la suplementación es de índole biológica, el éxito de su empleo debe medirse en términos económicos.

## **Suplementación mineral**

Dado que este punto fue tratado anteriormente de manera extensa, sólo se mencionará que en ocasiones las deficiencias de minerales son difíciles de detectar, pero tienen un impacto económico importante. La manera más efectiva, y probablemente más económica de suministrar minerales, es adicionarlos a los suplementos proteicos/energéticos. Finalmente, es importante indicar que una deficiencia mineral puede reducir la efectividad de un suplemento energético o proteico.

Se puede resumir la importancia de que los animales en pastoreo cuenten con un programa de suplementación que cubra las deficiencias de los pastos que consumen, y llene sus requerimientos nutricionales de acuerdo a su etapa de crecimiento, y a las metas de producción de la explotación. Para lograr lo anterior, hay que evaluar los tipos de

forrajes, el tipo de ganado, los nutrientes en el forraje y los parámetros a lograr. Si se corrigen las deficiencias de nutrientes, se logra un aumento en el consumo de forraje y la tasa de crecimiento, y un mejor aprovechamiento del forraje, e incluso se aumenta la carga animal en la pradera.

# ARBUSTOS Y ÁRBOLES FORRAJEROS

Las regiones tropicales de nuestro país son ricas en árboles y arbustos con propiedades forrajeras variables. Se estima que existen más de 150 especies de plantas con estas propiedades, sin embargo, en pocas se han realizado estudios para valorar su potencial, formas de aprovechamiento y manejo más apropiadas.

En los últimos años, se ha despertado un gran interés por el aprovechamiento de los arbustos y árboles nativos o introducidos con propiedades forrajeras. Los ganaderos del sureste de México emplean algunas de estas plantas (ramón y huaxín en la península de Yucatán) en ciertas temporadas del año; sin embargo, muchas veces su aprovechamiento es estacional, y se desconocen las propiedades nutrimentales y de manejo que este tipo de plantas presentan y requieren.

El uso de los arbustos y árboles forrajeros tropicales ofrece las siguientes ventajas:

1. Nueva opción para disponer de forraje.
2. Forraje de calidad nutritiva alta.
3. Contribución a la conservación del suelo.
4. Mejoramiento de la arquitectura del paisaje.
5. Mejor reciclaje de nutrientes del suelo.
6. Producción de leña y postes vivos.
7. Incremento de la diversidad de especies.
8. Refugio o fuente de alimento para fauna silvestre.

Hay que señalar que el aprovechamiento de este tipo de plantas no siempre es fácil, y en ciertos casos, puede complicar el manejo de la pradera. Los árboles y arbustos se pueden

usar para alimentar bovinos, ovinos y caprinos, tanto en corte, como en pastoreo. Los árboles y arbustos no deben emplearse como dieta única de los animales, ni sustituir a los pastos, sino como un suplemento alimenticio, ya que estas plantas se caracterizan por tener contenidos elevados de proteína, y algunas especies, por sus altos niveles de digestibilidad de la materia seca. También se caracterizan por la presencia de taninos, cuyos niveles de concentración pueden ser altos o bajos, según la especie.

En condiciones de pastoreo, las plantas forrajeras nativas se pueden emplear asociadas con pastos, lo cual puede ser en diferentes arreglos, o bien en áreas compactas de la especie de interés, a las cuales se les denomina “bancos de proteína”. Este último sistema es el más apropiado para el empleo de los árboles y arbustos forrajeros tropicales, pero también involucra más actividades de manejo de animales y praderas. En diversos estudios se determinó que la entrada de los animales a los “bancos de proteína” debe de ser en las primeras horas de la mañana, y que el tiempo de estancia en ellos debe ser de dos a tres horas diarias.

Con la finalidad de ofrecer una mejor fundamentación de las principales fortalezas de los arbustos y árboles forrajeros, a continuación se presenta información sobre las características de este tipo de plantas. En el Cuadro 67, se muestran los rendimientos de forraje de varios arbustos y árboles. Como se puede apreciar, con excepción del moté, todas las demás especies presentan rendimientos de materia seca total altos (hojas, tallos tiernos y tallos leñosos; estos últimos generalmente no comestibles).

CUADRO 67. PRODUCCIÓN DE FORRAJE POR HECTÁREA POR AÑO DE DIVERSOS ARBUSTOS FORRAJEROS COSECHADOS CADA 90 DÍAS, EN EL ESTADO DE TABASCO.

| ARBUSTOS   | MATERIA SECA TOTAL (t/ha) | MATERIAL COMESTIBLE (%) | MATERIA SECA COMESTIBLE (t/ha) |
|--|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Morera ( <i>Morus alba</i> L.)                             | 22.2                      | 61                      | 13.5                           |
| Moté ( <i>Erythrina glauca</i> Willd.)                     | 6.9                       | 59                      | 4.1                            |
| Cocuïte [ <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.] | 18.4                      | 59                      | 10.9                           |
| Tulipán ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.)                | 30.6                      | 72                      | 22.0                           |
| Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)                   | 45.2                      | 56                      | 25.3                           |

Fuente: Meléndez y Granados (2002).

El tulipán y el guácimo son las especies con rendimientos de forraje comestible mayores, y sus producciones de materia seca superan las 20 toneladas por hectárea. Más que por su producción de biomasa, el principal interés del empleo de forrajes de árboles y arbustos, es por su mayor valor nutritivo en relación al que presentan la mayor parte de los pastos tropicales. En el Cuadro 68 se pueden ver claramente los contenidos altos de proteína que tienen estas plantas, que generalmente son superiores al 15 por ciento, y en los casos de morera y tulipán, también tienen porcentajes elevados de digestibilidad de la materia seca, equiparables a los que presentan muchos concentrados elaborados con granos.

CUADRO 68. VALOR NUTRITIVO DE ALGUNOS ARBUSTOS FORRAJEROS.

| ARBUSTOS | PROTEÍNA CRUDA (%) | FIBRA DETERGENTE NEUTRO (%) | DIGESTIBILIDAD <i>in vitro</i> DE LA MATERIA SECA (%) |
|----------|--------------------|-----------------------------|---|
| Morera   | 22                 | 49                          | 90  |
| Tulipán  | 18                 | 47                          | 94  |
| Cocuïte  | 28                 | 52                          | 64  |

Fuente: Adaptado de Hernández et al. (2005).

Es necesario señalar, que la mayor parte de los arbustos y árboles forrajeros tiene un elevado contenido de taninos en comparación con las leguminosas herbáceas, lo que

puede ser una fortaleza o un inconveniente, dependiendo del tipo de tanino presente en la planta.

A continuación se describen los atributos de algunas de las especies más sobresalientes de árboles y arbustos con potencial forrajero en las regiones tropicales de México.

## Cocuite, cocoite, cacahuananche, mataratón, madre de cacao [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.]

Pertenece a la familia Leguminosae y subfamilia Papilinoideae; su distribución natural es en la vertiente del Pacífico, aunque actualmente se encuentra distribuido prácticamente en toda la región del Golfo de México. Para mayor información acerca de su descripción botánica y características morfológicas y de adaptación, ver el capítulo de leguminosas en este libro.

### Usos

Se utiliza para establecer cercas vivas, como árbol de sombra de cacaotales y cafetales, para producir carbón, leña y “postes muertos”, como planta medicinal, y actualmente como forraje suplementario. Como planta forrajera se puede emplear para corte o en pastoreo; bajo corte se puede ofrecer fresca o bien utilizarla para producir harina. Debe procurarse que en el follaje que se corte no vayan tallos muy leñosos, y predominen hojas y tallos suculentos (Figura 116).

### Propagación

Esta leguminosa se puede propagar tanto por semilla, como por material vegetativo (estacas). Cuando se siembra por estacas, éstas deben ser 60 a 80 centímetros de longitud y tener un diámetro promedio de 5 centímetros. Las estacas se pueden sembrar prácticamente todo el año, pero los prendimientos máximos se tienen en los meses de enero y febrero. La siembra por semilla es más recomendable, ya que es más barata que por estaca; en la región del Golfo, la semilla se puede recolectar en los meses de abril y mayo. Para sembrar una hectárea se requieren entre 5 y 6 kilogramos de semilla con un 90 por ciento de germinación. Para siembra en áreas compactas, el arreglo de siembra que produce la mayor cantidad de forraje, es de 50 centímetros entre plantas y 100

centímetros entre líneas; el tiempo para su establecimiento es de aproximadamente seis meses.



Figura 116. Ovinos consumiendo plantas de cocuite bajo el sistema de corte y acarreo.

### Valor nutritivo

El contenido de proteína varía de 18 a 28 por ciento, que depende de la edad del rebrote y época del año, siendo mayor en la época seca. El promedio de digestibilidad de la materia seca es de 59 por ciento. Contiene un compuesto denominado cumarina, y produce taninos, algunos de los cuales se consideran benéficos.

## Manejo

Cuando se siembra por material vegetativo, es conveniente evitar el pastoreo por al menos un año, aprovechando el forraje mediante corte; por otra parte, cuando se siembra por semilla, se puede usar a los seis meses después de la siembra. En pastoreo se debe usar bajo rotación, ya que la planta debe tener un período de reposo de 45 a 60 días entre cortes o pastoreos. Para pastorear, se debe procurar que la planta tenga una altura de entre 80 y 100 centímetros. Es muy atacada por diversas plagas, especialmente por pulgones, sin embargo, no se requiere efectuar medidas para su control.

## Guaje, huaxín o huach [*Leucaena leucocephala* (Lamark) De Wit.]

Esta planta arbórea perenne pertenece a la familia Leguminosae y subfamilia Mimosoideae. Se considera nativa de América Central y México, en donde se encuentra ampliamente diseminada desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán por el litoral del Golfo de México, y desde Sinaloa hasta Chiapas por el litoral del Océano Pacífico. Actualmente se encuentra en todos los trópicos del mundo. Para mayor información acerca de su descripción botánica y características morfológicas y de adaptación, ver el capítulo de leguminosas en este libro.

## Usos

Algunas especies de *Leucaena* se pueden emplear como maderos para la construcción y para la producción de carbón, y en algunas poblaciones de México, se consumen las semillas tiernas como verdura. También se consume en forma natural por bovinos, ovinos, caprinos y algunos herbívoros de la fauna silvestre. Se recomienda emplearla para forraje, ya sea asociada con pastos o como “banco de proteína” (Figura 117).



Figura 117. Pastoreo de bovinos en una plantación de guaje.

### Propagación

Ésta es exclusivamente por semilla, la cual por lo general presenta valores de germinación altos, después de su escarificación con agua caliente. La densidad de siembra es de 6 a 8 kilogramos por hectárea, con un arreglo topológico de 25 centímetros entre plantas y 70 a 100 centímetros entre líneas. Dependiendo de la fecha de siembra, requiere de cinco a seis meses para su establecimiento.

## Valor nutritivo

Los contenidos de proteína bruta del guaje varían a través del año de 18 por ciento a un 15 por ciento en el forraje comestible (hojas y tallos tiernos), posee altos contenidos de fósforo, potasio, calcio, y vitamina A, y su digestibilidad varía de 50 a 60 por ciento.

## Toxicidad

Presenta la limitante de que entre el 3 y 5 por ciento de su proteína bruta está constituida por mimosina, un aminoácido que al ser hidrolizado por la flora del tracto intestinal de los rumiantes forma un compuesto llamado 3,4-dehidroxipiridina, que afecta la glándula tiroidea, desarrollando bocio cuando se consume por tiempo prolongado. Cuando las dietas para rumiantes contienen menos del 30 por ciento de guaje, los animales pueden consumirlas por un tiempo largo, mientras que cuando el porcentaje pasa del 50 por ciento, se manifiestan los síntomas tóxicos.

## Manejo

Es conveniente emplear esta leguminosa arbustiva principalmente en condiciones de pastoreo. Puede asociarse con gramíneas rastreras como Estrella de África, Chetumal y gramas nativas, o bien emplearse en "bancos de proteína". Los animales deben consumirla de dos a tres horas por día, pasando el resto del tiempo en la pradera de gramínea. Debe darse un período de reposo de 60 días entre pastoreos, aunque el número de días puede aumentar o disminuir en función de la recuperación que se observe en la planta. Para su mejor aprovechamiento, la planta de guaje debe de tener una altura de pastoreo de 70 a 80 centímetros.

## Morera (*Morus alba* L.)

Este arbusto perteneciente a la familia Moraceae, es originario de los valles al pie de la región del Himalaya en el Tíbet, en Asia occidental, pero se introdujo y se cultiva desde hace muchos años en varias zonas del mundo. En México se encuentra en varios estados, principalmente en localidades de clima cálido.

### Descripción botánica

Es una especie perenne que puede alcanzar alturas de más de 12 metros. Las hojas son simples, alternas, polimorfas, ovales, apuntadas o acuminadas, dentadas, y con pecíolos largos. Son de color verde claro, brillantes, lampiñas por el haz y ligeramente pubescentes en las axilas de los nervios principales del envés. El limbo es aovado, acorazonado en su base; los bordes son dentados o a veces festoneados, con lóbulos más o menos irregulares, son anchos y miden de 6 a 12 centímetros.

### Adaptación

Prospera tanto en regiones tropicales húmedas como secas; se adapta a una variedad amplia de suelos, pero requiere que éstos sean fértiles y tengan buen drenaje. Hay antecedentes de que puede crecer satisfactoriamente en suelos ácidos, y es una especie bastante resistente a la sequía.

### Usos

Los frutos de algunas especies de *Morus* son comestibles, y desde tiempos remotos sus hojas se han empleado para alimentar el gusano de seda. También se puede utilizar como un suplemento forrajero de alta calidad, aunque únicamente se puede usar bajo corte, ya que no soporta el pastoreo (Figura 118).



**Figura 118.** Parcela de morera, que debe usarse bajo el sistema de corte y acarreo.

### **Propagación**

Al parecer, en algunas zonas la semilla que produce es fértil, y se puede propagar por esa vía. Sin embargo, en las regiones tropicales húmedas, la propagación más factible es mediante material vegetativo por medio de estacas, las cuales tienen un alto índice de “prendimiento”. Se recomienda sembrar en los meses de junio y julio, empleando estacas de 50 a 60 cm de longitud y diámetro de 3 a 5 centímetros, en arreglo de siembra de 1 metro entre plantas y líneas.

## Valor nutritivo

El contenido proteico de la planta de morera entera, varía del 14 al 26 por ciento en base seca, y tiene una elevada digestibilidad en la materia seca, que varía de 75 al 85 por ciento.

La degradabilidad potencial de la hoja es de 86 a 90 por ciento, y sus contenidos de fibra detergente neutro de 34 a 37 por ciento, y de fibra detergente ácido entre 26 y 29 por ciento, con degradabilidad ruminal del 67 al 78 por ciento. Su contenido de fracciones fibrosas y sus ingredientes se pueden comparar con los de la alfalfa.

## Manejo

La morera únicamente se debe emplear bajo corte, ya que el pastoreo provoca la muerte de la planta. Para un buen aprovechamiento, se debe utilizar a una altura de 80 a 100 cm, y cortarse cada 60 días, lo cual puede variar de acuerdo a la época del año. Actualmente no se tienen reportes de plagas y enfermedades de importancia económica. Se sugiere emplear el follaje de estas plantas como un suplemento de animales en pastoreo, pero no es conveniente usarlo como dieta única.

## Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis* L.)

Esta especie típicamente arbustiva pertenece a la familia Malvaceae. Se considera originaria de China, pero actualmente está ampliamente distribuida en muchas regiones del mundo. En México se le encuentra prácticamente en todo el país, pero es muy abundante su presencia en los estados del sureste.

## Descripción botánica

Es un arbusto perennifolio de tallos muy ramificados, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura. Tiene hojas de color verde oscuro y de aspecto brillante, alternas y ovaladas, aunque su forma puede variar, e incluso tener los bordes más o menos dentados. Las flores tienen forma de embudo, son solitarias y axilares, y la mayoría de ellas de color rojo, aunque existen variedades de otros colores, e incluso según la variedad, las flores pueden ser sencillas o dobles. Existen más de 100 variedades de esta especie, las cuales se diferencian principalmente por el color de la flor y las hojas.

## Adaptación

Se distribuye ampliamente en México, y se cultiva en lugares secos pero con riego de auxilio. En el trópico húmedo prospera de manera exuberante en suelos con buen drenaje y fertilidad alta.

## Usos

Por la belleza y el colorido de sus flores, en la actualidad se emplea principalmente como planta de ornato en jardines públicos y patios de casas. En las zonas rurales se emplea como seto vivo en el frente de las casas, y en algunos casos alrededor del predio, haciendo la función de barda o cerco. Esta planta tiene propiedades medicinales y afrodisiacas. En diferentes estudios se señala como una planta productora de forraje de excelente calidad nutritiva (Figura 119).

## Propagación

Es probable que la semilla que se produce en las regiones tropicales de México sea fértil, pero la forma de propagación convencional, es a través de estacas de 50 centímetros de

largo con un diámetro de 2 centímetros. Se sugiere sembrar en los meses de junio y julio, a una distancia de 50 centímetros entre plantas y 80 centímetros entre líneas. Requiere de entre cinco y seis meses para establecerse.



Figura 119. Tulipán consumido por bovinos.

### Valor nutritivo

Su contenido de proteína varía de 18 a 24 por ciento, lo que depende de la edad de la planta y época del año, y la digestibilidad de su materia seca puede ser superior a 70 por ciento.

## Manejo

El tulipán puede producir más de 25 toneladas de forraje total por año, del cual, el 80 por ciento es comestible. Se puede utilizar para corte o bien para pastoreo, ya sea asociado con pastos, o bien como “banco de proteína”. Se recomienda emplearlo como un suplemento alimenticio, siendo muy apetecido por los bovinos y ovinos. Se le debe dar un período de reposo de entre 45 y 70 días, dependiendo de la época del año. Para corte y pastoreo de bovinos se debe manejar con una altura de 80 a 100 centímetros, mientras que para ovinos y terneros se sugiere que la altura sea de 60 centímetros.

## Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

Es una especie típicamente arbórea de la familia Sterculiaceae, considerada nativa de Centro América y México, donde es muy común observarlo en diferentes ecosistemas en el sureste.

### Descripción botánica

Árbol mediano o arbusto caducifolio de 2 a 15 metros de altura; en algunos casos se desarrolla como un arbusto muy ramificado, y en otros como un árbol monopódico. Su tronco es más o menos recto, frecuentemente ramificado a baja altura, y presenta ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgadas. Sus hojas son alternas y simples, de color verde oscuro y rasposas en el haz, y verde grisáceo amarillento en el envés. Las láminas miden de 3 a 13 centímetros de largo por 1.5 a 6.5 centímetros de ancho; son ovaladas o lanceoladas, con el margen aserrado.

Las flores se presentan en panículas de 2 a 5 centímetros de largo, son actinomorfas, de 5 milímetros de diámetro, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce, cáliz

velloso de dos a tres lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema. Los frutos son cápsulas de 3 a 4 centímetros de largo, agrupados en infrutescencias de 10 centímetros, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, de color café oscuro a negro cuando están maduras, olor y sabor dulce, las cuales permanecen por largo tiempo en el árbol.

### **Adaptación**

Esta especie es muy abundante en zonas con una temporada seca bien marcada, en zonas con vegetación de sabana, o en potreros de casi todas las áreas de clima cálido húmedo. Es una especie de fácil adaptación, tanto en sitios áridos como en zonas húmedas en altitudes de 0 a 1,200 metros. Tiene su mejor desarrollo en zonas con temperaturas de 20 a 30°C, con períodos secos de cuatro a siete meses, y precipitaciones anuales de 700 a 2,500 milímetros

### **Usos**

Es empleado por los artesanos para la elaboración de instrumentos musicales y cosméticos, ya que la ceniza de la madera sirve para elaborar jabón. También se utiliza para la producción de carbón, como planta medicinal y como forraje, debido a su valor nutritivo alto (Figura 120). Su semilla se puede emplear como fuente proteica en la elaboración de alimentos concentrados.



Figura 120. Guácimo, planta utilizada como recurso forrajero para la época seca.

### Propagación

Ésta debe de ser por semilla, ya que el establecimiento por medios vegetativos es difícil de lograr. La semilla es bastante dura, y generalmente de baja capacidad de germinación, por lo cual es conveniente someterla a un proceso de escarificación. La distancia de siembra apropiada es de 50 centímetros entre plantas y 80 centímetros entre líneas.

## Valor nutritivo

El guácimò contiene 14.7 por ciento de proteína cruda, 49.5 por ciento de fibra detergente neutro y 31.4 por ciento de fibra detergente ácido; la digestibilidad de la materia seca varía de 55 a 60 por ciento.

## Manejo

Produce abundante forraje, pero muchos de sus tallos son leñosos y no comestibles, y se puede usar tanto para corte como para pastoreo, siendo más apropiada la última opción. Se debe manejar la planta cuando el rebrote alcanza de 100 a 120 centímetros de altura, y su período de recuperación es de 60 a 80 días. Esta especie se caracteriza por presentar una persistencia al corte y al pastoreo muy altas.

# UTILIZACIÓN DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS MULTIPROPÓSITOS EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

Los árboles y arbustos se desarrollan en las explotaciones ganaderas de manera natural o cultivada. En los últimos años, la explotación irracional de estos recursos ha contribuido a la deforestación de las áreas ganaderas del trópico de México, sin tomar en cuenta la posibilidad de tener los beneficios de ambos componentes (árboles y pastos) en los ranchos.

## Cercos vivos

Los árboles sirven para delimitar propiedades y formar internamente potreros y caminos en los ranchos. Es común utilizar una o varias especies como cerco vivo en un mismo lindero, lo que está relacionado a la disponibilidad de material para la siembra. También puede haber cambios periódicos en las especies, principalmente por la muerte de las estacas por falta de adaptación, el ataque de plagas y las siembras fuera de época. El establecimiento de cercos vivos en los ranchos ganaderos tiene ventajas y desventajas en comparación con la utilización de postes de madera muerta o cemento. En el Cuadro 69, se observa que el uso de postes vivos tiene mayores ventajas que desventajas, dado que es un recurso con diversas aportaciones al ecosistema. Es importante señalar, que para obtener los mayores beneficios de esta práctica, es indispensable realizar una explotación y manejo adecuados.

## Selección de especies

En cualquier lugar del trópico existe una lista amplia de especies utilizadas como cercos vivos. La selección de especies depende de los objetivos que persiga cada productor, y de las condiciones ambientales para establecerlas (Figura 121). En las explotaciones ganaderas de Teapa, Tabasco, hay 35 especies que se utilizan como cerco vivo, de las cuales, nueve son frecuentemente encontradas en el resto del estado.

**CUADRO 69. VENTAJAS Y DESVENTAJAS SOBRE EL USO DE CERCOS VIVOS, EN COMPARACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DE POSTES DE MADERA O DE CEMENTO.**

| VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
|--|--|
| Mejorador del suelo (incorporación de materia orgánica).                                       | Competencia con los pastos.                                      |
| Control de la erosión.   | Refugio o vivienda para animales nocivos.                        |
| Provisión de postes y estacas.   | Microclima para enfermedades y plagas.                           |
| Producción de madera para diversos fines.  | Dificultad para eliminar el cerco en caso necesario.             |
| Producción de forraje.   | Daños al suelo por goteo.  |
| Barreras o cortinas rompevientos.  | Hábitat para insectos nocivos.                                   |
| Hábitat para insectos benéficos.   | Manejo cuidadoso necesario.                                      |
| Obtención de leña, carbón y forraje.   | Problemas de supervivencia de los postes vivos en algunos casos. |
| Fijación de nitrógeno.   |  |
| Sombra para los animales.  |  |
| Costos de producción bajos.  |  |
| Producción de flores y frutos.   |  |
| Producción de semillas, colorantes, taninos, medicinas tradicionales, gomas y otros productos. |  |
| Embellecimiento del paisaje.   |  |
| Refugio, vivienda y alimento para insectos y animales.   |  |

Fuente: Budowski (1982), Domínguez (1993), Llera y Meléndez (1994).

En Nayarit, las mejores alternativas del cerco vivo son: palo mulato o papelillo [*Bursera simaruba* (L.) Sarg.], cocuite y piñón (*Jatropha curcas* L.), mientras que en Veracruz es común el uso de nopales y crucetas (*Opuntia* spp.), guácimo, ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.), cocuite y palo mulato; estas dos últimas, son las especies más frecuentemente utilizadas como cerco vivo en México.



**Figura 121.** El cerco vivo tiene varias funciones (reforestación, cortina rompevientos, obtención de leña, ornamental, etc.), de ahí su importancia en los ranchos.

Jaramillo (1994), recomienda 17 especies para reforestar las zonas del trópico seco y 16 para el trópico húmedo, pudiendo utilizarse algunas de ellas en ambos ecosistemas, por ejemplo: cocuite, palo mulato, nacaste o guanacaste [*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.], guácimo e higuera o higuera (*Ficus* sp.). En Costa Rica, Budowski y Russo (1993) reportan 92 especies utilizadas como cerco vivo, mientras que en el estado de Veracruz, se encontraron 218 especies de plantas vasculares, de las cuales 157 especies

corresponden a árboles y 49 a plantas arbustivas, que además de utilizarse como cerca, tienen en su mayoría otros usos (Avendaño y Acosta, 2000).

En el Cuadro 70 se presentan algunas de las especies más frecuentemente encontradas como cercos vivos en los ranchos ganaderos de la zona tropical del país. Aunque existen muchas más, éstas son las más recomendadas por sus ventajas y capacidad de adaptación al trópico de México.

CUADRO 70. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS ESPECIES QUE SE UTILIZAN COMO CEROS VIVOS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO.

| NOMBRE CIENTÍFICO                | NOMBRE COMÚN                         | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N    | O    |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|------|
| <i>Anacardium occidentale</i>    | Marañón                              | 1 |   |   |   | X | X |   | 2 | X |   |   |   |   |      | 4 Tf |
| <i>Byrsonima crassifolia</i>     | Nance, nanche                        | 1 | X | X |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |      | 3 Tf |
| <i>Bursera simaruba</i>          | Palo mulato, papelillo               | 2 |   |   |   | X |   |   | 3 | X | X |   |   |   |      | 1 Tf |
| <i>Casuarina equisetifolia</i>   | Casuarina, pinabete                  | 1 | X | X | X | X |   |   | 2 | X | X |   | X | X | 4 Tf |      |
| <i>Cedrela odorata</i>           | Cedro                                | 1 | X | X | X | X |   |   | 1 | X |   |   |   |   |      | 4 Tf |
| <i>Delonix regia</i>             | Framboyán                            | 1 |   |   |   | X |   |   |   | X | X |   | X | X | 4 Tf |      |
| <i>Diphyssa robinioideis</i>     | Chipilcoi                            | 1 | X | X |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |      | A    |
| <i>Erythrina glauca</i>          | Colorín, moté                        | 2 |   |   |   | X |   | X |   | X |   | X |   | X | 1 Tf |      |
| <i>Ficus spp.</i>                | Higuera, amate                       | 3 |   |   |   | X |   |   |   | X |   |   |   |   |      | 3 A  |
| <i>Gilircidia septium</i>        | Cocuite                              | 2 | X | X | X | X | X | X | 1 |   | X |   | X | X | 1 Tf |      |
| <i>Gmelina arborea</i>           | Melina                               | 1 | X | X | X | X | X |   |   |   |   |   | X |   | 4 Tf |      |
| <i>Guazuma ulmifolia</i>         | Guácimo                              | 1 | X | X |   | X |   |   |   | X |   |   |   |   | 3 Tf |      |
| <i>Haematoxylum campechianum</i> | Tinto                                | 1 | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | Li   |
| <i>Pachira aquatica</i>          | Zapote de agua                       | 3 |   |   |   | X | X |   |   | X |   |   |   |   |      | 4 Li |
| <i>Parmentiera edulis</i>        | Cuajilote                            | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | Tf   |
| <i>Pithecellobium dulce</i>      | Guamúchil                            | 1 | X | X | X | X |   |   | 2 | X | X |   | X | X | 4 Tf |      |
| <i>Quercus oleoides</i>          | Encino                               | 1 | X | X |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |      | Tf   |
| <i>Salix chilensis</i>           | Sauce                                | 2 | X | X | X |   |   |   |   | X | X |   |   |   |      | 3 A  |
| <i>Spondias mombin</i>           | Jobo                                 | 3 |   |   |   | X | X | X |   | X |   |   |   |   |      | 3 Tf |
| <i>Spondias purpurea</i>         | Jocote                               | 2 |   |   |   | X | X |   |   | X |   |   |   |   |      | 1 Tf |
| <i>Tabebuia rosea</i>            | Amapola, maculís, mauli, rosa morada | 3 | X | X | X |   |   |   | 2 | X | X |   | X | X | 3 Li |      |
| <i>Tectona grandis</i>           | Teca                                 | 1 | X | X | X | X |   |   | 2 |   |   |   | X |   | 2 Tf |      |
| <i>Terminalia catappa</i>        | Almendro                             | 1 |   |   |   |   |   | X |   | X | X |   | X | X | 4 Tf |      |

A = Propagación por: 1 = semilla, 2 = estacas, 3 = ambas; B = Util para leña; C = Util para postes o estantes; D = Util para madera; E = Se "come" el alambre; F = Fruto comestible; G = Forrajero; H = Durabilidad: 1 = alta, 2 = media, 3 = pobre; I = Medicinal; J = Ornamental; K = Producción de miel; L = Refugio; M = Fijador de nitrógeno; N = Ocurrencia: 1 = frecuente, 2 = local, 3 = ocasional, 4 = raro; O = Lugares inundables (Li), tierra firme (Tf), ambas (A). Fuente: Adaptado de Budowski y Russo (1993), Domínguez (1993), Llera y Meléndez (1994) y Maldonado (1980), citado por Álvarez y Fierros (1983).

## Especies que se utilizan con mayor frecuencia como cerco vivo en el trópico de México

Los cercos vivos son fundamentales para la delimitación de áreas de pastoreo en los ranchos ganaderos, y en algunas explotaciones agrícolas se utilizan para delimitar las propiedades o establecer barreras rompevientos. Existe un sinnúmero de especies útiles que se utilizan de acuerdo a la zona ecológica y características del terreno. A continuación se mencionan algunas características de las especies más frecuentemente encontradas como cerco vivo en el trópico de México.

### Cocuite, cocoite, cacahuananche, mataratón, madre de cacao (*G. sepium*)

Dada la versatilidad de esta especie, que es utilizada como forrajera y cerco vivo entre otros usos, sus características botánicas, descripción morfológica y adaptación al ambiente, ya han sido descritas en los apartados de leguminosas y árboles y arbustos forrajeros, por lo que si requiere más información, se puede remitir a los capítulos correspondientes. Por su facilidad en la propagación y adaptación a diferentes ambientes, esta especie es la que se observa con más frecuencia en las cercas de la mayoría de los ranchos ganaderos del trópico mexicano (Figura 122).



Figura 122. El cocuite, una de las especies más utilizadas como cerco vivo para las partes altas o no inundables.

### Palo mulato, papelillo (*B. simaruba*)

Es una de las especies más apreciadas como cerco vivo, que puede alcanzar alturas de 30 metros y un diámetro de 1 metro. Debido a su facilidad de prendimiento, junto con el cocuite son las especies más frecuentemente encontradas en las cercas de los ranchos ganaderos del trópico húmedo del país (Figura 123).



Figura 123. Las varetas del palo mulato tienen un porcentaje de prendimiento alto, y es una especie común en los ranchos ganaderos del trópico.

**Moté, colorín (*Erythrina* spp.)**

Árbol caducifolio de la familia Leguminosae, que alcanza de 7 a 10 metros, con un diámetro de 35 centímetros. Tiene facilidad de propagación por estacas y semilla, y se puede establecer la mayor parte del año. El follaje es un alimento de alta calidad para los animales (Figura 124).



Figura 124. El moté, leguminosa que crece bien en suelos con problemas de acidez.

### Jobo (*S. mombin*)

Este árbol caducifolio tiene alturas de 15 a 20 metros y diámetro de 90 centímetros; se siembra como cerco vivo, tanto alternado con otras especies (Figura 125).



Figura 125. El jobo se establece en forma alternada con otras especies.

Sauce (*S. chilensis*)

Árbol de 15 metros de altura con diámetro de 40 centímetros; se propaga por estacas y se utiliza como cerco vivo en zonas inundables (Figura 126).



Figura 126. El sauce es muy útil para establecerlo en zonas inundables.

### Apompo, zapote de agua (*P. aquatica*)

Árbol de 18 metros de altura, con diámetro de 50 centímetros; es recomendable como cerco en las zonas bajas o inundables. Su propagación es por estacas, y frecuentemente se siembra asociado con sauce y maculís, aunque tiene la desventaja de que se “traga” el alambre (Figura 127).



Figura 127. El zapote de agua o apompo se establece asociado con sauce en las partes inundables.

**Maculís, amapola, palo de rosa, rosa morada (*T. rosea*)**

Árbol caducifolio de 25 metros de altura y diámetro de 70 centímetros. Se puede utilizar como cerco vivo en suelos inundables, y al igual que otras especies descritas, se “come” el alambre a medida que engrosa el tallo (Figura 128).



Figura 128. Maculís, árbol utilizado como poste para cerco y ornamental.

**Chipilcoi, palo amarillo (*D. robinoides*)**

Leguminosa arbórea de 15 a 20 metros de altura, que se siembra como cerco asociada con otras especies en suelos con buen drenaje. Su follaje tiene contenidos de proteína altos, y puede ofrecerse al ganado ovino y bovino.

## **Establecimiento de cercos vivos**

En la mayoría de las especies que se emplean para cercos vivos, se utiliza la propagación vegetativa mediante varetas, ya que ello facilita su establecimiento.

El primer paso para obtener las varetas, es seleccionarlas por su tamaño y grosor, que debe ser de 1.8 a 2.5 metros de longitud por 4 a 12 centímetros de diámetro. Estas dimensiones que se conocen en la región del sur de Veracruz como “postes de 2 a 1 litro” y que equivalen a un diámetro de 8 a 12 centímetros, se alcanzan cuando las ramas tienen un crecimiento de uno a dos años.

De acuerdo con la experiencia de los productores, se logra un porcentaje de éxito mayor en el prendimiento de las estacas, si éstas se cortan por la mañana, cuando la luna se encuentra en la fase de cuarto menguante.

### **Manejo de las varetas**

La mayor actividad de corte y poda de las varetas en los ranchos de la región tropical, se realiza en los meses de febrero a abril. Las varetas pueden plantarse inmediatamente, o si es necesario pueden durar hasta seis días, manteniéndolas bajo sombra en forma horizontal por tres días y en forma vertical, los otros tres días (Figura 129). Con lo anterior se evita la pérdida de humedad de las varetas, lo cual puede ocasionarles pudriciones y la muerte.

### **Época de siembra**

No existe una época o fecha de siembra o plantación única, debido tanto a las diferencias en los ciclos de las especies que se utilizan como cercos vivos, como a la variabilidad de los ecosistemas en la región tropical de México. Para la higuera, cocuite y palo mulato, los

meses secos del año (febrero a abril), se consideran como fechas adecuadas para su establecimiento, ya que se obtienen buenos porcentajes de prendimiento de las varetas. Sin embargo, algunas especies tienen otras épocas o meses del año más propicios para su establecimiento, como se puede observar en el Cuadro 71.



Figura 129. Corte de varetas y colocación en posición vertical.

### Preparación de varetas

Una vez cortadas, las varetas deben prepararse para evitar problemas de pudriciones y asegurar un porcentaje de prendimiento mayor. Es necesario realizar un corte diagonal o

chaflán en ángulo de 45° a la parte apical, o sea el extremo más delgado de las varetas, con la finalidad de que escurra la lluvia y evitar su pudrición. En el extremo más grueso (la parte que se va a enterrar) se deben realizar al menos tres cortes (como si se sacara punta a la estaca), con el objetivo de exponer una mayor cantidad de área y favorecer el enraizamiento. Para evitar pudriciones, los cortes deben de realizarse de un solo tajo, sin maltratar la corteza.

**CUADRO 71. MESES ADECUADOS PARA LA SIEMBRA DE ALGUNAS ESPECIES ÚTILES PARA CERCOS VIVOS EN EL ESTADO DE TABASCO.**

| ESPECIE        | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cocuite        | X | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Chipilcoi      |   | X | X |   |   |   |   |   |   | X | X |   |
| Maculís        |   | X |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Palo mulato    | X |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Zapote de agua |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| Sauce          |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X |   |   |
| Jobo           |   |   |   | X | X |   |   |   |   |   |   |   |
| Moté           |   | X |   |   |   | X | X | X | X |   |   |   |

Fuente: Llera y Meléndez (1994).

### Distancia entre varetas

Normalmente debe existir una distancia de 2 a 3 metros entre varetas, aunque también pueden establecerse a un espacio de 1.5 metros, o cerrarse hasta 30 centímetros. Esta última separación es común cuando se siembran cercos vivos en los corrales de manejo, ya que le da mayor resistencia a la cerca y evita la salida de los animales. En cercos ya establecidos, sólo se colocan varetas en los sitios necesarios para mantener el cerco funcional.

## Profundidad de siembra

Las varetas se colocan verticalmente a una profundidad de 25 a 50 centímetros, y se tapan con tierra, que debe ser apisonada firmemente para favorecer el desarrollo de raíces. Para evitar el rompimiento de las raíces que inician su desarrollo, no debe moverse la estaca por espacio de 30 días.

La siembra de las varetas debe realizarse en las fases de la luna de cuarto menguante y luna llena, ya que con ello se obtiene un porcentaje de brotación mayor, especialmente en regiones con precipitaciones menores a 1,500 milímetros anuales. Para las especies sembradas en las partes altas, se considera aceptable de 75 a 85 por ciento de prendimiento de las varetas, mientras que en los suelos con mal drenaje o inundables, un 75 por ciento de rebrotes es adecuado; si se obtienen valores más bajos, probablemente ocurrieron fallas en algunas de las actividades antes señaladas.

## Colocación de grapas

Las grapas para fijar el alambre deben colocarse hasta que la vareta tenga firmeza y haya desarrollado raíces y ramas, lo que ocurre entre los seis y nueve meses posteriores a la siembra. Si se colocan las grapas en tallos delgados que aún no se han establecido, se corre el riesgo de dañar los vasos conductores de la savia de las plantas, y posiblemente se ocasionen pudriciones y la muerte del árbol. Otro punto a considerar es que si el alambre y la grapa se fijan a la planta en los primeros meses de prendimiento, ésta puede “tragarse” la grapa y el alambre más fácilmente. Si se requiere sostener el alambre, puede amarrarse con pita o mecate al poste hasta el momento en que se coloquen las grapas.

## Sugerencias para evitar que el alambre penetre en el árbol

Un problema recurrente en los árboles que se utilizan como cerco vivo es la pudrición de los tallos, causada por las lesiones que origina el alambre cuando penetra en el tronco. Para que esto no ocurra, se sugiere realizar las siguientes prácticas:

1. No clavar la grapa totalmente, para dejar que el alambre se mueva entre el árbol y la grapa, la cual se irá apretando a medida que el tronco engrose.
2. Colocar una laminilla entre el árbol y el alambre, para evitar que el alambre se inserte en la corteza del árbol.
3. Colocar un pedazo de madera, y sobre ésta clavar el alambre, para evitar que el alambre penetre en el árbol.

## Mantenimiento del cerco vivo

### Podas

Se deben de realizar podas anuales, para eliminar las ramas grandes, deformes y algunas otras que se encuentren a baja altura y ocasionen daños o estorben al alambre del cerco, especialmente si el alambre es energizado, ya que el contacto con la planta ocasiona fugas de corriente y mal funcionamiento del cerco. Esta actividad también sirve para proveer de varetas, formar cercos nuevos o hacer reparaciones o sustituciones de algunos postes en mal estado (Figura 130).



**Figura 130.** La poda, práctica necesaria para el mantenimiento del cerco vivo que se debe efectuar periódicamente.

### Control de maleza

Esta es una práctica importante para el mantenimiento e integridad de cercos y alambres por mucho tiempo. La maleza puede controlarse con tarpala o machete, o con chapeo mecánico o un paso de rastra para destruir totalmente la vegetación existente en ambos lados de la cerca, quedando solamente la maleza que se encuentra debajo del alambre, la cual debe eliminarse con machete o tarpala. Con este método se elimina la maleza al ras del suelo, impidiendo su rebrote por algún tiempo, lo que permite que praderas, árboles, alambre, animales e infraestructura queden protegidos de los incendios inducidos o accidentales. Esta práctica se realiza una o dos veces por año en la mayoría de las

regiones, principalmente durante la época seca, que es cuando predominan los incendios (Figura 131).



Figura 131. La guardaraya o contra fuego evita daños al cerco y al alambre.

### Plagas de los cercos vivos

Una plaga importante en algunas regiones es la tuza (*Orthogeomys* sp.), roedor que se alimenta de las raíces y tallos tiernos, principalmente de cocuite, ocasionando la muerte de las plantas. Puede controlarse con cebos envenenados, elaborados con salvado de arroz, melaza y un raticida, o mediante el uso de trampas, fabricadas con los siguientes materiales: una vara flexible de 2 metros de longitud, un trozo de alambre galvanizado delgado, y un mazo de ramas u hojas tiernas de cocuite. Las trampas se colocan en las

salidas de los túneles o cuevas hechos recientemente por las tuzas; cuando la tuza quiere salir de su madriguera queda atrapada sobre el alambre, causándole la muerte, o suspendiéndola en el aire (Figura 132).



Figura 132. Trampa para capturar tuzas.

Otra plaga de importancia para los cercos vivos es una planta hemiparásita de la familia Loranthaceae, conocida como cabellera (*Struthanthus* sp.), la cual se establece en las plantas de cocuite, semejando cabellos colgantes. Si no se controla, puede llegar a cubrir totalmente el árbol, y ocasionarle la muerte en un lapso de un año.

## Comparación entre el uso de postes vivos y madera muerta para cercos

La utilización de postes vivos o de madera muerta, está determinada por el nivel de ingresos del productor; se ha observado que a menor ingreso es más común la utilización de cercos vivos, en tanto que al incrementarse el nivel de ingresos, hay la tendencia a utilizar madera muerta u otros materiales como cemento y fierro. El uso de uno u otro tipo de postes tiene ventajas y desventajas. En el Cuadro 72 se muestra una comparación amplia del uso de estos materiales.

**CUADRO 72. COMPARACIÓN ENTRE LOS POSTES PARA CERCOS VIVOS Y DE MADERA TRATADA CON PRESERVADORES.**

| FACTOR   | POSTE VIVO   | POSTE MUERTO   |
|--|--|--|
| Cambio de especies   | Depende de la condición ecológica  | Muchas posibilidades. Depende de la disponibilidad de recursos |
| Disponibilidad   | Depende de la región; normalmente alta   | Variable, aunque cada día es más escasa y costosa              |
| Costo  | Relativamente barato o gratis  | Relativamente caro   |
| Manejo del poste antes de instalarlo                             | Necesita cuidado en la preparación, transporte y manejo                                  | No requiere cuidados   |
| Colocación en el suelo   | Necesita suelos adecuados  | No requiere cuidados   |
| Colocación de las grapas   | Técnicas especiales en algunas especies  | Se requiere alguna destreza                                    |
| Mantenimiento  | Necesita protección de los animales  | Sólo requiere protección del fuego                             |
| Supervivencia  | Posibles pérdidas  | No hay pérdidas  |
| Colocación del alambre   | Cuando está bien establecido   | Inmediatamente   |
| Incremento del número de postes                                  | Fácil y barato   | Fácil, pero caro   |
| Durabilidad  | Por largo tiempo   | Variable, depende de la especie y el tratamiento.              |
| Producción de materia orgánica                                   | Variable, depende de la especie  | Ninguna  |
| Fijación de nitrógeno  | Posible en algunas especies  | Ninguna  |
| Efectos sobre la fertilidad del suelo                            | Benéfica   | Ninguna  |
| Control de erosión   | Pueden usarse como barrera   | Ninguna  |
| Competencia por agua, nutrientes y luz con los cultivos cercanos | Existe, pero varía de acuerdo al sistema y la producción de materia orgánica lo compensa | Ninguna  |
| Protección del viento  | Variable según la especie, densidad y altura del árbol                                   | Ninguna  |
| Efectos tóxicos  | Posible alelopatía   | Sólo cuando se usan preservadores                              |
| Fauna nociva   | Puede abrigrarla   | Ninguna, excepto termitas                                      |
| Fauna benéfica   | Protección y alimento para pájaros y abejas  | Ninguna  |
| Productos de valor económico                                     | Leña, madera, postes, etc.   | Ninguna  |
| Remoción   | Difícil y costoso  | Relativamente fácil  |
| Labores de manejo  | Podas periódicas, destreza   | Destreza para colocar postes y alambre                         |
| Aceptación por el ganadero                                       | Muy popular entre los ganaderos de ingresos bajos  | Muy popular entre los ganaderos de ingresos altos              |
| Limitaciones especiales  | Dificulta la fumigación aérea  | Deben limpiarse durante la época de incendios                  |
| Apreciación estética   | Depende del manejo y experiencia   | Depende de la inversión y cultura                              |

Fuente: Adaptado de Budowski (1982).

## Establecimiento de árboles para sombra en los potreros

Los árboles son un factor importante en las explotaciones ganaderas; su principal función es proporcionar sombra al ganado y protegerlo contra las inclemencias del tiempo, sobre todo de la radiación solar, durante las horas en que está en reposo o rumiando. El establecimiento de árboles puede hacerse formando áreas compactas, conocidas como bosquetes o matillas, a las que generalmente se asigna la función de protección de nacimientos de agua. También pueden establecerse de 15 a 20 árboles por hectárea dispersos en las praderas, para evitar la competencia con los pastos (Figura 133).



**Figura 133.** El establecimiento de árboles en las praderas, es necesario para el confort de los animales en pastoreo.

Dependiendo de las especies elegidas, los árboles pueden brindar ingresos extras por la venta de madera, fruta, leña y carbón, proporcionan alimento, remedios caseros y forraje, y embellecen el paisaje. La incorporación del elemento arbóreo en los sistemas de producción pecuarios contribuye a incrementar la producción animal. En el Cuadro 73, se observan incrementos de 1.6 litros de leche por vaca por día, así como del 75.5 por ciento en las tasas de concepción y otros parámetros en vacas con acceso a sombra, en comparación con animales sin acceso a ella.

**CUADRO 73. PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS CON Y SIN ACCESO A SOMBRA.**

| PARÁMETRO                    | CON SOMBRA | SIN SOMBRA | INCREMENTO RELATIVO (%) |
|------------------------------|------------|------------|-------------------------|
| Producción de leche (kg/día) | 16.6       | 15         | 10.7                    |
| Porcentaje de concepción     | 44.4       | 25.3       | 75.5                    |
| Servicios/gestación          | 2.25       | 3.95       | -43                     |
| Porcentaje de abortos        | 0          | 2          | -200                    |

Fuente: Román (1980).

### Selección de especies

En primer lugar, se deben seleccionar especies que tengan la mejor adaptación a las condiciones ecológicas de la región; si el objetivo es tener árboles para sombra y maderables, éstos deben de tener las siguientes características: copa pequeña, tronco recto y elevado, y capacidad para autopodarse.

En el trópico de México se ha observado un sinnúmero de especies en los ranchos ganaderos, las cuales, además de proveer sombra, proporcionan un subproducto. Existe preferencia por árboles de maderas preciosas, como el cedro, la caoba y la primavera, que están bien adaptadas a la región tropical; sin embargo, existen otras especies que no solamente pueden proporcionar madera, sino también frutos, forraje y leña, entre otros productos (Cuadro 74).

CUADRO 74. ESPECIES RECOMENDADAS PARA REFORESTAR LOS RANCHOS GANADEROS DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| TRÓPICO HÚMEDO                     |  | TRÓPICO SECO                     |  |
|------------------------------------|--|----------------------------------|--|
| NOMBRE CIENTÍFICO                  | NOMBRE COMÚN                           | NOMBRE CIENTÍFICO                | NOMBRE COMÚN   |
| <i>Brosimum alicastrum</i>         | Ramón, capomo, ojite, huje, ojote      | <i>Bursera simaruba</i>          | Chaca, palo mulato, papelillo, cuajote                                 |
| <i>Bursera simaruba</i>            | Chaca, palo mulato, papelillo, cuajote | <i>Cedrela odorata</i>           | Cedro, cedro rojo  |
| <i>Cedrela mexicana</i>            | Cedro, cedro rojo                      | <i>Ceiba parvifolia</i>          | Pochote  |
| <i>Cedrela odorata</i>             | Cedro, cedro rojo                      | <i>Enterolobium cyclocarpum</i>  | Guanacastle, nacaste, orejón, parota                                   |
| <i>Ceiba pentandra</i>             | Ceiba, pochota                         | <i>Erythrina flabelliformis</i>  | Colorín  |
| <i>Diospyros ebenaster</i>         | Zapote, zapote negro                   | <i>Guazuma ulmifolia</i>         | Guácima, cuaulote  |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i>    | Guanacastle, nacaste, orejón, parota   | <i>Leucaena glauca</i>           | Guaje, huaxín, huach   |
| <i>Manilkara zapota</i>            | Chicozapote, zapote                    | <i>Lysiloma acapulcensis</i>     | Ébano, huayal, tepehuaje, rajador                                      |
| <i>Parmentiera edulis</i>          | Chote, cuajilote                       | <i>Lysiloma divaricata</i>       | Guaje de monte, guaje de palo, tepehuaje, mauto, tepemezquite, rajador |
| <i>Pimenta dioica</i>              | Pimienta                               | <i>Mimosa bilimeki</i>           | Espino herrero   |
| <i>Roseodendron donell-smithii</i> | Primavera                              | <i>Phitecellobium flexicaule</i> | Ébano  |
| <i>Swietenia macrophylla</i>       | Caoba                                  | <i>Phitecellobium dulce</i>      | Guamúchil, pinzán  |
| <i>Tabebuia guayacan</i>           | Guayacán, amapa                        | <i>Prosopis juliflora</i>        | Mezquite   |
| <i>Tabebuia rosea</i>              | Palo de rosa, palo yugo, roble         | <i>Swietenia humilis</i>         | Zopilote   |
| <i>Terminalia amazonia</i>         | Sombrerete                             | <i>Tabebuia rosea</i>            | Rosa mora, rosa morada, roble  |
| <i>Ficus spp.</i>                  | Amate, higuera                         | <i>Tabebuia palmeri</i>          | Amapa  |
|                                    |  | <i>Ficus spp.</i>                | Amate, higuera   |

Fuente: Jaramillo (1994).

En resumen, se puede señalar que el uso de árboles y arbustos en las explotaciones ganaderas del trópico, a largo plazo puede contribuir al mejoramiento del ecosistema y de los ingresos del productor. El manejo racional de praderas y árboles puede permitir un acercamiento a la sustentabilidad de los sistemas ganaderos del trópico mexicano (Figura 134).



**Figura 134.** Un rancho con un buen manejo de praderas, árboles y animales es lo más cercano a la sustentabilidad del ecosistema.



# APÉNDICE

CUADRO 1A. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LOS SITIOS DONDE SE HAN REALIZADO EVALUACIONES AGRONÓMICAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO, BAJO UN SISTEMA DE EVALUACIÓN UNIFORME.

| LOCALIDAD                  | PREC. PLUVIAL (mm/año) | No. MESES SECOS | PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO |          |             |          | PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO |       |         |          |          |         |  |  |  |  |  |
|----------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|----------|-------------|----------|--------------------------------|-------|---------|----------|----------|---------|--|--|--|--|--|
|                            |                        |                 | ARENA (%)                     | LIMO (%) | ARCILLA (%) | M.O. (%) | pH (1-1)                       | N (%) | P (ppm) | Ca (ppm) | Mg (ppm) | K (ppm) |  |  |  |  |  |
| Huimanguillo, Tab.         | 2,200                  | 3               | 77                            | 19       | 4           | 4.6      | 4.5                            | 10.5  | 0.33**  | 0.08     | 0.13     |         |  |  |  |  |  |
| Isla, Ver.                 | 997                    | 6 a 7           | 62                            | 29       | 9           | 1.47     | 4.8                            | 0.075 | 13.5    | 197      | 62       | 36      |  |  |  |  |  |
| Loma Bonita, Oax.          | 1,845                  | 5 a 6           | 70                            | 22       | 8           | 1.5      | 4.0                            | 0.081 | 20      | 130      | 10       | 45      |  |  |  |  |  |
| Tonalá, Chis.              | 1,600                  | 6               | 65                            | 23       | 12          | 2.88     | 5.8                            | 0.140 | 8.4     | 2240     | 145      | 108     |  |  |  |  |  |
| Jalapa, Tab.               | 3,100                  | 1               | 65                            | 16       | 19          | 4.1      | 4.8                            | 27    | 4.25    | 0.90     | 0.28     |         |  |  |  |  |  |
| Jericó, Chis.              | 2,200                  | 4 a 5           | 57                            | 33       | 10          | 2.4      | 5.7                            | 3.3   |         |          |          |         |  |  |  |  |  |
| Niltepec, Oax              | 1,465                  | 6               | 67                            | 14       | 19          | 1.36     | 5.0                            | 4.5*  | 1682    | 182      | 120      |         |  |  |  |  |  |
| Arriaga, Chis.             | 1,500                  | 6               | 70                            | 16       | 14          | 1.2      | 5.4                            | 10.7  |         |          |          |         |  |  |  |  |  |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,807                  | 5 a 6           | 67                            | 13       | 20          | 1.8      | 5.1                            | 27    | 5.04    | 2.7      | 0.12     |         |  |  |  |  |  |
| Martínez de la Torre, Ver. | 1,835                  | 3               | 41                            | 25       | 34          | 2.1      | 5.4                            | 2.6   | 3.1**   | 1.5      | 0.2      |         |  |  |  |  |  |
| Tizimin, Yuc.              | 1,254                  | 6               | 37                            | 28       | 35          | 21       | 7.6                            | 5.19  | 32.2**  | 3.84     | 0.26     |         |  |  |  |  |  |
| Chetumal, Q. Roo           | 1,200                  | 5               | 47                            | 18       | 35          |          | 7.6                            | 2     | 994     | 248      | 540      |         |  |  |  |  |  |
| Iguala, Gro.               | 1,086                  | 8               | 12                            | 45       | 43          | 1.12     | 8.2                            | 0.055 | 10*     | 2530     | 2310     | 790     |  |  |  |  |  |
| Balancán, Tab.             | 1,520                  | 5               | 60                            | 17       | 23          | 1.8      | 7.0                            | 5.4   | 23.7    | 10.6     | 0.22     |         |  |  |  |  |  |
| Donaji, Oax.               | 2,358                  | 5 a 6           | 57                            | 25       | 18          | 3.31     | 5.1                            | 4.0   | 2.54    | 0.07     | 0.07     |         |  |  |  |  |  |

\*Olsen \*\*meq

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 2A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO PRIVILEGIO O GUINEA (*Megathyrus maximus*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS<br>EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS<br>EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|----------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--|--------------|--------------|--------------|
|                            | 3  | 6            | 9            | 12           | 3  | 6            | 9            | 12           |
| Arriaga, Chis.             | 265  | 198          | 160          | 200          | 2,366  | 3,899        | 8,208        | 8,558        |
| Balancán, Tab.             | 780  | 935          | 806          | 1,948        | 647  | 1,799        | 2,028        | 4,166        |
| Chetumal, Q. Roo           | 1,575  | 5,230        | 3,170        | 7590         | 1097   | 4777         | 9405         | 13,575       |
| Isla, Ver.                 | 353  | 283          | 400          | 457          | 863  | 1,487        | 3,083        | 3,943        |
| Loma Bonita, Oax.          | 772  | 1,112        | 1,367        | 2,009        | 907  | 4,617        | 8,094        | 11,051       |
| Martínez de la Torre, Ver. | 1,060  | 1,548        | 1,162        | 1,651        | 1,531  | 4,927        | 4,980        | 5,158        |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,100  | 1,400        | 1,900        | 1,100        | 1,700  | 5,000        | 7,700        | 9,000        |
| Tizimín, Yuc.              | 212  | 668          | 1,106        | 450          | 1,023  | 2,674        | 5,782        | 7,913        |
| <b>Promedio</b>            | <b>765</b>                                   | <b>1,422</b> | <b>1,259</b> | <b>1,926</b> | <b>1,267</b>                                   | <b>3,648</b> | <b>6,160</b> | <b>7,921</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 3A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO SEÑAL O CHONTALPO (*Brachiaria decumbens*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |              |              |              |
|----------------------------|---|--------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                            | 3   | 6            | 9            | 12           | 3   | 6            | 9            | 12           |
| Arriaga, Chis.             | 495   | 425          | 345          | 225          | 2,141   | 3,549        | 6,583        | 5,959        |
| Balancán, Tab.             | 1,050   | 1,245        | 1,836        | 4,279        | 390   | 1,005        | 1,890        | 3,230        |
| Chetumal, Q. Roo           | 1,647   | 3,665        | 1,640        | 5,840        | 723   | 5,404        | 6,898        | 9,200        |
| Huimanguillo, Tab.         | 541   | 1,810        | 906          | 224          | 3,034   | 5,237        | 3,412        | 3,836        |
| Isla, Veracruz.            | 364   | 1,016        | 807          | 1,079        | 350   | 809          | 1,797        | 2,897        |
| Jalapa, Tab.               | 1,533   | 4,643        | 2,345        | 7,276        | 5,203   | 6,180        | 3,343        | 9,308        |
| Loma Bonita, Oax.          | 867   | 1,356        | 2,528        | 3,536        | 226   | 2,941        | 4,668        | 4,823        |
| Matías Romero, Oax.        | 70  | 397          | 217          | 572          | 950   | 1,845        | 1,288        | 3,850        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 978   | 1,991        | 2,271        | 2,903        | 726   | 3,293        | 2,353        | 3,563        |
| Paso del Toro, Ver.        | 2,100   | 1,600        | 1,900        | 3,200        | 1,700   | 3,700        | 9,700        | 6,900        |
| Pijijiapan, Chis.          | 256   | 533          | 665          | -            | 907   | 2,844        | 4,637        | 2,908        |
| Tizimín, Yuc.              | 611   | 1,488        | 1,887        | 2,204        | 690   | 2,702        | 5,529        | 9,239        |
| Tonalá, Chis.              | 375   | 310          | 475          | 541          | 894   | 2,100        | 2,008        | 5,728        |
| Zona Henequenera, Yuc.     | 190   | 146          | 147          | 512          | 337   | 1,798        | 3,190        | 4,000        |
| <b>Promedio</b>            | <b>791</b>                                      | <b>1,473</b> | <b>1,284</b> | <b>2,492</b> | <b>1,305</b>                                      | <b>3,101</b> | <b>4,093</b> | <b>5,389</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 4A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO CHETUMAL (*Brachiaria humidicola*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                            | 3                          | 6            | 9            | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Arriaga, Chis.             | 345                        | 245          | 342          | 195          | 2,398                      | 4,218        | 8,679        | 7,548        |
| Balancán, Tab.             | 393                        | 997          | 337          | 608          | 260                        | 1,075        | 1,631        | 1,894        |
| Chetumal, Q. Roo           | 1,614                      | 2,291        | 1,652        | 4,410        | 2,022                      | 4,303        | 5,325        | 11,210       |
| Huimanguillo, Tab.         | 1,361                      | 810          | 1,826        | 1,322        | 4,218                      | 5,340        | 2,276        | 3,889        |
| Isla, Veracruz.            | 1,407                      | 1,902        | 965          | 497          | 739                        | 1,715        | 5,207        | 7,744        |
| Jalapa, Tab.               | 367                        | 1,563        | 1,878        | 3,158        | 3,124                      | 4,619        | 2,537        | 5,308        |
| Loma Bonita, Oax.          | 886                        | 676          | 1,208        | 1,496        | 769                        | 2,353        | 6,735        | 9,112        |
| Matías Romero, Oax.        | 77                         | 197          | 120          | 187          | 743                        | 746          | 1,577        | 2,360        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 1,040                      | 1,992        | 1,226        | 2,467        | 316                        | 2,901        | 2,064        | 3,149        |
| Niltepec, Oax              | -                          | -            | -            | -            | 1,532                      | 2,397        | 3,944        | 5,453        |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,900                      | 2,900        | 2,300        | 3,800        | 1,200                      | 3,700        | 10,800       | 11,200       |
| Pijijiapan, Chis.          | 435                        | 304          | 581          | -            | 1,134                      | 2,587        | 5,443        | 4,847        |
| Tizimín, Yuc.              | 358                        | 1,363        | 768          | 637          | 633                        | 2,103        | 6,885        | 9,733        |
| Tonalá, Chis.              | 1,000                      | 329          | 770          | 299          | 2,722                      | 4,262        | 5,119        | 6,405        |
| <b>Promedio</b>            | <b>860</b>                 | <b>1,198</b> | <b>1,075</b> | <b>1,590</b> | <b>1,558</b>               | <b>3,023</b> | <b>4,873</b> | <b>6,418</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 5A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO INSURGENTE (*Brachiaria brizantha*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                            | 3                          | 6            | 9            | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Balancán, Tab.             | 400                        | 1,024        | 540          | 2,383        | 210                        | 510          | 768          | 2,443        |
| Chetumal, Q. Roo           | 2,905                      | 4,200        | 2,900        | 5,990        | 1,029                      | 7,605        | 8,580        | 12,740       |
| Isla, Veracruz.            | 270                        | 223          | 400          | 373          | 460                        | 1,650        | 2,793        | 4,003        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 1,314                      | 1,440        | 1,630        | 2,075        | 771                        | 3,195        | 3,111        | 5,635        |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,000                      | 2,200        | 2,000        | 2,300        | 2,800                      | 5,900        | 11,100       | 9,400        |
| Tizimín, Yuc.              | 935                        | 1,974        | 1,738        | 1,212        | 403                        | 2,490        | 2,294        | 10,555       |
| Zona Henequenera, Yuc.     | 145                        | 93           | 90           | 245          | 452                        | 1,252        | 3,670        | 6,150        |
| <b>Promedio</b>            | <b>996</b>                 | <b>1,593</b> | <b>1,328</b> | <b>2,083</b> | <b>875</b>                 | <b>3,229</b> | <b>4,617</b> | <b>7,275</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 6A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                            | 3                          | 6            | 9            | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Arriaga, Chis.             | 245                        | 350          | 330          | 255          | 2,282                      | 3,945        | 8,504        | 7,557        |
| Balancán, Tab.             | 933                        | 1,672        | 1,472        | 2,464        | 310                        | 1,434        | 2,649        | 4,095        |
| Huimanguillo, Tab.         | 494                        | 2,253        | 5,826        | 4,589        | 1,663                      | 6,272        | 1,743        | 5,573        |
| Isla, Ver.                 | 821                        | 1,542        | 1,635        | 880          | 541                        | 1,531        | 3,045        | 5,938        |
| Jalapa, Tab.               | 243                        | 1,076        | 1,325        | 8,033        | 3,360                      | 5,173        | 2,150        | 10,840       |
| Loma Bonita, Oax.          | 1,085                      | 2,490        | 2,428        | 4,260        | 408                        | 2,564        | 4,673        | 14,803       |
| Matías Romero, Oax.        | 60                         | 280          | 263          | 523          | 631                        | 1,116        | 778          | 1,950        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 999                        | 2,021        | 2,188        | 2,292        | 865                        | 4,480        | 4,611        | 6,562        |
| Niltepec, Oax.             | -                          | -            | -            | -            | 1152                       | 3249         | 5424         | 6690         |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,400                      | 1,200        | 1,800        | 2,500        | 3,300                      | 5,300        | 9,700        | 6,500        |
| Pijijiapan, Chis.          | 260                        | 787          | 1,235        | -            | 697                        | 1,925        | 6,650        | 6,394        |
| Tizimín, Yuc.              | 412                        | 1,385        | 1,367        | 1,181        | 653                        | 3,389        | 5,756        | 8,139        |
| Tonalá, Chis.              | 612                        | 397          | 180          | 332          | 3,019                      | 6,715        | 8,356        | 12,225       |
| Zona Henequenera, Yuc.     | 195                        | 117          | 95           | 362          | 337                        | 1,798        | 3,190        | 4,000        |
| <b>Promedio</b>            | <b>597</b>                 | <b>1,198</b> | <b>1,550</b> | <b>2,306</b> | <b>1,373</b>               | <b>3,492</b> | <b>4,802</b> | <b>7,233</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 7A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO ISLEÑO (*Brachiaria dictyoneura*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |              |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                            | 3                          | 6            | 9            | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Balancán, Tab.             | 250                        | 493          | 510          | 940          | 430                        | 1,129        | 1,749        | 2,897        |
| Chetumal, Q. Roo           | 6,250                      | 7,780        | 12,490       | 5,050        | 1,222                      | 4,964        | 6,380        | 12,250       |
| Huimanguillo, Tab.         | 722                        | 1,826        | 1,525        | 6,985        | 2,741                      | 5,601        | 2,866        | 4,272        |
| Isla, Ver.                 | 742                        | 619          | 660          | 723          | 515                        | 1,317        | 2,028        | 4,354        |
| Jalapa, Tab.               | 683                        | 2,985        | 2,660        | 4,178        | 3,421                      | 6,030        | 4,044        | 8,681        |
| Loma Bonita, Oax.          | 1,216                      | 497          | 1,784        | 1,996        | 764                        | 3,356        | 5,875        | 8,612        |
| Matías Romero, Oax.        | 60                         | 379          | 173          | 275          | 795                        | 1,279        | 1,134        | 3,803        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 1,034                      | 1,944        | 1,574        | 3,445        | 689                        | 3,370        | 2,972        | 2,151        |
| Niltepec, Oax.             | -                          | -            | -            | -            | 1,000                      | 2,713        | 4,349        | 4,980        |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,300                      | 1,200        | 1,600        | 2,400        | 2,000                      | 5,600        | 5,100        | 8,700        |
| Pijijiapan, Chis.          | 405                        | 1,328        | 421          | -            | 931                        | 2,437        | 5,625        | 6,225        |
| Tizimín, Yuc.              | 807                        | 2,076        | 1,011        | 899          | 810                        | 1,708        | 5,709        | 9,089        |
| Tonalá, Chis.              | 594                        | 297          | 662          | 350          | 1,898                      | 5,135        | 5,071        | 4,940        |
| Zona Henequenera, Yuc.     | 195                        | 117          | 95           | 362          | 360                        | 489          | 2,750        | 6,470        |
| <b>Promedio</b>            | <b>1,097</b>               | <b>1,657</b> | <b>1,936</b> | <b>2,300</b> | <b>1,255</b>               | <b>3,223</b> | <b>3,975</b> | <b>6,245</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 8A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA (*Cynodon plectostachyus*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |       |       |       | ÉPOCA DE LLUVIAS           |       |       |       |
|----------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |       |       |       | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |       |       |       |
|                            | 3                          | 6     | 9     | 12    | 3                          | 6     | 9     | 12    |
| Balancán, Tab.             | 410                        | 439   | 620   | 1,100 | 247                        | 912   | 733   | 1,914 |
| Martínez de la Torre, Ver. | 521                        | 1,824 | 1,371 | 930   | 538                        | 1,850 | 966   | 3,375 |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,400                      | 1,500 | 1,100 | 1,600 | 800                        | 1,800 | 9,600 | 5,200 |
| Pijijiapan, Chis.          | 180                        | 394   | 385   | -     | 1,173                      | 1,575 | 2,231 | 3,042 |
| Tizimín, Yuc.              | 1,037                      | 677   | 467   | 347   | 975                        | 1,461 | 2,376 | 3,514 |
| Tonalá, Chis.              | 454                        | 330   | 419   | 379   | 1,215                      | 1,825 | 1,280 | 404   |
| Promedio                   | 667                        | 861   | 727   | 871   | 825                        | 1,571 | 2,864 | 2,908 |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 9A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO PANGOLA (*Digitaria decumbens*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD           | ÉPOCA DE SECAS             |       |       |       | ÉPOCA DE LLUVIAS           |       |       |       |
|---------------------|----------------------------|-------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|
|                     | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |       |       |       | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |       |       |       |
|                     | 3                          | 6     | 9     | 12    | 3                          | 6     | 9     | 12    |
| Isla, Ver.          | 277                        | 393   | 680   | 597   | 580                        | 3,010 | 3,033 | 4,737 |
| Paso del Toro, Ver. | 1,400                      | 1,600 | 1,200 | 1,700 | 1,900                      | 5,400 | 9,500 | 6,000 |
| Pijijiapan, Chis.   | 248                        | 342   | 324   | -     | 1,622                      | 2,437 | -     | 2,730 |
| Promedio            | 642                        | 778   | 735   | 1,149 | 1,367                      | 3,616 | 6,267 | 4,489 |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 10A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD              | ÉPOCA DE SECAS             |           |            |            | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|------------------------|----------------------------|-----------|------------|------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |           |            |            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                        | 3                          | 6         | 9          | 12         | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Niltepec, Oax.         | -                          | -         | -          | -          | 969                        | 3,267        | 3,169        | 4,344        |
| Zona Henequenera, Yuc. | 212                        | 85        | 252        | 177        | 130                        | 602          | 2,450        | 5,070        |
| <b>Promedio</b>        | <b>212</b>                 | <b>85</b> | <b>252</b> | <b>177</b> | <b>550</b>                 | <b>1,935</b> | <b>2,810</b> | <b>4,707</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 11A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DEL KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS             |            |              |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|----------------------------|----------------------------|------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |            |              |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                            | 3                          | 6          | 9            | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Huimanguillo, Tab.         | -                          | 600        | 695          | 1,650        | -                          | -            | -            | -            |
| Isla, Ver.                 | 353                        | 1,200      | 723          | 557          | 557                        | 1,051        | 2,211        | 2,440        |
| Loma Bonita, Oax.          | 735                        | 1,189      | 1,586        | 1,437        | 160                        | 930          | 868          | 2,595        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 790                        | 1,150      | 1,300        | 1,160        | 800                        | 1,100        | 1,700        | 2,700        |
| Paso del Toro, Ver.        | 900                        | 1,100      | 2,200        | 2,300        | 400                        | 1,100        | 2,500        | 3,600        |
| Tizimín, Yuc.              | 397                        | 577        | 337          | 260          | 1,234                      | 1,688        | 2,105        | 1,805        |
| Tonalá, Chis.              | 425                        | 228        | 219          | 556          | 619                        | 3,220        | 3,500        | 4,818        |
| <b>Promedio</b>            | <b>600</b>                 | <b>863</b> | <b>1,009</b> | <b>1,131</b> | <b>628</b>                 | <b>1,515</b> | <b>2,147</b> | <b>2,993</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

**CUADRO 112A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA ((kg/ha) DE GUAJE (*Leucaena leucocephala*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| LOCALIDAD       | ÉPOCA DE SECAS             |            |            |              | ÉPOCA DE LLUVIAS           |              |              |              |
|-----------------|----------------------------|------------|------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |            |            |              | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |              |              |              |
|                 | 3                          | 6          | 9          | 12           | 3                          | 6            | 9            | 12           |
| Balancán, Tab.  | 213                        | 619        | 1,086      | 2,652        | 654                        | 1,775        | 1,541        | 1,942        |
| Isla, Ver.      | 233                        | 130        | 310        | 450          | 550                        | 417          | 1,050        | 2,657        |
| Niltepec, Oax.  | 447                        | 1,475      | 1,608      | 2,631        | 355                        | 2,377        | 3,591        | 6,208        |
| Tizimín, Yuc.   | 398                        | 614        | 660        | 597          | 565                        | 542          | 687          | 951          |
| <b>Promedio</b> | <b>323</b>                 | <b>710</b> | <b>916</b> | <b>1,583</b> | <b>531</b>                 | <b>1,278</b> | <b>1,717</b> | <b>1,940</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

**CUADRO 113A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA ((kg/ha) DE TEHUANA (*Clitoria ternatea*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.**

| LOCALIDAD       | ÉPOCA DE SECAS             |            |            |            | ÉPOCA DE LLUVIAS           |            |              |              |
|-----------------|----------------------------|------------|------------|------------|----------------------------|------------|--------------|--------------|
|                 | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |            |            |            | EDAD DE REBROTE EN SEMANAS |            |              |              |
|                 | 3                          | 6          | 9          | 12         | 3                          | 6          | 9            | 12           |
| Balancán, Tab.  | 536                        | 929        | 1,105      | 1,574      | 130                        | 279        | 886          | 1,248        |
| Isla, Ver.      | 313                        | 240        | 147        | 190        | 620                        | 1,277      | 1,705        | 1,777        |
| Niltepec, Oax.  | 75                         | 127        | 306        | 452        | 237                        | 1,499      | 2,723        | 4,582        |
| Tizimín, Yuc.   | -                          | -          | -          | -          | 110                        | 30         | 195          | 1,499        |
| <b>Promedio</b> | <b>308</b>                 | <b>432</b> | <b>519</b> | <b>739</b> | <b>274</b>                 | <b>771</b> | <b>1,377</b> | <b>2,277</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 14A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DE CENTRO (*Centrosema pubescens*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |            |            |              | ÉPOCA DE LLUVIAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |              |              |              |
|----------------------------|---|------------|------------|--------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                            | 3   | 6          | 9          | 12           | 3   | 6            | 9            | 12           |
| Balancán, Tab.             | 637   | 1,178      | 1,296      | 2,140        | 187   | 410          | 882          | 678          |
| Huimanguillo, Tab.         | -   | 375        | 715        | 1,328        | -   | -            | -            | -            |
| Isla, Ver.                 | 323   | 1,074      | 895        | 996          | 615   | 1,037        | 1,735        | 2,304        |
| Loma Bonita, Oax.          | 488   | 544        | 933        | 949          | 247   | 663          | 327          | 912          |
| Martínez de la Torre, Ver. | 400   | 120        | 720        | 780          | 650   | 950          | 980          | 1,700        |
| Niltepec, Oax.             | 800   | 1,176      | 524        | 231          | 420   | 2,501        | 2,088        | 2,845        |
| Paso del Toro, Ver.        | 1,400   | 1,600      | 1,600      | 2,300        | 600   | 2,300        | 4,700        | 4,400        |
| Pijijiapan, Chis.          | 99  | 261        | 594        | -            | 202   | 912          | 760          | 1,062        |
| Tizimín, Yuc.              | 470   | 403        | 183        | 185          | 1,862   | 2,257        | 2,477        | 2,576        |
| Tonalá, Chis.              | 620   | 467        | 879        | 864          | 754   | 2,820        | 2,667        | 2,875        |
| <b>Promedio</b>            | <b>582</b>                                      | <b>720</b> | <b>834</b> | <b>1,086</b> | <b>615</b>  | <b>1,539</b> | <b>1,846</b> | <b>2,150</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.

CUADRO 15A. RENDIMIENTO ESTACIONAL DE MATERIA SECA (kg/ha) DE CACAHUATILLO O CACAHUATE FORRAJERO (*Arachis pintoi*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE, EN LA ÉPOCA DE SECAS Y LLUVIAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL TRÓPICO DE MÉXICO.

| LOCALIDAD                  | ÉPOCA DE SECAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |            |            |            | ÉPOCA DE LLUVIAS<br>EDAD DE REBROTE EN<br>SEMANAS |              |              |              |
|----------------------------|---|------------|------------|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                            | 3   | 6          | 9          | 12         | 3   | 6            | 9            | 12           |
| Isla, Ver.                 | 303   | 233        | 285        | 340        | 663   | 1,310        | 1,830        | 1,857        |
| Martínez de la Torre, Ver. | 800   | 1,400      | 1,100      | 900        | 1,000   | 810          | 1,250        | 2,000        |
| <b>Promedio</b>            | <b>552</b>                                      | <b>817</b> | <b>693</b> | <b>620</b> | <b>832</b>  | <b>1,060</b> | <b>1,540</b> | <b>1,929</b> |

Fuente: base de datos de la RIEPT-MCAC.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. A. 1986. Utilización del guaje (*Leucaena leucocephala*, Lam. De Wit) en la alimentación de pavos de ceba. Tesis de licenciatura. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 66 p.
- Aguilera, S. R. C., J. C. Vinay V., M. Montero L. y F. I. Juárez L. 1990. Ensilaje de forrajes tropicales. p. 29-41. *In*: Temas selectos en ganadería tropical. Publicación Especial N° 10. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver., México.
- Alan, E., U. Barrantes, A. Soto y R. Agüero. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. 1ª. ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. San José, Costa Rica. 79 p.
- Álvarez, L. y O. Fierros. 1983. Estudio preliminar de los cercos vivos en la ganadería de Teapa, Tabasco. *Revista Chapingo* 7(42):103-111.
- Amaya, H. S., E. D. Bolaños A., L. Pastrana A. y J. F. Enríquez Q. 1986. Informe de las actividades 1985 y programación 1986 del Programa de Forrajes del CIAGOC. Documento de Circulación Interna. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Cd. Isla, Ver., México. 103 p.
- Andrew, C. S. 1978. Nutritional restraints on legume symbiosis. p. 135-160. *In*: Dobereiner, J., R. H. Burris and A. Hollaender (eds.). *Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics*. Plenum Press. New York, USA.
- Argel, M. P. J. 1996. Contribución de las leguminosas forrajeras tropicales a la producción animal en sistemas semi-intensivos de pastoreo. *In*: Pastoreo intensivo en zonas tropicales. 1er Foro Internacional. FIRA. Veracruz, Ver., México. 21 p.

- Argel, M. P. J. 2005. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. p. 42-50. *In*: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, Tam., México.
- Argel, M. P., C. Hidalgo A., J. González, M. Lobo, V. Acuña y C. Jiménez. 2001. Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze) una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina tropical. Boletín Técnico. Consorcio Tropicheche. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, Costa Rica. 26 p.
- Argel, M. P., C. Hidalgo A. y M. Lobo. 2000. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) gramínea de crecimiento vigoroso con amplio rango de adaptación a condiciones de trópico húmedo y subhúmedo. Boletín Técnico. Consorcio Tropicheche. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, Costa Rica. 18 p.
- Argel, M. P. y C. M. Villarreal. 1998. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744): leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Boletín Técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. San José, Costa Rica. 32 p.
- Argel, M. P. and E. A. Pizarro. 1992. Germoplasm case study: *Arachis pintoii*. p. 57-73. *In*: CIAT's contribution pastures for the tropical lowlands. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Argel, M. P., G. Giraldo, M. Peters y C. Lascano. 2002a. Producción artesanal de semilla de cratylia (*Cratylia argentea*) accesiones CIAT 18516 y 18668. Publicación CIAT No. 332. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Cali, Colombia. 12 p.

- Argel, M. P., G. Giraldo, M. Peters M. y C. Lascano. 2002b. Producción artesanal de semilla de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha*) accesiones CIAT 26110. Publicación CIAT No. 331. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit ind Entwicklung. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Cali, Colombia. 12 p.
- Argel, M. P. and G. Keller-Grein. 1996. Regional experience with *Brachiaria*: tropical America-humid lowlands. p. 205-224. In: Miles, J. W., B. L. Mass and C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria*: Biology, agronomy, and improvement. CIAT Publication No. 259. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Campo Grande, Brazil.
- Argel, P. J., W. J. Miles, J. D. Guiot y C. E. Lascano. 2005. Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061) gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Folleto Técnico. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 28 p.
- Argel, P. J., W. J. Miles, J. D. Guiot, H. Cuadrado y C. E. Lascano. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087) gramínea de alta producción y calidad forrajera resistente a salivazo y adaptada a los suelos tropicales ácidos bien drenados. Folleto Técnico. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 22 p.
- Ávalos, F. L., J. E. González C. y A. Carrizales G. 1996. Pastoreo intensivo tecnificado en zonas tropicales. Boletín Informativo No. 287 Vol. XXIX. 2ª ed. Banco de México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Morelia, Mich., México. 60 p.
- Avendaño, R. S. e I. Acosta R. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. Madera y Bosques 6(1):55-71.

- Ávila, P., C. Lascano, J. W. Miles and G. Ramírez. 2001. Screening of selected *Brachiaria* accessions and hybrids for saponins. p. 3-5. *In*: Annual Report Project. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Barnes, R. F. and D. L. Gustine. 1973. Allelochemistry and forage crops. p. 1-13. *In*: Matches, A. G. (ed.). Anti-quality components of forages. Crop Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Baumann, P. A., P. A. Dotray and E. P. Prostko. 1999. Herbicides; how they work and the symptoms they cause. B-6081. The Texas A&M University System. Texas Agricultural Extension Service. College Station, TX, USA. 9 p.
- Boddey, R. M., I. M. Rao and R. J. Thomas. 1996. Nutrient cycling and environmental impact of *Brachiaria* pastures. p. 72-86. *In*: Miles, J. W., B. L. Mass and C. B. Do Valle (eds.). *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT Publication No. 259. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Campo Grande, Brazil.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). Logman. London, UK. 475 p.
- Bolaños, A. E. D. 1987. Informe de Investigación de la Red de Forrajes. Documento de Circulación Interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Forestal, Agrícola y Pecuario Huimanguillo. Huimanguillo, Tab., México. 80 p. (mimeografiado).
- Bolaños, A. E. D. y F. Meléndez N. 1988. Determinación de la carga animal para *Andropogon gayanus* en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. p. 389-390. *In*: I Reunión de la RIEPT-CAC. Veracruz, Ver., México.

- Bolaños, A. E. D., L. C. Lagunes E. y R. Beltrán, P. 2006. Potencial de algunos pastos tropicales para la producción de carne y en la inducción de fotosensibilidad en borregos en pastoreo. p. 113-119. *In: V Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico*. Villahermosa, Tab., México.
- Boschini, C. 2003. Características físicas y valor nutritivo del ensilaje de morera (*Morus alba*) mezclado con forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 14(1):51-57.
- Botrel, M. A., M. J. Alvin e C. E. Martins. 1990. Aplicação de nitrogenio em accesos de Braquiria. Efeito sobre os teores de proteína bruta e minerais. *Pasturas Tropicales* 12(2):7-10.
- Bowen, E. J. y B. Krantky. 1989. Encalado de suelos ácidos. *Agricultura de las Américas* 38(2):7-12.
- Boysen, P. de Ve. 1981. Fertilization of sown pastures. p. 122-151. *In: Tainton, N. M. (ed.). Veld and pasture management in South Africa*. Natal University Press. Pietermaritzburg, South Africa.
- Budowski, G. 1982. The socio-economic effects of forest management on the lives of people living in the area. The case of central America and some Caribbean countries. p. 87-102. *In: Hallsworth, E. G. (ed.). Socio economic effects and constraints in tropical forest management*. J. Wiley and Sons. New York, USA.
- Budowski, G. and O. R. Russo. 1993. Live fence post in Costa Rica: A compilation on the farmer's beliefs and technologies. *Journal of Sustainable Agriculture* 3(2):65-87.
- Burton, W. G. 1972. Registration of Coast Cross 1 Bermuda grass. *Crop Science* 12:125.

- Camarena, C. J. 1986. Evaluación de la gallinaza en el rendimiento de forraje de pasto Taiwán en suelos de la sabana de Huimanguillo. Tesis de licenciatura. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cardenas, Tab., México. 80 p.
- Cameron, D. G. 1986. Tropical and subtropical pasture legumes. 12. Puerro (*Pueraria phaseoloides*): A much underused legume. Queensland Agricultural Journal 112(5):227-230.
- Canudas, L. E. G. 1985. Producción de leche bajo condiciones de pastoreo en el trópico. p. 33-46. In: VI Simposium sobre Ganadería Tropical. 3er. Ciclo de Conferencias sobre Bovinos de Doble Propósito. Veracruz, Ver., México.
- Carcaño, M. C. M. 1995. Características y componentes del cerco eléctrico. p. 89-97. In: Seminario Establecimiento y Manejo de Praderas. Villahermosa, Tab., México.
- Cárdenas, D. 1995. Observaciones sobre un ataque de cercópidos en pasturas de *Brachiaria decumbens*. Efectos en su calidad. Pasturas Tropicales 17(1):38-39.
- Carmona, R., B. S. Carvalho A. N. e R. Carvalho P. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 36(10):1301-1307.
- Carrera, M. M. A. 1986. Digestibilidad y consumo voluntario de diferentes proporciones de *Leucaena* y pasto Estrella. Tesis de licenciatura. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 72 p.
- Castro, V. U. 2006. Selección y mecanismos de resistencia al salivazo *Prosapia simulans* (Walker) (Hemiptera): (Cercopidae) en híbridos de *Brachiaria* spp. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 70 p.

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1991. Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE 180. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 73 p.
- Chandler, J. V., R. Caro-Costas, F. Abruña y S. Silva. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 229 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Informe Anual. Programa de Ganado de Carne. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 185 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982a. Cercópodos plagas de los pastos en América tropical. Biología y control: Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 51 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982b. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños: Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 50 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales: Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 52 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990a. *Centrosema*: biología, agronomía y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 765 p.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990b. Informe Anual. Pastos Tropicales 1989. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. S/P.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta Reunión de Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Veracruz, México. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 426 p.
- Cigarroa, De A. A. 1983. Fertilización y frecuencia de corte en la producción de materia seca del pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en la costa de Chiapas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chis., México. 98 p.
- CONABIO (Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2010. ¡Bienvenidos al sitio Malezas de México! <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/Zinicio/home-malezas-mexico.htm> (consultado el 30 de abril de 2011).
- Cook, B. G., B. C. Pengelly, J. L. Brown, D. A. Donnelly, M. A. Eagles, J. Franco, B. F. Hanson, I. J. Mullen, M. P. Partridge and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: An interactive selection tool. [CD-ROM]. CSIRO. DPI&F (Qld). CIAT. ILRI. Brisbane, Australia.
- Coronado, P. R. 1978. Memoria de la campaña contra la mosca pinta. Publicación Especial. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Coyoacán, D. F., México. 126 p.

- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 1987. Las gramíneas de México. Tomo II. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F. 336 p.
- CP (Colegio de Postgraduados). 1977. Manual para proyectos de pequeñas obras hidráulicas para riego y abrevadero. Instructivo de Campo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx., México. 241 p.
- Crespo, G., L. Aspiola J. y M. López. 1979. Nutrición de los pastos. p. 237-288. *In*: Los pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba.
- De Alba, J. 1979. Tecnología del cerco ganadero. Boletín Técnico No. 1. Asociación Mexicana de Producción Animal A. C. Centro de Adiestramiento y Mejoramiento de la Producción Animal. Tampico, Tam., México. 64 p.
- Doll, J., J. P. Argel M. y A. Gómez C. 1989. Principios básicos para el manejo y control de malezas en praderas. Serie 04SW-03.01. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 59 p.
- Domínguez, A. F. A. 1993. Prácticas forestales para productores agropecuarios. Folleto Técnico. Instituto Nacional Indigenista. Oaxaca, Oax., México. 73 p.
- Domínguez, F. G. (ed.). 2010. Diccionario de especialidades agroquímicas. 20ª ed. PLM S. A. de C. V. México, D. F. 1530 p.
- Dutt, T. E., R. G. Harvey and R. S. Fawcett. 1982. Feed quality of hay containing perennial broadleaf weeds. *Agonomy Journal* 74:673-676.

- Ellis, W. C., J. H. Matis, C. E. Lascano, M. Mahloogi and K. R. Pond. 1987. Size production, fermentation and passage of forage particles and forage intake by cattle. p. 81-95. *In*: F. Owens, D. Gill and K. Lusby (eds.). Feed intake by beef cattle. Oklahoma Agricultural Experiment Station Misc. Publication MP-121. Stillwater, OK, USA.
- Enríquez, Q. J. F. 1984. Experimentos de fertilización en diferentes pastos realizados por el Programa de Forrajes del Campo Experimental Papaloapan 1980-1984. Documento de Circulación Interna. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 84 p. (mimeografiado).
- Enríquez, Q. J. F. 1986. Efecto de la fertilización con N, P, K, sobre el rendimiento de materia seca del pasto Pangola *Digitaria decumbens* (Stent) en suelos acrisoles órticos de la cuenca baja del Papaloapan. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal., México. 75 p.
- Enríquez, Q. J. F. 1987a. Efecto de la fertilización con N, P y K sobre el rendimiento del pasto Pará *Brachiaria mutica* en suelos fluvisoles y clima Aw2 de Isla, Ver. p. 108. *In*: XXI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal AMPA-87. Cd. Victoria, Tam., México.
- Enríquez, Q. J. F. 1987b. Fertilización con N y P sobre la producción de materia seca y valor nutritivo del pasto Señal *Brachiaria decumbens* Stapf. en suelo Acrisol órtico y clima Aw0. p. 239. *In*: 20° Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Saltillo, Coah., México.
- Enríquez, Q. J. F. 1991a. Establecimiento y manejo de praderas asociadas en el sur de Veracruz. p. 77. *In*: Tercera Reunión de Producción Animal Tropical. Martínez de la Torre, Ver., México.

- Enríquez, O. J. F. 1991b. Pastos de reciente introducción al trópico de México. p. 49-66. *In: XII Simposium de Ganadería Tropical. 2º Ciclo de Conferencias Sobre Forrajes Tropicales. Publicación Especial N° 18. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz, Ver., México.*
- Enríquez, O. J. F. 1994. Brachiarias en el trópico, producción y manejo. p. 57-76. *In: XVIII Simposium de Ganadería Tropical. Reproducción y Forrajes. Publicación Especial N° 6. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz, Ver., México.*
- Enríquez, O. J. F. 1999. *Panicum maximum* Jacq. Datos Agronómicos. p. 79-89. *In: Las gramíneas de México. Tomo V. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F.*
- Enríquez, O. J. F. 2001a. Efecto de la aplicación de cal y la época de cosecha en la producción de semilla de *Arachis pintoii* CIAT 18744. *Pasturas Tropicales* 23(1):25-28.
- Enríquez, O. J. F. 2001b. Los forrajes del trópico húmedo de México: conocimiento actual e investigación futura. p. 1-24. *In: Los forrajes en México presente y futuro. XXII Aniversario del Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México.*
- Enríquez, O. J. F. 2005. Recolección y evaluación de germoplasma de azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, gramínea forrajera de tierras inundables del trópico mexicano. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 147 p.

- Enríquez, Q. J. F., A. Hernández G., J. Pérez P., A. R. Quero C. y J. G. Moreno C. 2003. Densidad de siembra y frecuencias de corte en el rendimiento de *Cratylia argentea* O. Kuntze en el sur de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México* 41(1):75-84.
- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2006. Producción de semilla de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Libro Técnico Núm. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. 109 p.
- Enríquez, Q. J. F., A. R. Quero C. y A. Hernández G. 2005. Rendimiento de semilla e índice de llenado de grano en diversos ecotipos de tres especies del género *Brachiaria*. *Técnica Pecuaria en México* 43(2):259-273.
- Enríquez, Q. J. F., A. R. Quero C. y A. Hernández G. 2006a. Reseña de la producción y suministro de semilla de especies forrajeras en México. p. 217-237. *In*: Velasco, Z. M. E., A. Hernández G., R. A. Pérezgrovas G. y B. Sánchez M. (eds.). Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. Publicación Especial. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México.
- Enríquez-Quiroz, J. F., A. R. Quero-Carrillo, A. Hernández-Garay y E. García-Moya. 2006b. Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees forage resources for flood plains in tropical Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53(7):1405-1412.
- Enríquez, Q. J. F., A. R. Quero C., A. Hernández G., J. G. Herrera H. y J. Pérez P. 2006c. Caracterización morfológica de recursos genéticos de azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees. p. 163-167. *In*: Hernández, C. E., G. Álvarez F. y N. Torres S. (eds.). Tercer Simposium Internacional en Producción Animal. Acapulco, Gro, México.

- Esqueda, E. V. A. 2003. Evaluación de los herbicidas Crosser y Vaquero en el control de malezas herbáceas en pastizales tropicales. *Agronomía Mesoamericana* 14(2):177-183.
- Esqueda, E. V. A. y O. H. Tosquy V. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agronomía Mesoamericana* 18(1):1-10.
- Esqueda, E. V. A., O. H. Tosquy V. y E. Rosales R. 2005. Efectividad de la mezcla picloram y fluroxipir en el control de malezas perennes de pastizales tropicales. *Agronomía Mesoamericana* 16(2):187-192.
- Esqueda, E. V. A., E. Rosales R. y O. H. Tosquy V. 2009a. Efectividad de aminopyralid + 2,4-D sobre cuatro especies de malezas en pastizales tropicales. *Agronomía Mesoamericana* 20(1):71-79.
- Esqueda, E. V. A., M. Montero L. y F. I. Juárez L. 2009b. Efecto de métodos de control de malezas en la productividad y calidad del pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10(3):393-404.
- Esqueda, E. V. A., M. Montero L. y F. I. Juárez L. 2010. El control de arvenses en la productividad y calidad del pasto Llanero. *Agronomía Mesoamericana* 21(1):145-157.
- Ferguson, J. E. y M. Sánchez 1986. El control integrado de malezas en la producción de semillas de pastos tropicales. II Curso intensivo sobre producción de semillas de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 22 p.

- Fernández, L. R., M. de Chávez y D. Virgüez T. 1997. Uso de leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam de Witt) en pastoreo restringido para la suplementación de vacas lecheras. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 5 (Supl. 1.):129-131.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1994. Elementos de análisis de las cadenas productivas. Leche. Documento Técnico. Banco de México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. México, D. F. 72 p.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1996. Elementos de análisis de las cadenas productivas. Carne de bovino. Documento Técnico. Banco de México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. México, D. F. 64 p.
- Flores, L. A., G. Lizárraga, V. Palomino y F. J. Peñuñuri M. 1984. Comparación de diferentes variedades de sorgo y maíz en producción y calidad del forraje verde y ensilado. Técnica Pecuaria en México. Suplemento 11:21-24.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Garza, T. R., V. Pérez C., O. Chapa G. y J. Monroy L. 1971. Respuesta de gramas nativas a la fertilización de nitrógeno fósforo y potasio en el trópico húmedo. Técnica Pecuaria en México 9(18):54-61.
- Gómez-Gómez, R., F. Herrera-Murillo y M. Hernández-Chaves. 2008. Control químico de la navajuela (*Scleria melaleuca* Rchb. f. ex. Schlttdl. Cham.) en diferentes estados de desarrollo. Agronomía Mesoamericana 19(1):69-79.

- Gomide, J. A. y T. A. Zometa. 1978. Composición mineral de los forrajes cultivados bajo condiciones tropicales. p. 39-46. *In*: McDowell, L. R. y J. H. Conrad (eds.). Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. Belo Horizonte, Brasil.
- González, M. S. S., R. Herrera S., C. García B. y M. Cobos P. 1988. Nutrición de rumiantes en el trópico. Memorias de Curso. Colegio de Postgraduados. Centro Regional de Enseñanza e Investigación para el Desarrollo del Trópico Húmedo. Veracruz, Ver., México. 154 p. (mimeografiado).
- González, R., C. Medrano, W. Gutiérrez, D. Esparza, D. Añez, M. Montiel y J. Oroño. 1997. Evaluación de diferentes métodos de control de la enea (*Typha* sp.) y junco (*Scirpus californicus*) en potreros de pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) en la zona de influencia del río Limón. Revista Científica FCV-LUZ 7(1):23-30.
- Gramshaw, D. J., J. W. Read, J. Colines and D. E. Carter. 1989. Some pastures and legume persistence: An Australian overview. p. 1-22. *In*: Morten G. W., A. G. Matches, R. F. Bornes, R. W. Brougham, R. J. Clements and G. W. Sheat (eds.). Persistence of forage legumes. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Grice, A. C. and S. D. Campbell. 2000. Weeds in pasture ecosystems – symptom or disease? Tropical Grasslands 34:264-270.
- Guiot, G. J. D. y F. Meléndez N. 2003. Pasto Mulato. *Brachiaria* híbrido (CIAT 36061). Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 16 p.

- Gutiérrez, A., E. Muñoz, M. Esperance y E. Michelena. 1983. Utilización del ensilaje en la producción animal. p. 431-476. *In*: Ugarte, J. C., S. Herrera C., R. Ruiz C., R. García C., C. M. Vázquez y A. Senra C. (eds.). Los pastos en Cuba. Tomo 2. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Hacker, J. B. 1984. Selecting and breeding better quality grasses. p. 305-326. *In*: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium. St. Lucia, Queensland, Australia.
- Hegarty, P. M. 1984. Deleterious factors in forages affecting animal production. p. 133-150. *In*: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium. St. Lucia, Queensland, Australia.
- Henzel, E. F. and P. J. Ross. 1973. The nitrogen cycle of pasture ecosystems. p. 227-246. *In*: Butler, G. W. and R. W. Bailey (eds.). Chemistry and biochemistry of herbage. Academic Press. London, UK.
- Hernández, S. D., A. Cruz H., M. A. Cobos P., J. Pérez P., S. González M., A. Gómez A. y M. E. Ortega C. 2005. Calidad nutritiva, contenido de taninos y degradación ruminal de morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) a cuatro frecuencias de corte. p. 207-212. *In*: Memoria de la XVIII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tab., México.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management. Science into practice. Longman Scientific & Technical. Harlow, England. 204 p.
- Holmann, F., L. Rivas, P. Argel y E. Pérez. 2004. Impacto de la adopción de pastos *Brachiaria* en Centroamérica y México. Documento de Trabajo No. 197. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 32 p.

- Holmann, F., P. J. Argel and C. E. Lascano. 2005. Adoption of *Brachiaria* grasses in Mexico and Central America: A successful story. p. 343-346. In: McGilloway, D. A. (ed.). Grassland a global resource. XX International Grasslands Congress. Wageningen, The Netherlands.
- Howeler, R. H. 1983. Análisis de tejidos vegetales en el diagnóstico de problemas nutricionales. Algunos cultivos tropicales. Programa de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 28 p.
- Hughes, C. E. 1987. Biological consideration in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Leguminosae. Commonwealth Forestry Review 66(1):31-48.
- Humphreys, L. R. and F. Riveros. 1986. Tropical pasture seed production. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. 203 p.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1982. El kudzú para la alimentación del ganado en los llanos Colombianos. Boletín Técnico No. 92. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. 9 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 1972. Manejo y aprovechamiento de plantas forrajeras tropicales. Circular CIASE No. 27. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Veracruz, Ver., Mexico. 23 p.
- Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Ganadería. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F. 38 p.

- Jerez, I., A. Menchaca M. y L. Rivera J. 1986. Evaluación de tres gramíneas tropicales. II. Efecto de la carga en la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 20:233-239.
- Juárez, H. J. y E. D. Bolaños A. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación en pastos tropicales. *Revista Universidad y Ciencia* 23(1):81-90.
- Juárez, L. F. I., M. Montero L. y V. D. Hernández H. 2002. Manejo nutricional del ganado de doble propósito en pastoreo. p. 1-11. *In: Día del Ganadero 2002. Memoria Técnica. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Playa Vicente. Veracruz, México.*
- Juárez, L. F. I., M. Montero L. y V. D. Hernández H. 2004. Valor nutritivo de los forrajes tropicales para bovinos. p. 1-29. *In: Día del Ganadero 2004. Memoria Técnica N° 14. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Veracruz, México.*
- Juárez, L. F., M. Montero L., F. Alpírez M., J. Contreras J. y E. G. Canudas L. 2005. Evaluación nutricional de leguminosas para bovinos de doble propósito. p. 205-212. *In: Barradas, L. H. V. (ed.). Avances en la investigación agrícola, pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano. Libro Científico No. 2. Veracruz, Ver., México.*
- Kalmbacher, R. S., F. G. Martin and A. E. Kretschmer Jr. 1997. Performance of cattle grazing pastures based on *Paspalum atratum* cv. Suerte. *Tropical Grasslands* 31(1):58-66.

- Kibbler, H. P. and L. M. Bahnisch. 1999. Physiological adaptations of *Hymenachne amplexicaulis* to flooding. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39(4):429-435.
- Lapointe, S. L. 1993. Manejo de dos plagas clave para forrajes de las sabanas neotropicales. *Pasturas Tropicales* 15(3):1-9.
- Lapointe, S. L. y A. Ferrufino C. 1991. Plagas que atacan los pastos tropicales durante su establecimiento. p. 81-102. *In: Lascano, C. y J. Spain (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Veracruz, México. Cali, Colombia.*
- Lascano, C. 1981. Calidad de pasturas y nutrición. p. 558-628. *In: Programa de Adiestramiento de Posgrado en Producción y Utilización de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.*
- Lascano, C. 1991. Producción animal en pasturas tropicales. p. 63 -79. *In: Pérez P. J. y J. G. Herrera H. (eds.). Memoria del Seminario Internacional Evaluación de praderas tropicales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México.*
- Lascano, C. y P. Ávila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.
- Lenne, M. J. y J. H. Ordóñez. 1991. Enfermedades de las pasturas en su establecimiento y posibles estrategias de control. p. 53-80. *In: Lascano, C. y J. Spain (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Veracruz, México. Cali, Colombia.*

- Limón, L. A. 1993. Comportamiento de genotipos de maíz y frijol en cultivos en callejones con *Erythrina poeppigiana*, *Calliandra calothyrsus* y *Gliricidia sepium*. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 126 p.
- Limón, L. A. y M. Llera Z. 1995. Guía para el establecimiento y manejo de plantaciones de cocoite (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud) en Tabasco. Folleto Técnico N° 28. División Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tab., México. 13 p.
- Little, D. A. 1984. Utilization of minerals. p. 259-283. *In*: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium. St. Lucia, Queensland, Australia.
- Loch, D. S. and J. E. Ferguson. 1999. Forage seed production II. Tropical and subtropical species. p. 41-56. *In*: Loch, D. S. and J. Ferguson (eds.). Forage seed production Volume 2. CAB International. Washington, DC, USA.
- López, G. I. 1987. Avances de investigación en forrajes tropicales. p. 75-84. *In*: XV Día del Ganadero. Memoria Técnica. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Veracruz. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver., México.
- López, G. I. 1988. Rendimiento de materia seca y proteína cruda de siete gramíneas cosechadas a cuatro frecuencias de corte en clima cálido subhúmedo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México. 67 p.

- López, G. I. 1996. Experiencias en la producción de forrajes. p. 1-13. *In: XXIV Día del Ganadero del Campo Experimental La Posta. Alternativas tecnológicas en forrajes, nutrición y mejoramiento genético. Memoria Técnica No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Veracruz, Ver., México.*
- López, G. I. 1999. Producción, manejo y conservación de forrajes tropicales. p. 1-25. *In: Memorias del Día del Ganadero. Tecnología INIFAP para el nuevo milenio. Memoria Técnica No. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Veracruz, Ver., México.*
- López, G. I., J. C. Vinay V. y J. E. Rivera R. 1995. Fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el comportamiento agronómico del zacate Tanzania. p. 205. *In: VIII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria del Estado de Veracruz 1995. Veracruz, Ver., México.*
- López, G. I. y J. E. Rivera R. 1997. Fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el comportamiento agronómico del zacate Insurgente (2do. año de evaluación). p. 245-247. *In: Décima Reunión Científica-Tecnológica Veracruz 1997. Veracruz, Ver., México.*
- López, J., J. Cámara C., R. Flores B., D. Sánchez E., A. Martínez A., E. Vera G. e I. Tejeda D. 2007. Minerales en la ganadería bovina extensiva en Tabasco. Libro Científico Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, México. 184 p.

- Lossli, J. K. 1978. Problemas de nutrición mineral relacionados con los climas tropicales. p. 9-13. *In*: McDowell, L. R., y J. H. Conrad (eds.). Simposio Latinoamericano sobre Investigación en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. Belo Horizonte, Brasil.
- Llera, Z. M. y F. Meléndez N. 1994. Establecimiento y manejo de cercos vivos en Tabasco. Folleto Técnico No. 14. Área Forestal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Huimaguillo. Huimanguillo, Tab., México. 13 p.
- Machado, R. y A. Alfonso. 1981. *Centrosema*. Pastos y Forrajes 4:249-278.
- Mannetje, L. 1995. Efectos a largo plazo de la carga animal y el manejo sobre la dinámica de población de plantas de leguminosas forrajeras de pasto. p. 1-12. *In*: Curso Bases Biológicas del Pastoreo de Alta Intensidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Tlapacoyan, Ver., México.
- Marten, G. C., C. C. Sheaffer and D. L. Wyse. 1987. Forage nutritive value and palatability of perennial weeds. *Agronomy Journal* 79:980-986.
- Martin, J. R. 1975. A review of carpet grass (*Axonopus affinis*) in relation to improvement of carpet grass based pastures. *Tropical Grasslands* 9(1):9-19.
- Martin, R. M. 1989. Manejo de pastizales. p. 46-51. *In*: 20 Años de Investigación Pecuaria en el CIPES. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Gobierno del Estado de Sonora. Unión Ganadera Regional de Sonora. Hermosillo, Son., México.

- Mascarenhas, R. E. B., M. S. Modesto J., S. Dutra, A. P. Souza F. e J. F. Teixeira N. 1999. Plantas daninhas de uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. *Planta Daninha* 17(3):399-418.
- McCosker, T. H. and J. K. Teitzel. 1975. A review of Guinea grass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. *Tropical Grasslands* 9(3):177-190.
- McDowell, L. R., G. L. Ellis y H. J. Conrad. 1984a. Suplementación mineral para el ganado vacuno de pastoreo en las regiones tropicales. *Revista Mundial de Zootecnia* 52:2-12.
- McDowell, L. R. y H. J. Conrad. 1991. Deficiencias y toxicidades minerales del ganado. p. 85-106. *In: XII Simposium de Ganadería Tropical. 2º Ciclo de Conferencias sobre Forrajes Tropicales. Veracruz, Ver., México.*
- McDowell, L. R., H. J. Conrad, G. L. Ellis y J. K. Loosli. 1984b. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. *Boletín. Universidad de Florida. Departamento de Ciencia Animal. Gainesville, FL, USA. 92 p.*
- McIlroy, R. J. 1980. *Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Limusa. México, D. F. 168 p.*
- Meléndez, N. F. 1971. Establecimiento de mezclas de gramíneas y leguminosas para praderas tropicales. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal., México. 80 p.
- Meléndez, N. F. 1994. Nuevos pastos para áreas inundables de la costa de Tabasco: orientación para su siembra. Folleto para Productores Núm. 31. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tab., México. 9 p.

- Meléndez, N. F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. Folleto Técnico Núm. 22. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tab., México. 66 p.
- Meléndez, N. F. 2001. Potencial forrajero de algunos arbustos tropicales en Tabasco. *In: Memorias de la II Reunión Nacional sobre Agro y Silvopastoriles*. Villahermosa, Tabasco, México. Archivos en CD-room.
- Meléndez, N. F. y G. Castro R. 1979. Comparación del sistema de pastoreo continuo contra el rotacional en la producción de carne en praderas tropicales. p. 12. *In: Compendio de la VII Reunión Latinoamericana de Producción Animal*. Panamá, Panamá.
- Meléndez, N. F., J. A. González M. y J. Pérez P. 1980. El Pasto Estrella Africana. Boletín CA-7. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 99 p.
- Meléndez, N. F., J. A. González M. y J. Pérez P. 2006. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 79 p.
- Meléndez, N. F. y L. Granados Z. 2002. Leguminosas y arbustos forrajeros tropicales, una alternativa para suplementar con proteína al ganado en pastoreo. Ficha Tecnológica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Huimanguillo, Tab., México. 3 p.

- Méndez, R. A y J. Palomo S. 1997. Guía para establecer zacate Buffel en el norte de Tamaulipas. Folleto para Productores No. 13. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo. Cd. Río Bravo, Tam., México. 16 p.
- Millán, C. H., V. J. Ricaud y A. F. Castellanos R. 1990. Evaluación de dos suplementos minerales para bovinos en pastoreo en Yucatán. *Técnica Pecuaria en México* 28(2):111-115.
- Miller, I. L. 1992. Competition between *Brachiaria humidicola* and *Mimosa pigra*. *Tropical Grasslands* 26:111-114.
- Minson, D. J. 1971. The nutritive value of tropical pastures. *Journal of Australian Institute of Agriculture Science* 37:255-263.
- Minson, D. J. 1984. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. p. 167-182. *In: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium. St. Lucia, Queensland, Australia.*
- Modesto, J. M. S. e E. B. Mascarenhas, R. 2001. Levantamento da infestação de plantas daninhas associada a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. *Planta Daninha* 19(1):11-21
- Monroy, A. V. 1986. Los micronutrientes y aditivos. p. 161-174. *In: Shimada, A. S., F. Rodríguez G. y J. A. Cuarón I. (eds.). Engorda de bovinos en corrales. México, D. F.*
- Moore, E. J. and G. O. Mott 1973. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. p. 53-98. *In: Matches, A. G. (ed.). Anti-quality components of forages. Crop Science Society of America. Madison, WI, USA.*

- Moreno, A. H. 1977. Evaluación de ensilajes de pasto Panamá, (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turriaba, Costa Rica. 98 p.
- Moreno, G. H. 1976. Producción de carne en pasto Alemán *Echinochloa polystachya* H. B. Hitch, fertilizado bajo diferentes cargas animal en el trópico húmedo. Tesis de maestría. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 92 p.
- Mortvedt, J. J. 1982. Calcium, magnesium, sulfur and the micronutriments. p. 91-110. *In*: White, C. W. and N. D. Collins (eds.). The fertilizer handbook. The Fertilizer Institute. Washington, DC, USA.
- Motooka, P., L. Ching and G. Nagai 2002. Herbicidal weed control methods for pastures and natural areas of Hawaii. Weed Control WC-8. University of Hawaii at Manoa. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Cooperative Extension Service. Honolulu, HW, USA. 35 p.
- Nelson, J. V. C. and E. L. Noser. 1994. Plant factors affecting forage quality. p. 115-154. *In*: Fahey, J. C. Jr. (ed.). Forage quality evaluation and utilization. University of Nebraska-Lincoln. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. Lincoln, NE, USA.
- Nieves, D., H. Araque, O. Terán, L. Silva, C. González y W. Uzcátegui. 2006. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. Revista Científica FCV-LUZ 16(4):364-370.
- Norris, D. O. 1964. Some concepts and methods in sub-tropical pastures research. Bull. 47. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Hurley, Berkshire, UK.

- Norton, B. W. 1984. Differences between species in forage quality. p. 89-110. *In*: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium. St. Lucia, Queensland, Australia.
- Ohlenbusch, P. D. and G. Towne. 1991. Rangeland weed management. MF-1020. Kansas State University. Department of Agronomy. Manhattan, KS, USA. 4 p.
- Ortega, R. L., J. F. Enríquez O. e I. López G. 2009. Producción sustentable de forrajes tropicales. p. 18-49. *In*: Román, P. H., L. Ortega R., L. Hernández A., E. Díaz A., J. A. Espinosa G., G. Núñez H., R. Vera A., M. Medina C. y F. J. Ruiz L. H (comps.). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Veracruz, México.
- Ortega, S. J. A. 1986a. King grass y Taiwán. Una alternativa de solución al problema de escasez de forraje en regiones tropicales. Folleto Técnico. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coordinación de Investigación Pecuaria de la Zona Golfo. Centro de Investigación Pecuaria del Golfo-Centro. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver., México. 40 p.
- Ortega, S. J. A. 1986b. Silo de pastel. Folleto para Productores. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coordinación de Investigación Pecuaria de la Zona Golfo. Centro de Investigación Pecuaria del Golfo-Centro. Campo Experimental La Posta. Paso del Toro, Ver., México. 7 p.

- Ortega, S. J. A. 1990. Manejo y utilización de forrajes para producción de carne. p. 17-32. *In: X Simposium de Ganadería Tropical. Bovinos Productores de Carne. Publicación Especial No. 8. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Veracruz. Veracruz, Ver., México.*
- Ortega, S. J. A., I. López G., O. A. Castellanos H., H. V. Barradas L., J. Lagunes L., H. Román P. y J. M. Pérez S. 1991. Establecimiento de especies arbóreas para cerco vivo en la región central de la costa del Golfo de México. p. 311. *In: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México Tamaulipas 1991. Cd. Victoria, Tam., México.*
- Palomo, S. J. y A. Méndez R. 1993. Bermuda Tifton 6, nuevo pasto para establecer praderas de riego en el norte de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 14. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo. Cd. Río Bravo, Tam., México. 10 p.
- Parsons, J. J. 1972. Spread of African pastures grasses to the American tropics. *Journal Range Management* 25:12-17.
- Pastrana, A. L. 1985. Evaluación de roca fosfórica Baja California con pasto Estrella de África (*C. plectostachyus*) en suelo ultisol de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Tesis de maestría. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 145 p.
- Pastrana, A. L. 1987. Producción de pastos en suelos ácidos del trópico de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Huimanguillo, Tab., México. 99 p. (mimeografiado).

- Pastrana, A. L. 1993. Evaluación de roca fosfórica con *Brachiaria decumbens* en ultisoles de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. *Pasturas Tropicales* 16(1):32-34.
- Pastrana, A. L. 1994. Respuesta de *Brachiaria decumbens* a la aplicación de dos fuentes de fósforo en un suelo ácido. *Pasturas Tropicales* 16(1):32-34.
- Pastrana, A. L., F. Meléndez N. y S. Amaya H. 1992. Pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert. Una nueva opción para producir forraje en Tabasco. Folleto Técnico Núm. 1. Área Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tab., México. 31 p.
- Paulino, V. T., D. P. Anton e M. P. Colozza 1987. Problemas nutricionais do gênero *Brachiaria* e algumas relações com o comportamento animal. *Zootecnia, Nova Odessa* 25(3):215-263.
- Pazos, R. 1989. Plagas, enfermedades y malezas en pastos. Folleto Técnico. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. S/P.
- Peralta, M. A. 1990. Pasto Insurgente *Brachiaria brizantha* (Hochst., ex A. Rich.) Stapf., para incrementar la producción de carne y leche en el trópico de México. Folleto Técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Oaxaca. Oaxaca, Oax., México. 23 p.
- Peralta, M. A. y A. Ramos S. 1987. Diagnóstico de los sistemas de producción bovina en el trópico de México. p. 329-371. *In: La investigación en pastos dentro del contexto científico y socioeconómico de los países. V Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* David, Chiriquí, Panamá.

- Peralta, M. A., A. Ramos S., J. F. Enríquez Q., J. López N., A. Cigarroa de A., J. Palomo S. y A. Córdova B. 1987. Pasto Llanero *Andropogon gayanus* Kunth. Una alternativa para el trópico de México. Folleto Técnico Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Veracruz, Ver., México. 17 p.
- Peralta, M. A. y J. F. Enríquez Q. 1992. Estudio de caso sobre la liberación de materiales forrajeros en México. p. 143-149. *In*: 1er Taller sobre Avances en los Programas de Suministro de Semillas de Especies Forrajeras en Centro América. Documento de Trabajo 122. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Comayagua, Honduras.
- Pérez, P. J. y F. Meléndez N. 1980. La respuesta fisiológica de las forrajeras al manejo. Boletín CA-5. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 31 p.
- Pinto de C., S. J., M. Nicolai, R. Rodrigues F., A. Vargas de O. F. e P. J. Christoffoleti. 2009. Herbicide selectivity by differential metabolism: Considerations for reducing crop damages. *Scientia Agricola* 66(1):136-142.
- PPI (Potash and Phosphate Institute). 1988. Manual de fertilidad de los suelos. Potash and Phosphate Institute. Atlanta, GA, USA. 85 p.
- Quero, C. A. R. y J. F. Enríquez Q. 2003. Mejoramiento genético de gramíneas forrajeras en México. Importancia estratégica y avances. p. 13. *In*: Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Aguascalientes, Ags., México.

- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y A. Hernández G. 2006. Gramíneas forrajeras tropicales adaptadas a condiciones de suelos inundables. p. 37-57. *In*: Velasco, Z. M. E., A. Hernández G., R. A. Pérezgrovas G. y B. Sánchez M. (eds.). Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. Publicación Especial. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México.
- Radillo, F. y B. Nava. 2001. Evaluación de aplicación química y método de chapeo para el control de *Acacia farnesiana* L. Willd en praderas. p. 56. *In*: Memoria XII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Colima, Col., México.
- Ramos, S. A. 1985. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de forrajes en zonas tropicales y subtropicales. Publicación Especial Núm. 117. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D. F. 32 p.
- Ramos, S. A. y A. Peralta M. 1988. La situación de los forrajes tropicales en México. p. 65-83. *In*: Tercera Reunión de Consulta Veracruz, México. Grupo Regional de Desarrollo de Pastos y Forrajes de Centroamérica México y el Caribe. Veracruz, Ver., México.
- Reichert, P. A. 1998. Evaluación del herbicida picloram + fluroxypyr para el control de puzgual (*Croton cortesianus* Kunth) y orozus (*Lantana camara* L.) en áreas ganaderas de Veracruz. p. 51. *In*: Memoria XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Mexicali, B.C., México.
- Reichert, P. A. 2010. Aplicación tocón-basal, un método eficiente para el control de uvero (*Coccoloba barbadensis* Jacq.) en potreros utilizando aminopyralid + triclopyr. p. 92. *In*: Memoria XXXI Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. Cancún, Q. Roo, México.

- RIEPT-CAC (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales-Central America and the Caribbean). 1988. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. I Reunión de la RIEPT-CAC. Veracruz, México. 495 p.
- Riquelme, V. E. 1987. Suplementación energética para bovinos en pastoreo. p. 15-56. *In*: González, M. S., M. Cobos P., G. Mendoza M. y C. García B. (eds.). Suplementación para bovinos en pastoreo. Seminario Internacional. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México.
- Rivas, P. F., J. Castillo H. y L. Ortega R. 2009. Selectividad de herbicidas y control de malezas para establecer una asociación *Brachiaria brizantha*-*Leucaena leucocephala*. *Técnica Pecuaria en México* 47(4):339-355.
- Rivera, V. M., K. Espinosa G., M. Mireles L., G. F. Flourik A. y L. Iruegas E. 1997. Oportunidades para el desarrollo de la ganadería bovina productora de carne en México. *Boletín Informativo* Vol. XXIX No. 295. Banco de México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Morelia, Mich., México. 52 p.
- Rojas, L. X., L. McDowell R., G. Martin F. and S. Wilkinson N. 1993. Mineral status of soils forages and beef cattle in southeastern Venezuela. I. Macrominerals and forage organic constituents. *International Journal of Animal Science* 130:127-134.
- Román, P. H. 1980. Problemas y posibilidades de la producción de leche en el trópico. S/P. *In*: Simposium sobre Ganadería Tropical. Veracruz, Ver., México.
- Romero, F. M. Z. 1995. Comportamiento productivo de becerros en pastoreo intensivo de Estrella más banco de proteína. Época de lluvias. p. 237-242. *In*: Octava Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. Veracruz, Ver., México.

- Romero, F. M. Z., C. A. Tinoco A. y J. F. Enríquez Q. 1994. El pastoreo restringido de kudzú en el desarrollo de becerros, durante la época de secas. p. 237-242. *In: Séptima Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. Veracruz, Ver., México.*
- Romero, F. M. Z. y J. F. Enríquez Q. 2007. Ensilaje de maíz: una alternativa para alimentar el ganado en la época seca en el sur de Veracruz. Desplegable para Productores No. 8. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Veracruz, Ver., México.
- Roos, K., H. G. Rödel and E. Beck. 2011. Short- and long-term effects of weed control on pastures infested with *Pteridium arachnoideum* and an attempt to regenerate abandoned pastures in South Ecuador. *Weed Research* 51(2):165-176.
- Rosales, R. E. y R. Sánchez de la C. 2010. Evaluación de la efectividad biológica del herbicida GF-2234 (Aminopiridil + Triclopir) para el control de huizache *Acacia farnesiana* en potreros. p. 5. *In: Memoria de Resúmenes del XXX Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. Tapachula, Chis., México.*
- Rosero, O. 1990. Metodología de investigación en nutrición mineral de rumiantes. p. 33-48. *In: Ruiz, M. E y A. Ruiz (eds.). Nutrición de rumiantes: Guía metodológica de investigación. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Red Latinoamericana de Investigación para los Sistemas de Producción Animal. San José, Costa Rica.*
- Ross, M. A. and D. J. Childs. 1996. Herbicide mode of action summary. Purdue University. Cooperative Extension Service. West Lafayette, IN, USA. 8 p.
- Ruiloba, E. de F., M. E. Ruiz, H. Ruiloba y A. Guerra. 1980. Producción de leche con ensilaje de pasto elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* Pi 300-086) *Ciencia Agropecuaria* (3):105-112.

- Salinas, J. G. y R. García. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Manual Técnico. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83 p.
- Sánchez, A. R., F. O. Carrete C. y J. A. Eguiarte V. 1986. Crecimiento de becerras F<sub>1</sub> cebú/europeo en pastoreo de zacate Estrella-leucaena y Estrella solo en clima Aw0. Técnica Pecuaria en México 24(50):69-82.
- Sánchez, P. A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley Interscience. New York, USA. 619 p.
- Sánchez, P. A. y G. Salinas. 1983. Suelos ácidos, estrategia para su manejo con bajos insumos en América tropical. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. 93 p.
- Shenk, M. 1983. El combate de malezas en potreros. p. 55-70. *In*: Novoa, B. A. R. (ed.). Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Compilación de documentos presentados en actividades de capacitación. Vol 3. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Shimada, S. A. 1986. Henificación y ensilado. p. 29-41. *In*: Shimada, A., F. Rodríguez G. y J. A. Cuarón I. (eds.). Engorda de ganado bovino en corrales. Consultores en Producción Animal A. C. México, D. F.
- Silva, L. M. y L. Granados Z. 1993. Productividad animal en praderas introducidas con pastoreo restringido de kudzú en el trópico húmedo. p. 50. *In*: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Jalisco 1993. Guadalajara, Jal., México.
- Skerman, P. J. 1977. Tropical forage legumes. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. 609 p.

- Sosa, L. y C. Medrano. 1992. Evaluación de herbicidas para el control de malezas arbustivas en pastizales del Estado Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 9:199-212.
- Spain, J. M. 1981. Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los llanos orientales de Colombia. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 39 p.
- Spain, J. M. 1983. Recomendaciones generales para el establecimiento y mantenimiento de pastos en la zona de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 30 p.
- Spain, J. M. y G. Salinas J. 1984. El reciclaje de nutrientes en pastos tropicales. p. 1-47. *In: XVI Reunião Brasileira de Fertilidad do Solo. Simposium de Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos.* Itabuna, Brasil.
- Tapia, J. C. y C. Carrera. 1962. Pangola, excelente zacate tropical para pastoreo. Circular CIASE No. 2. 3ª ed. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Veracruz, Ver., México. 10 p.
- Tapia, J. C., C. Carrera y E. R. Buller. 1966a. Zacate Alemán para terrenos tropicales inundables. Circular CIASE No. 6. 2ª ed. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Veracruz, Ver., México. 7 p.
- Tapia, J. C., H. C. Muñoz C. y E. R. Buller. 1966b. Zacate Jaragua para terrenos tropicales secos. Circular CIASE No. 4. 2ª ed. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Veracruz, Ver., México. 7 p.
- Teitzel, K. J. and L. R. Burt. 1976. *Centrosema pubescens* in Australia. Tropical Grasslands 10(1):5-14.

- Tejos, M. R. 1980. Production of water straw grass *Hymenachne amplexicaulis* during a sabana period. p. 54. In: II Congreso Venezolano de Zootecnia. Guanare, Venezuela.
- Tergas, L. E. 1984. El potencial del pasto King grass como gramínea forrajera seleccionada para América tropical. Documento de trabajo. Curso Internacional de Capacitación en Pasturas Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 35 p.
- Valerio, J. R., S. L. Lapointe, S. Kelemu, C. D. Fernández and F. J. Morales. 1996. Pest and diseases of *Brachiaria* species. p. 87-105. In: Miles, J. W., B. L. Mass and C. B. do Valle (eds.). *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT Publication No. 259. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Campo Grande, Brazil.
- Valerio, J. R. y W. Koller W. 1993. Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. *Pasturas Tropicales* 15(3):19-16.
- Vallejos, A., E. A. Pizarro, C. Chávez, D. Pezo y P. Ferreira. 1989a Evaluación agronómica de gramíneas en Guápiles, Costa Rica 1: Ecotipos de *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales* 11(2):2-9.
- Vallejos, A., E. A. Pizarro, C. Chávez, D. Pezo y P. Ferreira. 1989b. Evaluación agronómica de gramíneas en Guápiles, Costa Rica 2: Ecotipos de *Panicum maximum*. *Pasturas Tropicales* 11(2):10-15.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, cellulotic fermentation and the chemistry of forages and plant fibres. O & B Books. Corvallis, OR, USA. 374 p.

- Varela, F. S. E., G. L. Silva A. y A. Limas M. 2004. Actividad biológica de la mezcla triclopyr + 2,4-D para el control de malezas perennes en praderas de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en la zona centro de Tamaulipas. p. 155-160. In: Memoria XXV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Ajijic, Jal., México.
- Velasco, L. M. y C. Tapia J. 1960. Forraje ensilado; alimento seguro en la época seca. 2ª ed. Circular Cotaxtla No. 5. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Oficina de Estudios Especiales. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Veracruz, Ver., México. 15 p.
- Villanueva, A. J. F., R. Sánchez R., F. O. Carrete C. y L. Mena H. 1996. Establecimiento de diferentes especies arbóreas para cerco vivo en la costa de Nayarit. Técnica Pecuaria en México 34(1):64-70.
- Villarreal, M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales 16(1):27-31.
- Villegas, D. G., A. Bolaños M. y L. Olguín P. 2001. La ganadería en Mexico. Colección Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 158 p.
- Villegas, M. G. 1999. Agostaderos de México. Retrospectiva, estado actual y perspectivas. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 89 p.
- Vitelli, J. S. 2000. Options for effective weed management. Tropical Grasslands 34:280-294.
- Voisin, A. 1967. Productividad de la hierba. Editorial Tecnos. Madrid, España. 449 p.
- Voisin, A. y A. Lecomte. 1971. La vaca y la hierba. Editorial Tecnos. Madrid, España. 127 p.

- Whiteman, P. C. 1980. Tropical pasture science. Oxford University Press. London, UK. 392 p.
- Wilkinson, S. R. and R. W. Lowrey. 1973. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. p. 247-325. *In*: Butler, G. W. and R. W. Bailey (eds.). Chemistry and biochemistry of herbage. Academic Press. London, UK.
- Young, D. R. and J. F. Johnson. 1982. Fertilizer products. p. 45-68. *In*: White, C. W. and N. D. Collins (eds.). The fertilizer handbook. The Fertilizer Institute. Washington, DC, USA.

## AGRADECIMIENTOS

El **inifap** agradece a la Fundación Produce Oaxaca y Dow AgroSciences, el apoyo financiero parcial para la impresión de esta publicación.



FUNDACION PRODUCE OAXACA A.C.







Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

# Comité Editorial del CIRGOC

## **Presidente**

Dr. Vicente E. Vega Murillo

## **Coordinador y Editor**

Dr. Valentín A. Esqueda Esquivel

## **Secretario y Co-editor**

Dr. Rigoberto Zetina Lezama

## **Prosecretaria**

Ing. Claudia Perdomo Montes

## **Vocales**

Dr. René Carlos Calderón Robles  
Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz  
Dr. Néstor Francisco Nicolás  
Dr. Rutilo López López  
M.C. Juan Quintanar Olguin

## **Revisión Técnica**

Dr. Luis Ortega Reyes  
Dr. Isaías López Guerrero  
Dr. Juan P. Zárate Martínez

## **Edición**

Dr. Rigoberto Zetina Lezama

## **Diseño y Formación**

Ing. Claudia Perdomo Montes  
Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz

**CÓDIGO INIFAP: MX-0-310310-52-04-20-06-28**

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de diciembre de 2011 en los talleres de la imprenta Alfa y Omega, Guadalupe Victoria No. 3341 entre J. Soto y C. Cruz, CP. 91700, Veracruz, Ver. Tel.: (229) 284 52 43; Fax: (229) 934 29 95

Su tiraje consta de 1,500 ejemplares

# **Campo Experimental La Posta**

**M.C. José Juan González Delón**

Jefe del Campo Experimental La Posta

**C.P. Sofía Ortiz Córdoba**

Jefa Administrativa

## **Personal Investigador**

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Alma Ximena Ibarra Gómez         | Bovinos Carne                    |
| Álvaro Alberto Ángeles Marín     | Porcinos                         |
| Ángel Ríos Utrera                | Bovinos Carne                    |
| Benjamín Alfredo Piña Cárdenas   | Bovinos Carne                    |
| Francisco Alpírez Mendoza        | Sanidad Animal                   |
| Francisco Enrique Cab Jiménez    | Bovinos Leche                    |
| Francisco Tobías Barradas Piña   | Bovinos Carne                    |
| Hipólito Víctor Barradas Lagunes | Bovinos Leche                    |
| Isaías López Guerrero            | Pastizales y Recursos Forrajeros |
| Javier Francisco Enríquez Quiroz | Pastizales y Recursos Forrajeros |
| José Juan González Delón         | Ovinos y Caprinos                |
| Juan Prisciliano Zárate Martínez | Bovinos Carne                    |
| Julio César Vinay Vadillo        | Bovinos Leche                    |
| Julio Rosas Pulido               | Bovinos Leche                    |
| Maribel Montero Lagunes          | Bovinos Leche                    |
| Mariel Aguilar Domínguez         | Bovinos Carne                    |
| Martha Eugenia Valdovinos Terán  | Transferencia de Tecnología      |
| Omar Cristóbal Carballo          | Bovinos Leche                    |
| Teresa Beatriz García Peniche    | Bovinos Leche                    |
| Víctor Delio Hernández Hernández | Bovinos Carne                    |



Vivir Mejor

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)

[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)





Vivir Mejor

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)

[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)

