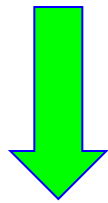


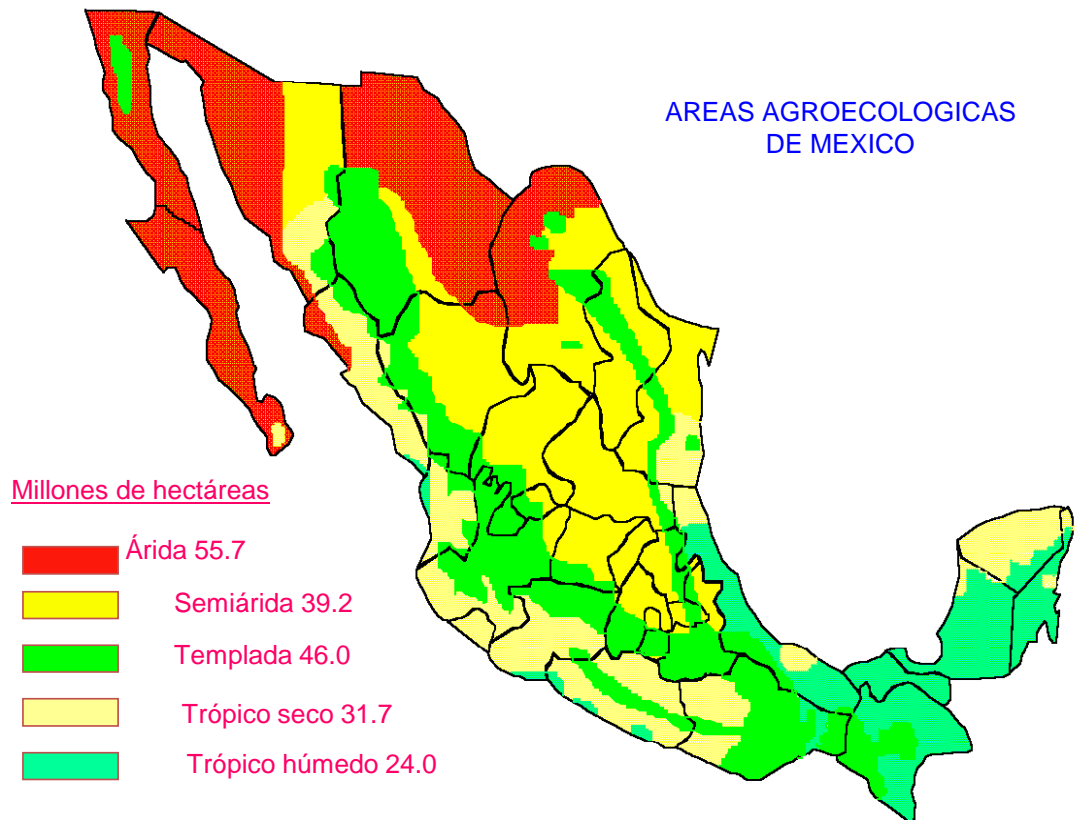
Situación actual de los Recursos Genéticos Forrajeros para las regiones tropicales de México

JAVIER FRANCISCO ENRIQUEZ QUIROZ
enriquez.javier@inifap.gob.mx

Regiones Ecológicas de México: Árida, Semiárida, Templada, Trópico seco y Trópico húmedo



**clima,
suelos,
vegetación y
fauna
silvestre**



IMPORTANCIA DE LA GANADERIA TROPICAL

- 55.7 millones de ha (28% del territorio nacional)
- 25.7 millones de ha (46% dedicadas a la producción pecuaria)
- 16 millones de cabezas de bovinos (52.9 % del inventario nacional)
- 18.3 % de la Leche y 43.6% de la Carne en canal



■ Trópico Seco 31'712,019 ha

■ Trópico Húmedo 23'975,857 ha

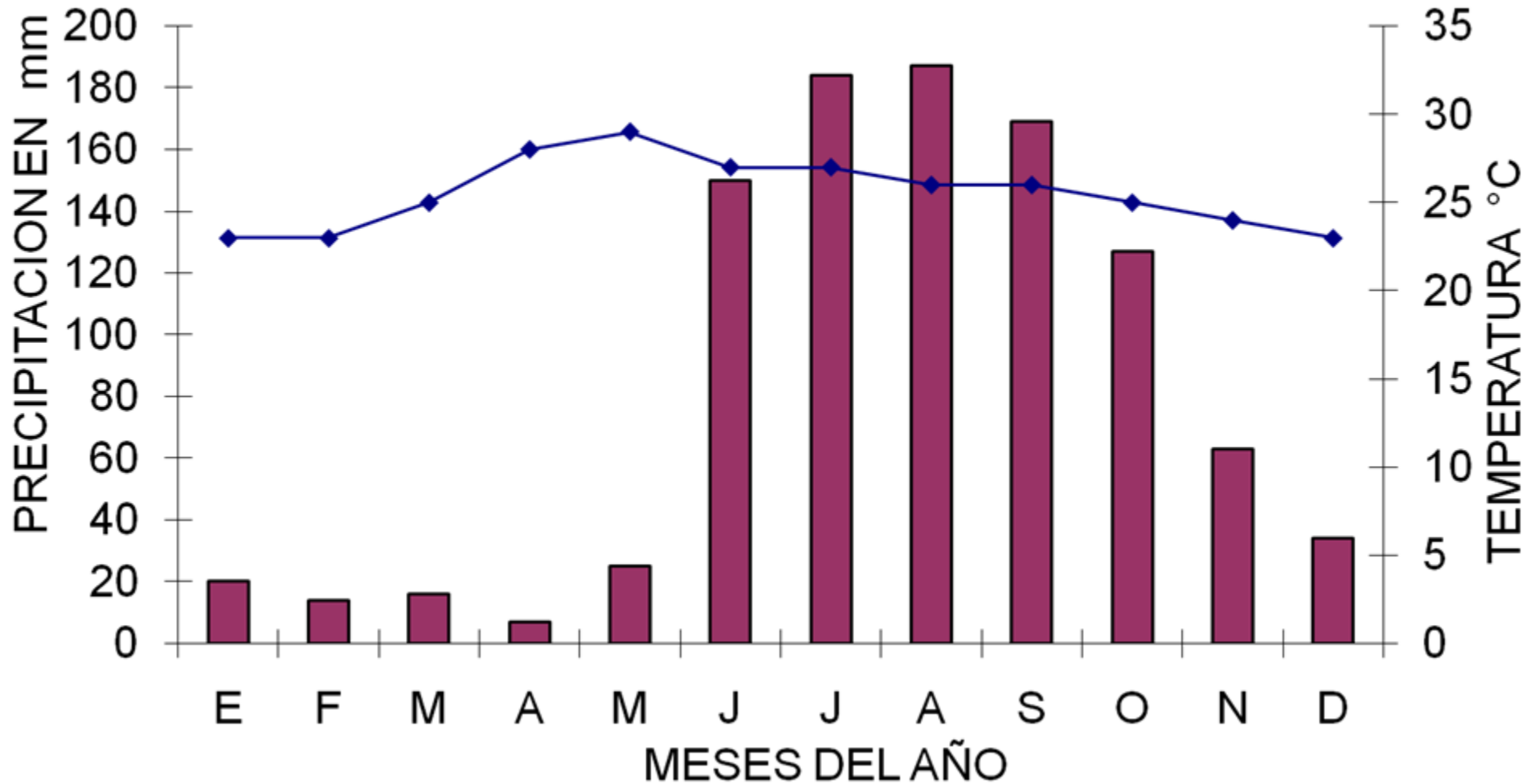
nortes

seca

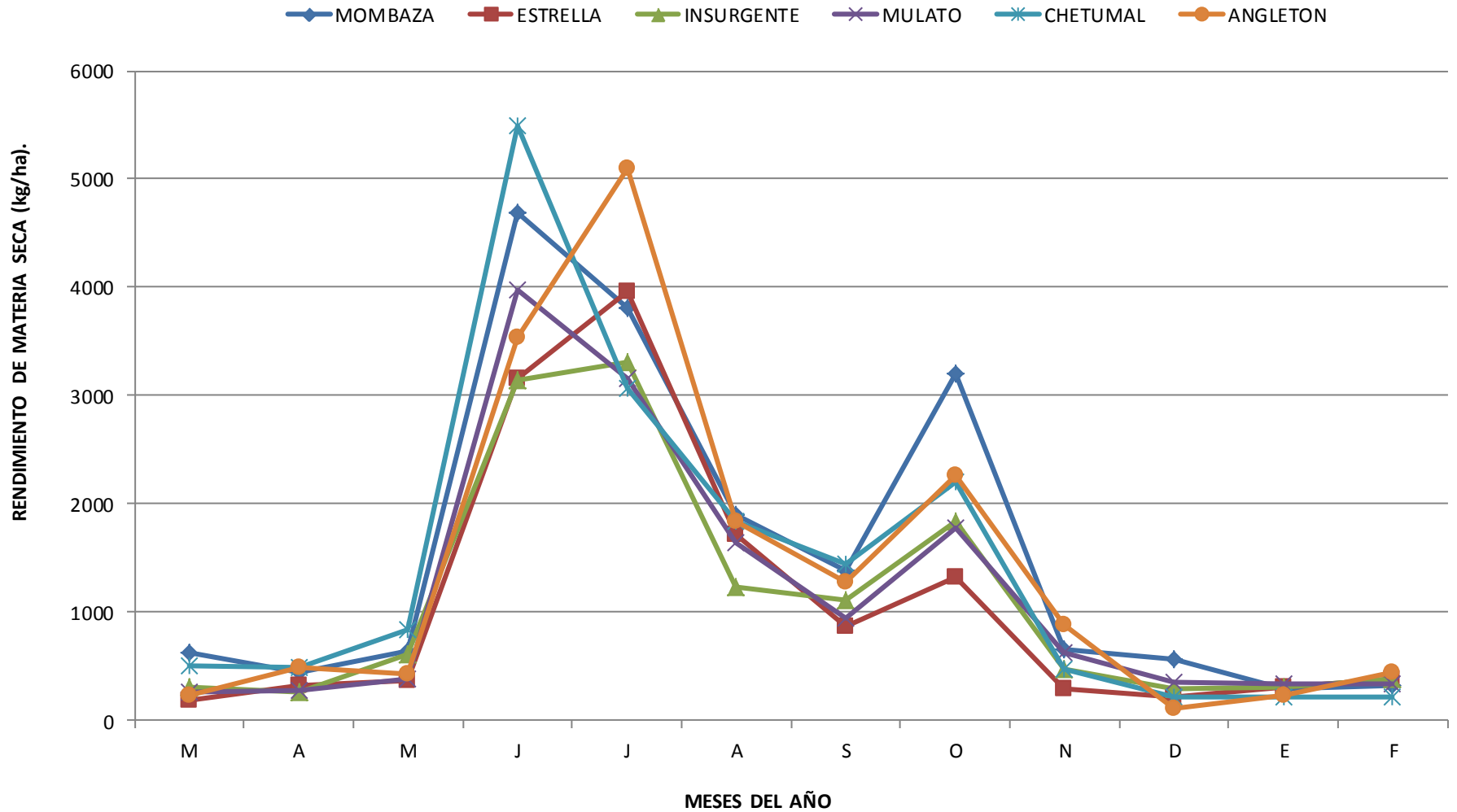
lluvias

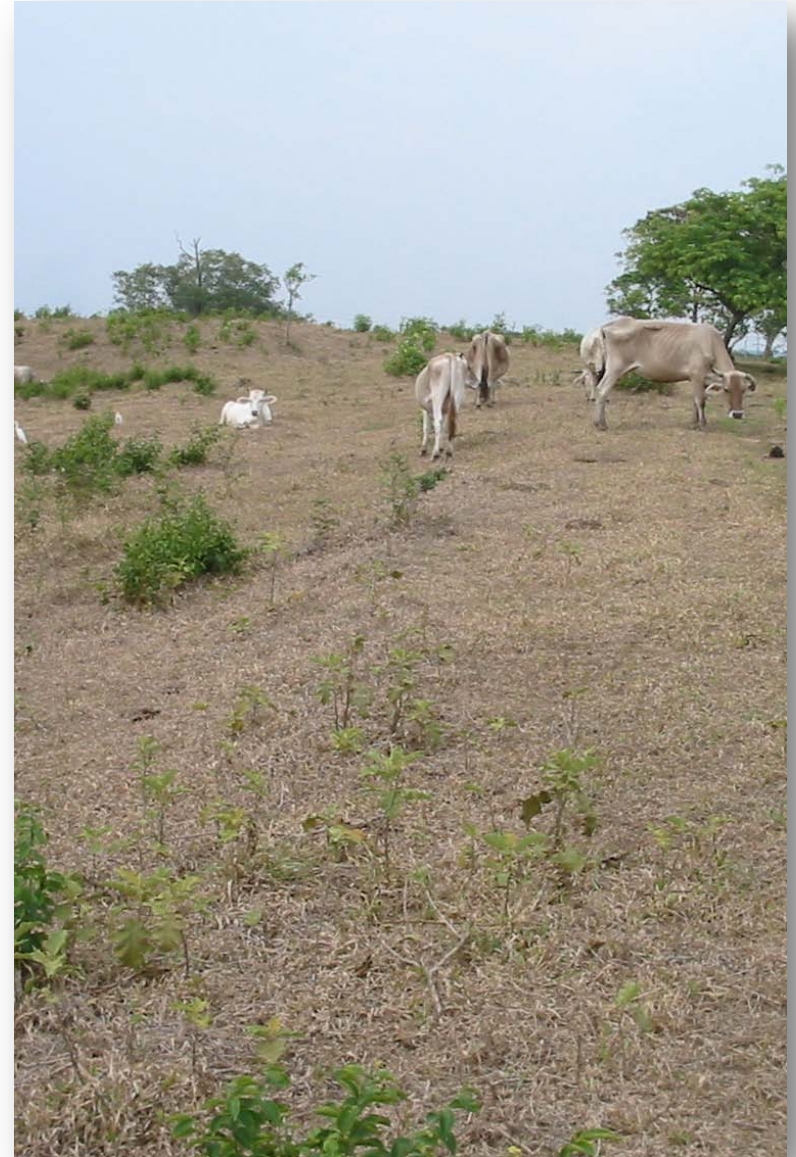
nortes

PRECIPITACIÓN



Distribución de la producción de forraje de diferentes pastos, en Paso del Toro Ver.





PROBLEMAS DE LA GANADERIA

- Escasez de forraje
 - Manejo inadecuado de praderas
 - Degradación de praderas
 - Plagas y enfermedades
 - Baja fertilidad de suelos
 - Bajo uso de forrajes conservados
 - **Deficiente conocimiento y uso de germoplasma forrajero.**
-

Diversidad genética

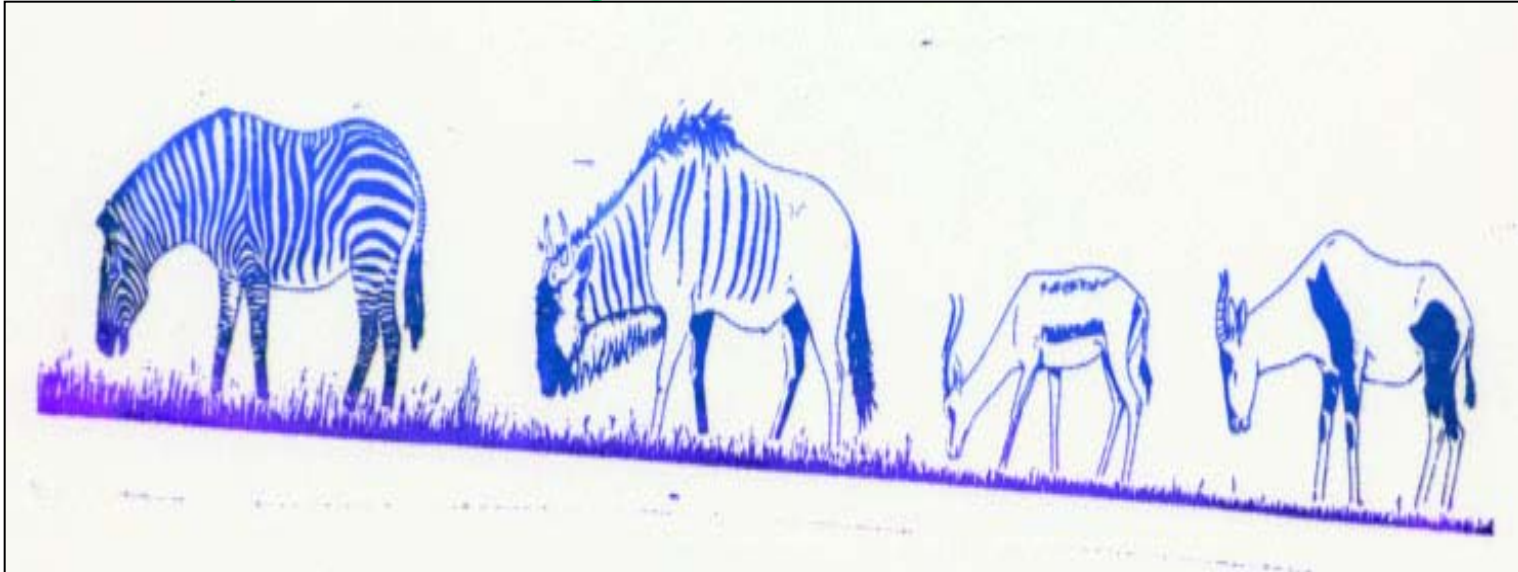
¿QUÉ ES LA DIVERSIDAD GENÉTICA?

✓ La diversidad genética se manifiesta por la diferencia en muchos caracteres, incluyendo los ojos, la piel, y el color del cabello en humanos, el color y los patrones de bandeo de caracol, el color de las flores en plantas, y las proteínas, enzimas y secuencias de ADN de todos los organismos.





- 10,000 especies de gramíneas en el mundo.
- 40 especies son utilizadas como forraje.
- La mayoría son originarias de África.



Las gramíneas africanas evolucionaron a amplia diversidad de herbívoros durante al menos 11 millones de años, mientras que los pastizales en América se desarrollaron hace 5 o 6 millones de años.

(Kellogg, 2001).

¿DE DONDE VIENEN LOS PASTOS QUE SE UTILIZAN EN MEXICO?



PASTOS INTRODUCIDOS ACCIDENTALMENTE

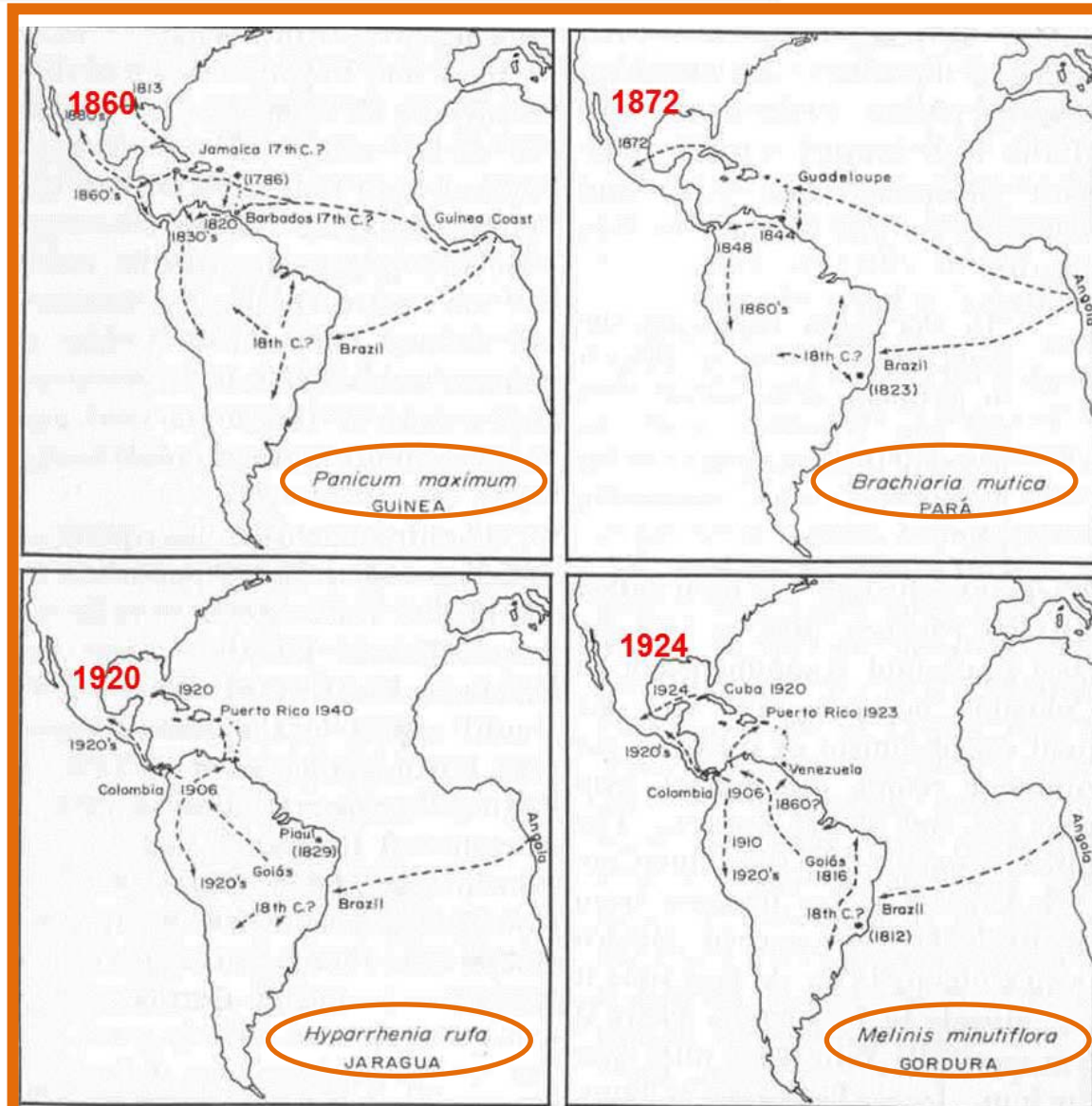
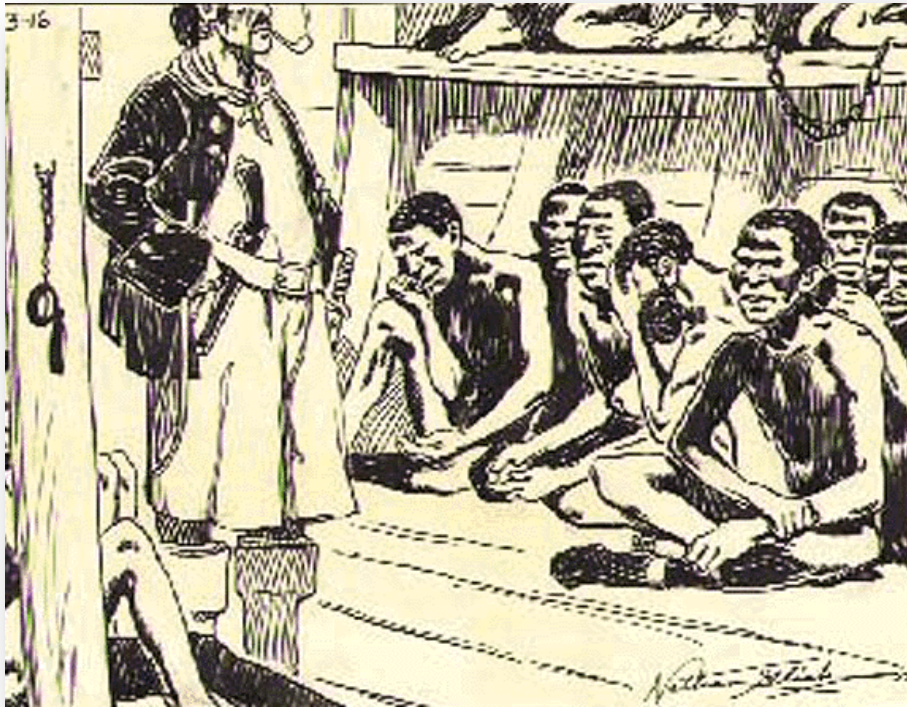


FIG. 1. The spread of some African pasture grasses into the New World tropics.
* (1823) = place of collection and date of first scientific description of species.



J.J. Parsons 1972

DISTRIBUCION NATURAL DE *Brachiaria brizantha*.



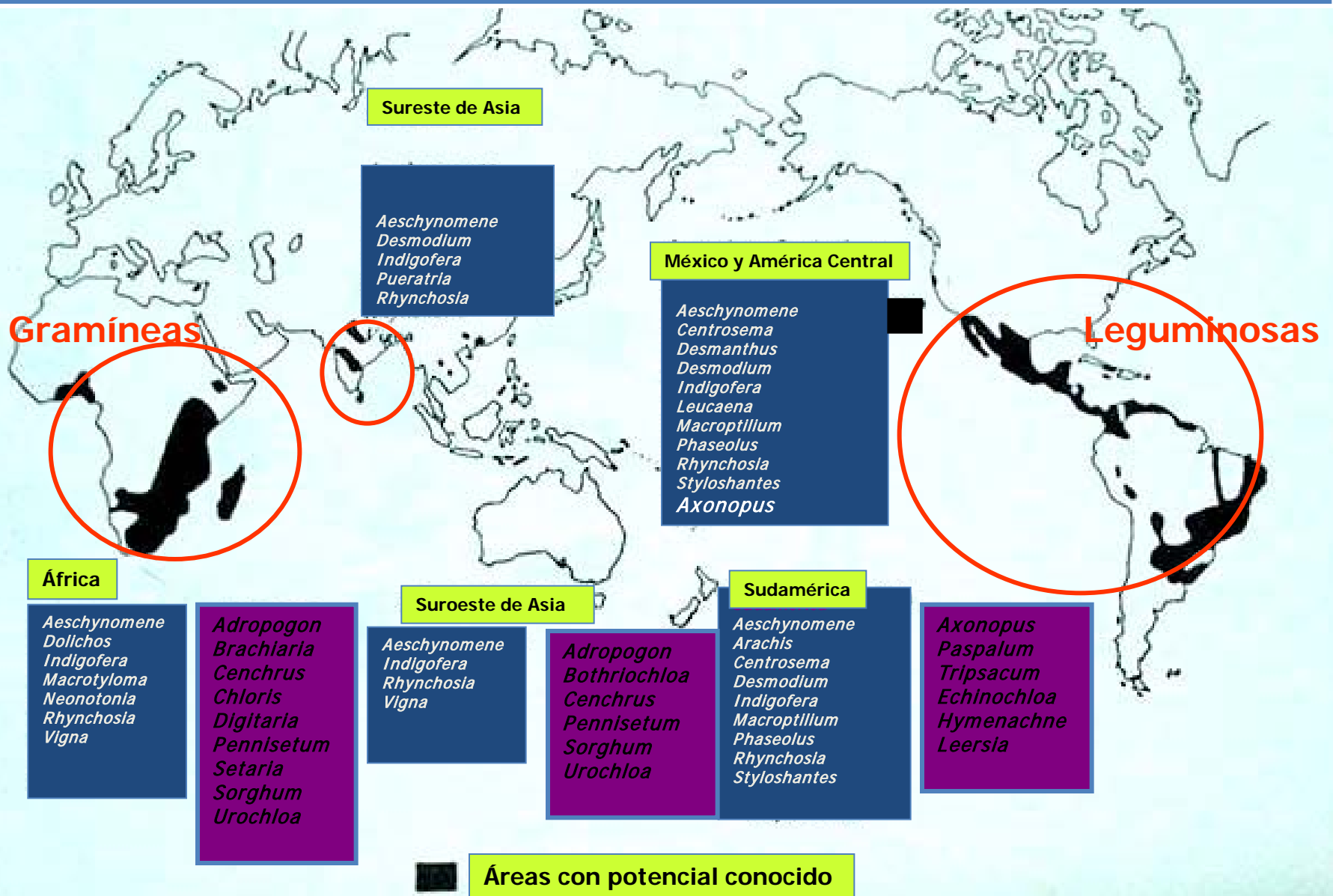
· SITIOS DE RECOLECCION DE GERMOPLASMA

DISTRIBUCION NATURAL DE *Brachiaria brizantha*

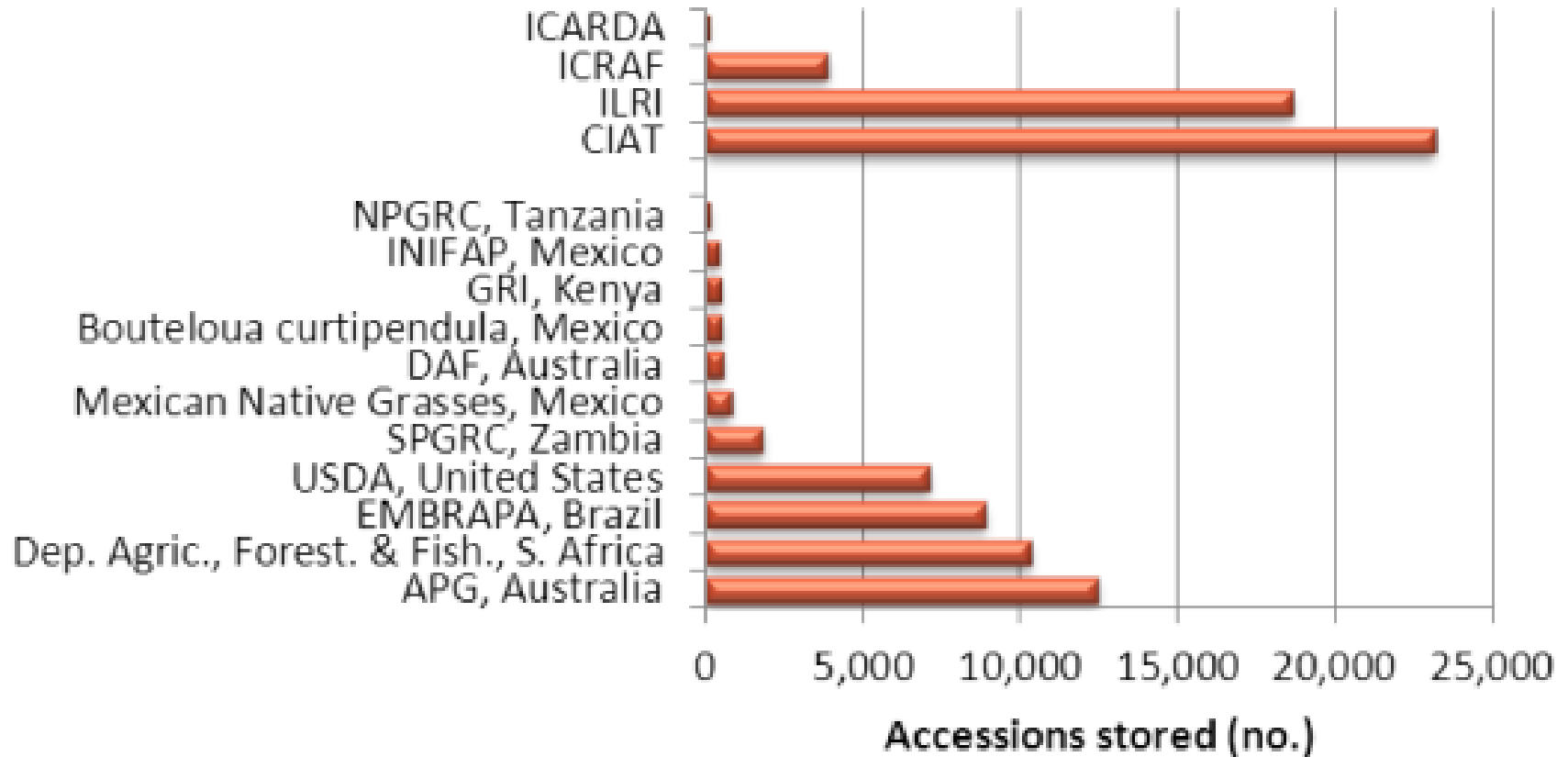
Algunas Instituciones de investigación que conservan germoplasma de especies forrajeras

- ORSTOM -IRD (Francia) *Panicum*
- CIAT (Colombia) Varios géneros de gramíneas y leguminosas
- CIMMYT (México) *Tripsacum, Maíz.*
- CSIRO (Australia) Varios géneros gramíneas y leguminosas tolerantes a sequía.
- USDA Varios géneros y especies
- ILRI (Etiopia) Varios géneros gramíneas y leguminosas
- EMBRAPA (Brasil)
- OFI Arbustivas: *Leucaena, Gliricidia* (Inglaterra)
- IBONE *Paspalum* (Argentina)
- Instituciones Nacionales de Investigación (INIFAP, CP, UAAAN)

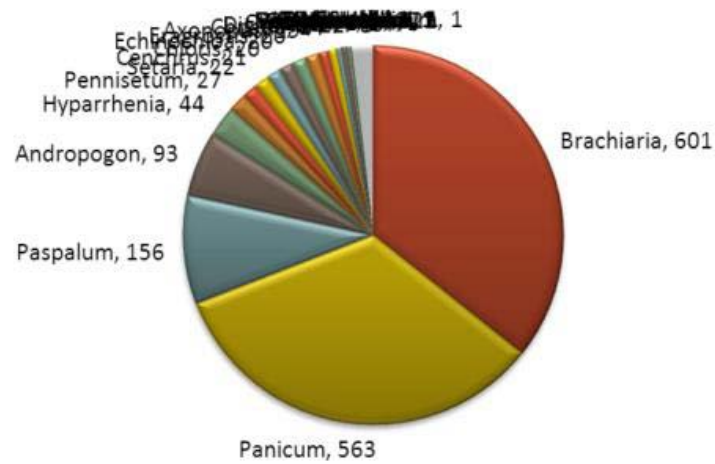
Lugares de recolección de plantas forrajeras por CSIRO (1947-1980).



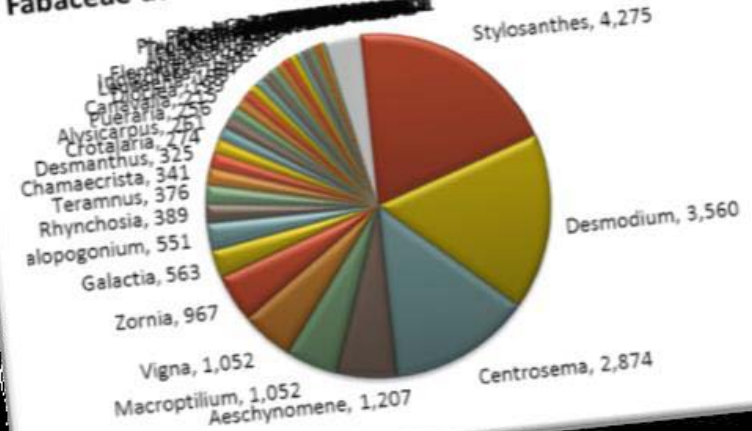
Forage collections



Poaceae at CIAT: all genera sorted by no. of accessions



Fabaceae at CIAT: all genera sorted by no. of accession:



BANCOS DE GERMOPLASMA, ILRI Y CIAT

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Colecciones importantes de germoplasma de gramíneas tropicales y centros de investigación que las resguardan.

Genero	CSIRO		CIAT		ILRI	
	Especies	Accesiones	Especies	Accesiones	Especies	Accesiones
<i>Andropogon</i>	21	106	3	100	6	45
<i>Brachiaria</i>	23	169	27	687	27	658
<i>Cenchrus</i>	11	536	2	54	4	114
<i>Cynodon</i>	7	70	2	15	3	107
<i>Digitaria</i>	46	425	8	29	13	53
<i>Echinochloa</i>	10	63	5	15	5	54
<i>Hyparrhenia</i>	9	59	13	71	8	38
<i>Panicum</i>	58	632	10	536	16	197
<i>Paspalum</i>	50	339	14	114	9	63
<i>Pennisetum</i>	20	334	9	53	18	210

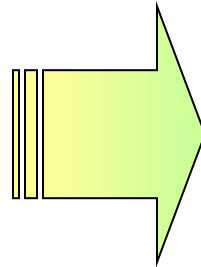
Colecciones importantes de germoplasma de leguminosas tropicales y centros de investigación que las resguardan.

Género	CSIRO		CIAT		ILCA	
	Especies	Accesiones	Especies	Accesiones	Especies	Accesiones
<i>Centrosema</i>	32	1231	33	2376	12	326
<i>Desmodium</i>	98	1531	47	2777	27	166
<i>Leucaena</i>	12	683	13	193	17	174
<i>Macroptilium</i>	16	688	10	601	---	---
<i>Pueraria</i>	---	---	4	237	---	---
<i>Stylosanthes</i>	51	2277	25	3564	14	1127

¿Selección de la Especie ideal?

✦ Características:

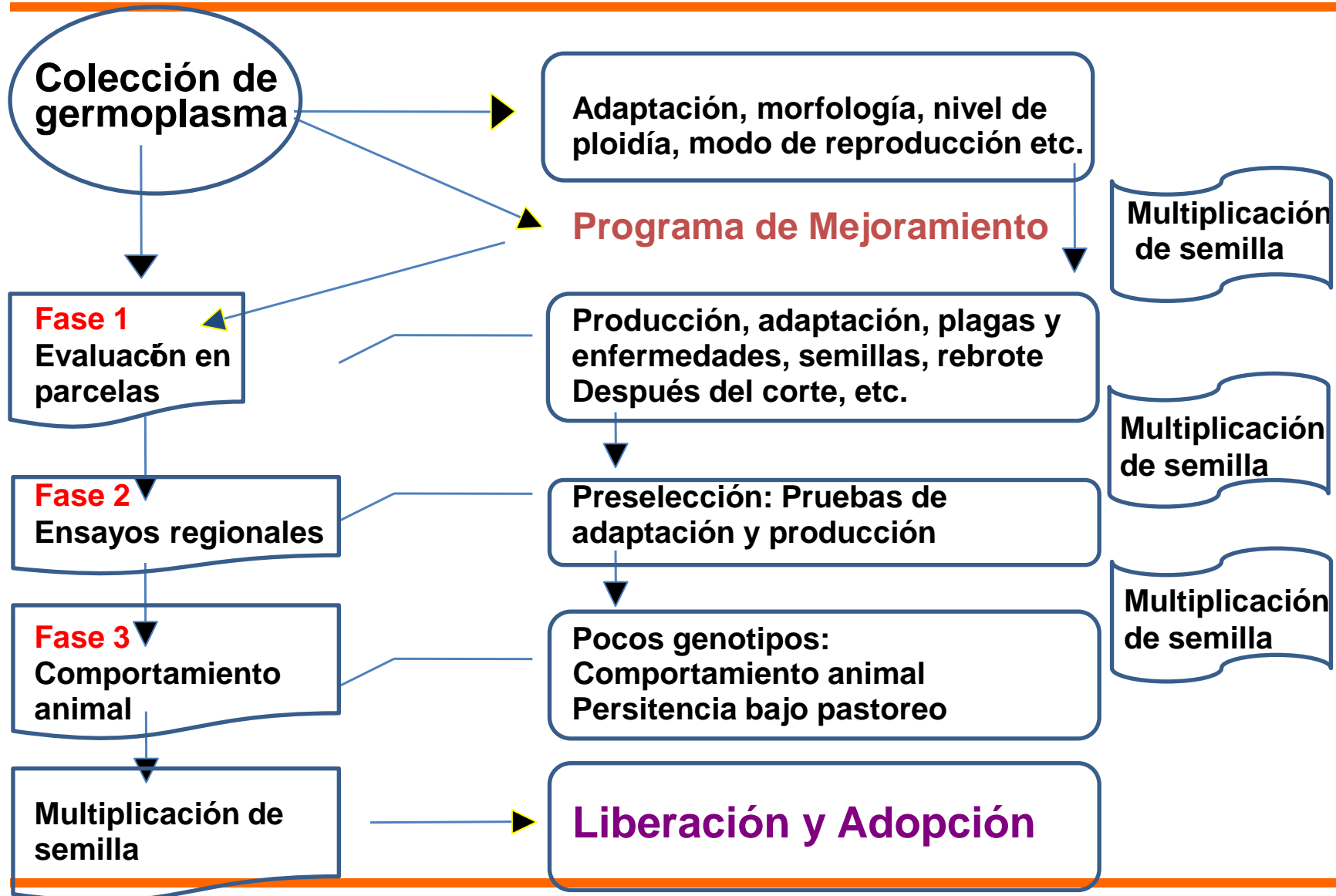
- ✓ Adaptación: Clima -Suelo
- ✓ Vigor de plántulas
- ✓ Tasas de crecimiento
- ✓ Tolerancias al frío, inundaciones, calor y/o sequía
- ✓ Resistencia a plagas y enfermedades.
- ✓ Tolerancia al pastoreo, corte y quema
- ✓ Habilidad competitiva
- ✓ Producción de semillas



✦ Variables:

- ✓ Rendimiento
- ✓ Relación Hoja : Tallo
- ✓ Persistencia
- ✓ Calidad nutritiva
- ✓ Palatabilidad
- ✓ Capacidad de asociación
- ✓ Fácil propagación y establecimiento

Esquema para la evaluación de germoplasma forrajero tropical



CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 52 ECOTIPOS DE *Panicum maximum*.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO	RANGO
Producción MS (Ton/ha)	2.9	0.65-4.4
Relación Hoja/Tallo (%)	1.3	0.4-5.5
Altura (Cm)	84.6	43-113
Diámetro basal (cm)	42.3	32-55
Largo de hoja (cm)	47.8	20-74
Ancho de hoja (medio)	2.0	0.8-4.0
Vallejos et al., 1989.		

PASTOS INTRODUCIDOS AL TROPICO DE MEXICO

VARIACIÓN EN EL VALOR NUTRITIVO DE 52 ECOTIPOS DE *Panicum maximum*

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO	RANGO
■ PC en hojas (%)	17.8	13.1-21.3
■ PC en tallos (%)	10.1	6.5-16.3
■ PC en plantas (%)	14.0	10.4-16.5
■ DIVMS en hojas (%)	63.4	55.6-69.5
■ DIVMS en tallos (%)	60.2	45.8-70.7
■ DIVMS en plantas (%)	61.7	49.9-68
■ Vallejos et al., 1989.		

Introducción de Especies Forrajeras

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Recursos genéticos

De 1956 a 1980, se evaluaron 100 accesiones de gramíneas y 270 de leguminosas.

Importancia actual:

Guinea *P. maximum*, Elefante y Merkeron de *Pennisetum purpureum*, Alemán, *Echinochloa polystachya*, Estrella Africana *Cynodon nlenfuensis*



Poco importantes:

Jaragua *Hyparrhenia rufa*, Pangola *Digitaria decumbens* y Caña japonesa *Saccharum sinensis*
Bermuda



Totalmente sustituidas:

Imperial *Axonopus scoparius*, Honduras *Ixophorus unisetus* y Gordura *Melinis minutiflora*.

Gramíneas importantes para la ganadería mexicana introducidas de África

Orden de Introducción al trópico de México

- Guinea *Megathyrsus maximus*,
- Pará *Brachiaria mutica* (Forks.) Stapf
- Jaragua *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf
- Bermuda *Cynodón dactylon* (L) Pers.
- Elefante *Pennisetum purpureum* Schum
- Buffel *Cenchrus ciliaris* (L)
- Estrella de África *Cynodon nlenfuensis* Vanderyst.
- Pangola *Digitaria decumbens* Stent
- Bermuda *Cynodon dactylon* L. (Brazos, Cruza 1, Tifton, etc.)
- Taiwan, kinggrass, elefante *Pennisetum purpureum*.
- *Hemarthria altissima* (Limpo), *Setaria* spp.
-
- **Segunda generación de introducciones de 1980 a la fecha:**
 - Señal o Chontalpo *Brachiaria decumbens* Stapf
 - Guínea *Panicum maximum* Jacq. (Tanzania, Tobiata, Likoni, Mombaza, etc.)
 - Insurgente *Brachiaria brizantha* A. Richard Stapf (Toledo, MG4)
 - Chetumal o Humidicola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Sch (Dictioneura)
 - Ruzi, *B. ruziziensis* Germ & Evrard
 - Llanero *Andropogon gayanus* Kunth (Tuntun)
 - Maralfalfa, OM-22, CT-115, Roxo, Mott, etc. *Pennisetum purpureum*

Gramíneas importantes para la ganadería mexicana introducidas de África



En 2012 se firmó un convenio de colaboración entre:



Instituciones participantes



Dra. Jean Hanson
Banco de germoplasma ILRI



Dr. Rein van der Hoek - Investigador
Dr. Rainer Schultze-Kraft - Investigador
Dr. Daniel Debouck Programa de Recursos Genéticos
Dr. Michael Peters Programa de Forrajes Tropicales



Dra. Denise Costich
Investigadora Maíz y sus parientes silvestres



Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Investigador – COLPOS

Objetivo General

- Desarrollar una estrategia de utilización sustentable de los recursos genéticos forrajeros (RGF) de importancia para el país, tanto de especies nativas como introducidas.

Productos generados



Introducción de recursos genéticos forrajeros adquiridos de ILRI, CIAT y CIMMYT (283, 32 y 62 RGF, respectivamente).



3 Cursos –Taller de Capacitación sobre Recolección, Conservación y Evaluación de RGF a Investigadores mexicanos involucrados en el proyecto

Gramíneas

Nombre Científico	Acc.	Nombre Científico	Acc.
<i>Andropogon gayanus</i>	2	<i>Chloris gayana</i>	1
<i>Anthephora pubescens</i>	3	<i>Cynodon aethiopicus</i>	1
<i>Brachiaria bovonei</i>	2	<i>Cynodon dactylon</i>	2
<i>Brachiaria brizantha</i>	13	<i>Fingertuthia africana</i>	1
<i>Brachiaria decumbens</i>	6	<i>Hyparrhenia rufa</i>	6
<i>Brachiaria humidicola</i>	2	<i>Panicum maximum</i>	9
<i>Brachiaria lachnantha</i>	3	<i>Pennisetum polystachion</i>	9
<i>Brachiaria nigropedata</i>	3	<i>Setaria megaphylla</i>	3
<i>Brachiaria platynota</i>	1	<i>Setaria sphacelata</i>	10
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	2	<i>Triraphis ramosissima</i>	1

Total: 11 géneros, 20 especies y 80 accesiones

Leguminosas herbáceas

Nombre Científico	Acc.	Nombre Científico	Acc.
<i>Centrosema pascourum</i>	1	<i>Macrotyloma atropurpureum</i>	1
<i>Centrosema pubescens</i>	1	<i>Macrotyloma axilare</i>	1
<i>Centrosema schothie</i>	1	<i>Macroptilium lathyroides</i>	1
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	4	<i>Neonotonia wigthii</i>	7
<i>Clitoria ternatea</i>	19	<i>Pueraria phaseoloides</i>	1
<i>Desmodium intortum</i>	1	<i>Stylosanthes guianensis</i>	4
<i>Desmodium uncinatum</i>	1	<i>Stylosanthes hamata</i>	3
<i>Desmodium virgatus</i>	2	<i>Stylosanthes scabra</i>	4
<i>Lablab purpureus</i>	3	<i>Vigna parker</i>	1
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	25	<i>Vigna unguiculata</i>	5

Total: 12 géneros, 20 especies y 86 accesiones

Leguminosas arbustivas

Nombre Científico	Acc.
<i>Leucaena leucocephala</i>	2
<i>Leucaena diversifolia</i>	1
<i>Leucaena palida</i>	1
<i>Sesbania sesban</i>	3
<i>Cajanus cajan</i>	2

Total: 3 géneros, 5 especies y 9 accesiones

En 2012 estableció un convenio de colaboración entre el INIFAP –ILRI Y CIAT



Verdineño



Paso del Toro, Veracruz



RECURSOS GENÉTICOS FORRAJEROS EN EL SITIO EXPERIMENTAL EL VERDINEÑO

RGF	Ecotipos
Gramíneas introducidas	74
Gramíneas nativas	7 (1:54)
Leguminosas arbustivas	29
Leguminosas herbáceas	28
R G F – ILRI	180
R G F – CIAT	14
R G F - CIMMYT	62

Evaluaciones en Gramíneas

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



META: LIBERAR VARIIDADES DE PASTOS CON ALTO DESEMPEÑO



¿Y en México no hay ?

Poco se ha tocado lo referente a la diversidad natural de germoplasma forrajero.



West Indian marsh grass
Hymenachne amplexicaulis
Photo by A. Murray
Copyright 2000 Univ. Florida



América contribuye con algunas gramíneas importantes para el mundo:

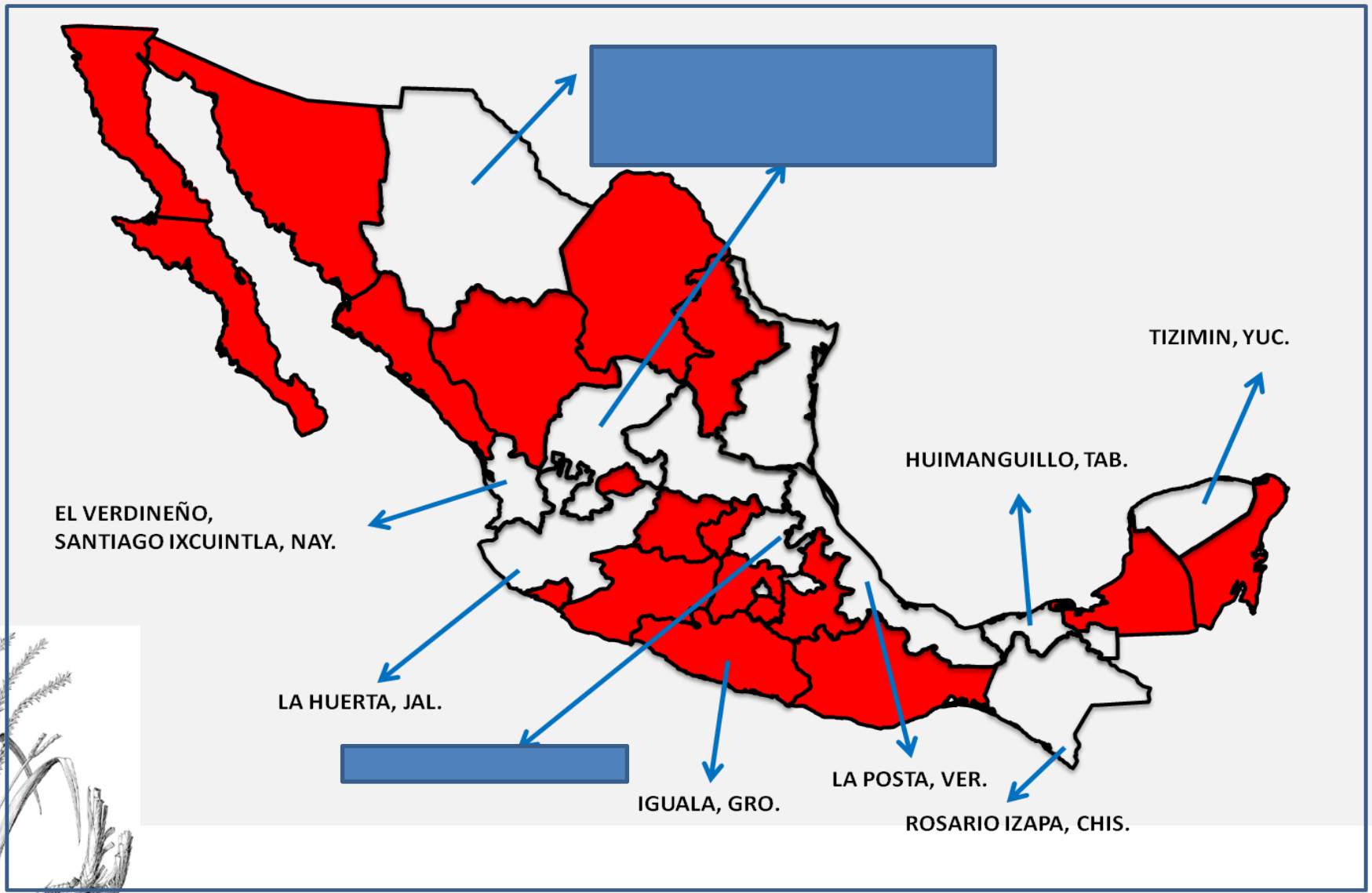
- Maíz
- Bahía *Paspalum notatum* Flüegge
- Zacate de llano *Paspalum plicatulum*
- Dallisgrass *Paspalum dilatatum* Poir
- Guatemala *Tripsacum andersonii* de Wet & Hernández
- Alemán *Echinochloa polystachya* (HBK) Hitch
- Azuque *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN





Ubicación de los Jardines



RECOLECCION Y EVALUACION DE RECURSOS GENETICOS NATIVOS DE MEXICO

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

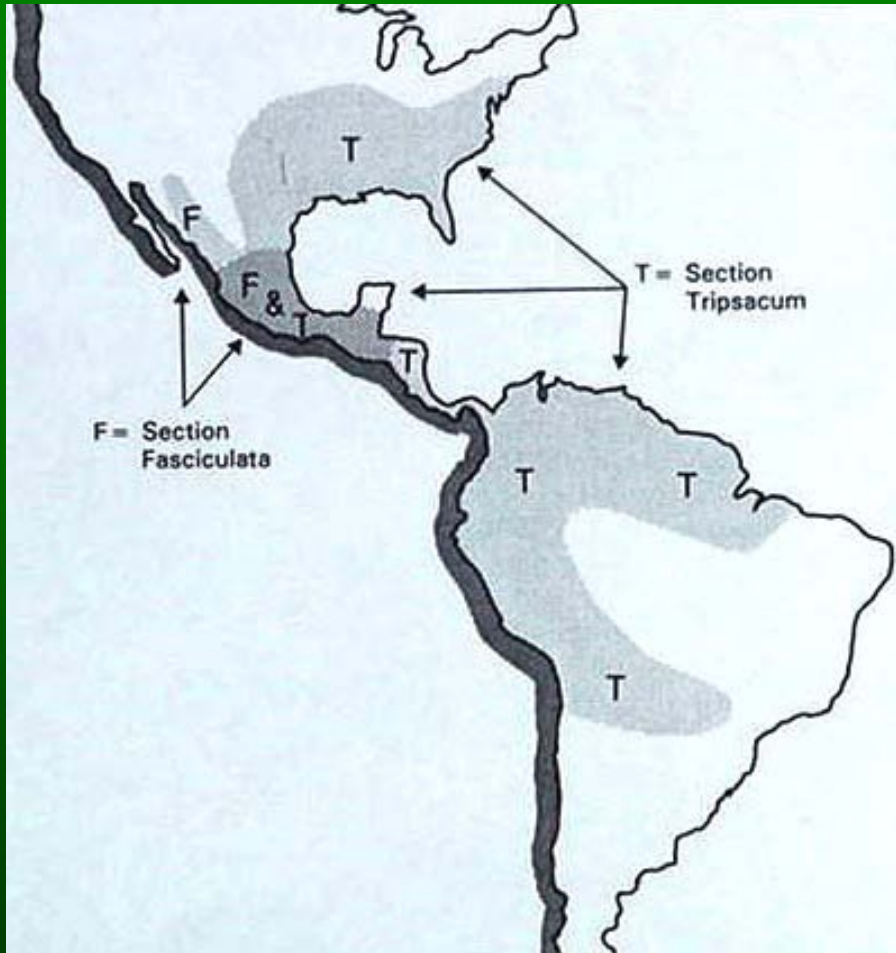


inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



GERMOPLASMA NATIVO DE MEXICO





El centro de diversidad genética del género *Tripsacum* esta localizado en el sur de México y Guatemala (Randolph, 1950; 1955).



Tripsacum



Evaluaciones en *Tripsacum* spp.



62 ECOTIPOS

- Resultados observables en campo



RECURSOS GENÉTICOS DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS NATIVAS: *Hymenachne amplexicaulis*, PARA TIERRAS INUNDABLES DEL TROPICO MEXICANO.



Azuque *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees



Objetivo

Recolección de material genético de *Hymenachne amplexicaulis* en las vertientes del Golfo y del Pacífico de México.

Con propósitos de Caracterización, Selección y mejoramiento genético a corto plazo.





Figura 1. Recorrido de recolección de material genético de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees en México.

Secuencia de recolección de materiales de *Hymenachne amplexicaulis*





RESULTADOS

- ✓ **Colectas: Octubre del 2002 a Junio del 2003**
- ✓ **Se colectaron en total 90 ecotipos**
- ✓ **Altitud sobre el nivel del mar explorada 0 a 853 Ocosingo y 619 en Comitán Chiapas.**
- ✓ **94 % de la colección en altitudes menores a 100 msnm**

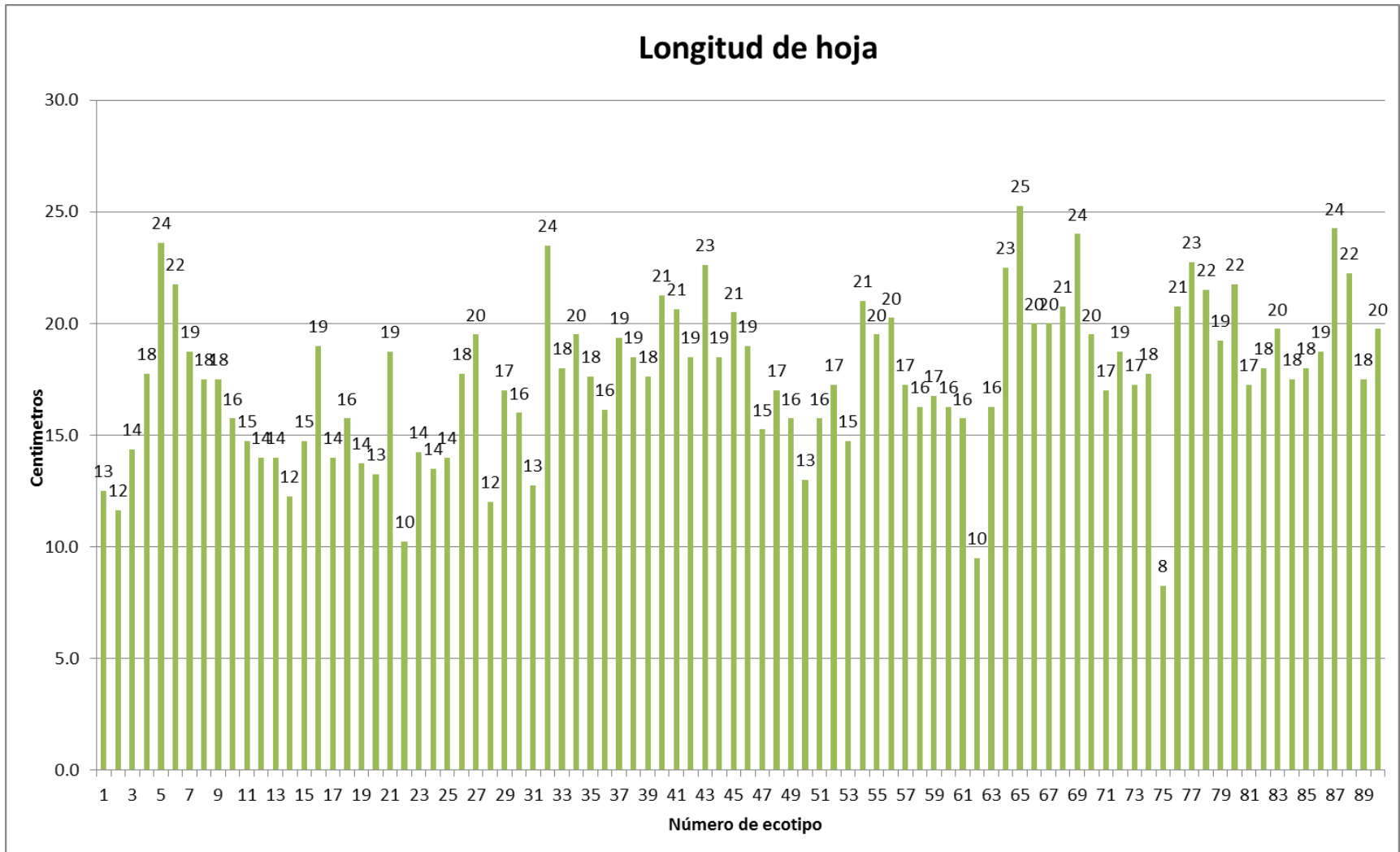


**Pacífico, Istmo de Tehuantepec
“La Ventosa”**



Golfo de México, Tabasco

Longitud de hoja



Forraje total acumulado en recursos genéticos de Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, en Isla, Veracruz.

N° de ecotipo	Forraje Acumulado MS kg ha ⁻¹			MS kg ha ⁻¹
	Hoja	Tallo	MM	Total
20	2051	4082	1958	8092
23	1995	4436	1226	7659
45	2494	6833	1926	11254
50	1659	4547	2330	8537
60	1496	4224	1325	7045
68	2250	4723	1620	8593
Alemán	2346	4101	690	7138
Pará	538	1413	273	2225
Chetumal	1344	1212	351	2908
Media	1447	2908	1174	5531
EEM	324	597	422	1011
* <u>Sig.</u>	***	***	NS	***

Calidad del forraje en genotipos de Azuche, en la época de lluvias

Genotipo	PC		FDN		FDA		CE		DG	
	Hoja Joven	Hoja Madura	Hoja Joven	Hoja Madura	Hoja Joven	Hoja Madura	Hoja Joven	Hoja Madura	Hoja Joven	Hoja Madura
G-1	14.5 ^{dB}	15.2 ^{cA}	64.8 ^{cdA}	60.4 ^{dB}	41.5 ^{bcdNS}	40.7 ^b	14.2 ^{cB}	17.6 ^{bA}	54 ^{bcNS}	53.3 ^{bcd}
G-4	16.5 ^{bA}	14.3 ^{dB}	62.5 ^{eA}	60.8 ^{cdB}	39.4 ^{dNS}	40.7 ^b	13.4 ^{dB}	16.4 ^{dA}	55.8 ^{bNS}	56.2 ^{bc}
G-9	17.2 ^{aNS}	17.2 ^a	62.5 ^{eNS}	62.5 ^{bc}	39.5 ^{dA}	31.5 ^{dB}	13.8 ^{cdB}	16.6 ^{cdA}	60.3 ^{aNS}	56.9 ^{ab}
G-13	15.9 ^{cA}	15 ^{cB}	64.2 ^{deA}	59.6 ^{dB}	39.3 ^{dNS}	38.6 ^{bc}	13.2 ^{dB}	16.4 ^{dA}	61.1 ^{aNS}	60.8 ^a
G-25	15.7 ^{cA}	14.8 ^{cB}	69.8 ^{aA}	67.8 ^{aB}	45.5 ^{aNS}	44.9 ^a	13.4 ^{dB}	14.3 ^{eA}	56.1 ^{bNS}	53.9 ^{bc}
G-26	17.1 ^{aA}	15.7 ^{bB}	65.9 ^{bcA}	64.1 ^{bB}	41 ^{cA}	37.5 ^{cB}	14.3 ^{cB}	16.5 ^{cdA}	50.5 ^{cdNS}	52.3 ^{cd}
G-27	16 ^{cA}	13.7 ^{eB}	67.5 ^{bA}	63.8 ^{bB}	42.8 ^{b^cA}	39.6 ^{bcB}	15.3 ^{bB}	17 ^{bcA}	49.8 ^{dNS}	49.7 ^{de}
G-28	14.5 ^{dA}	12.6 ^{fB}	66.1 ^{b^cA}	60.1 ^{dB}	43.6 ^{abA}	39.9 ^{bB}	17.5 ^{aB}	23.6 ^{aA}	49.7 ^{dNS}	46.2 ^e
EEM	0.12	0.12	0.56	0.56	0.80	0.80	0.19	0.19	1.34	1.34

Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa (P<0.05)

Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa (P<0.05)

PC= Proteína cruda, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, CE= Cenizas,

DG= Digestibilidad, EEM= Error estándar de la media

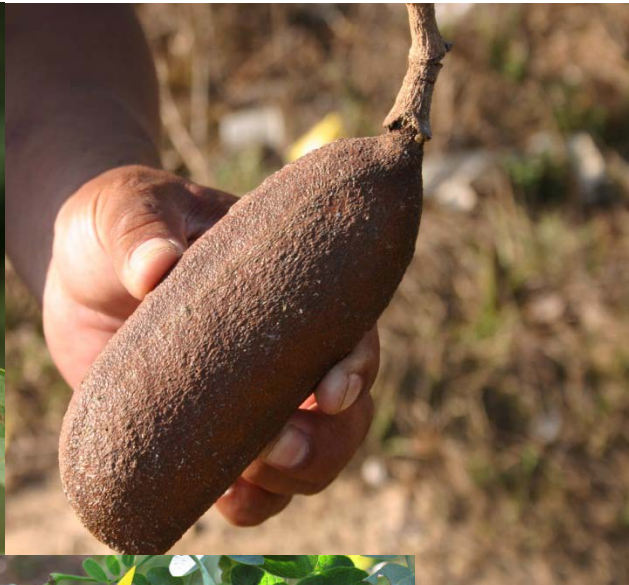
Caso *Hymenachne amplexicaulis*



De las evaluaciones realizadas se identificó un ecotipo con características sobresaliente : buena producción de forraje y valor nutritivo, por lo que posiblemente sea candidato para su registro como nueva variedad.



Leguminosas Forrajeras: Recolección y Evaluación de la Diversidad.



Ahora las Leguminosas forrajeras tienen un doble interés:

1. Alimenticio

- Presentan una mayor concentración de proteína con respecto a las gramíneas (1.5 a 3 veces más)
- Benefician a la gramínea acompañante con el nitrógeno fijado
- Son ricas en Minerales (Fósforo, Potasio, Calcio)
- Presenta metabolitos secundarios (saponinas, taninos) que ayudan a mejorar, indirectamente, la condición corporal.
- Tienen un efecto complementario sobre la estabilidad productiva de la pradera durante el año

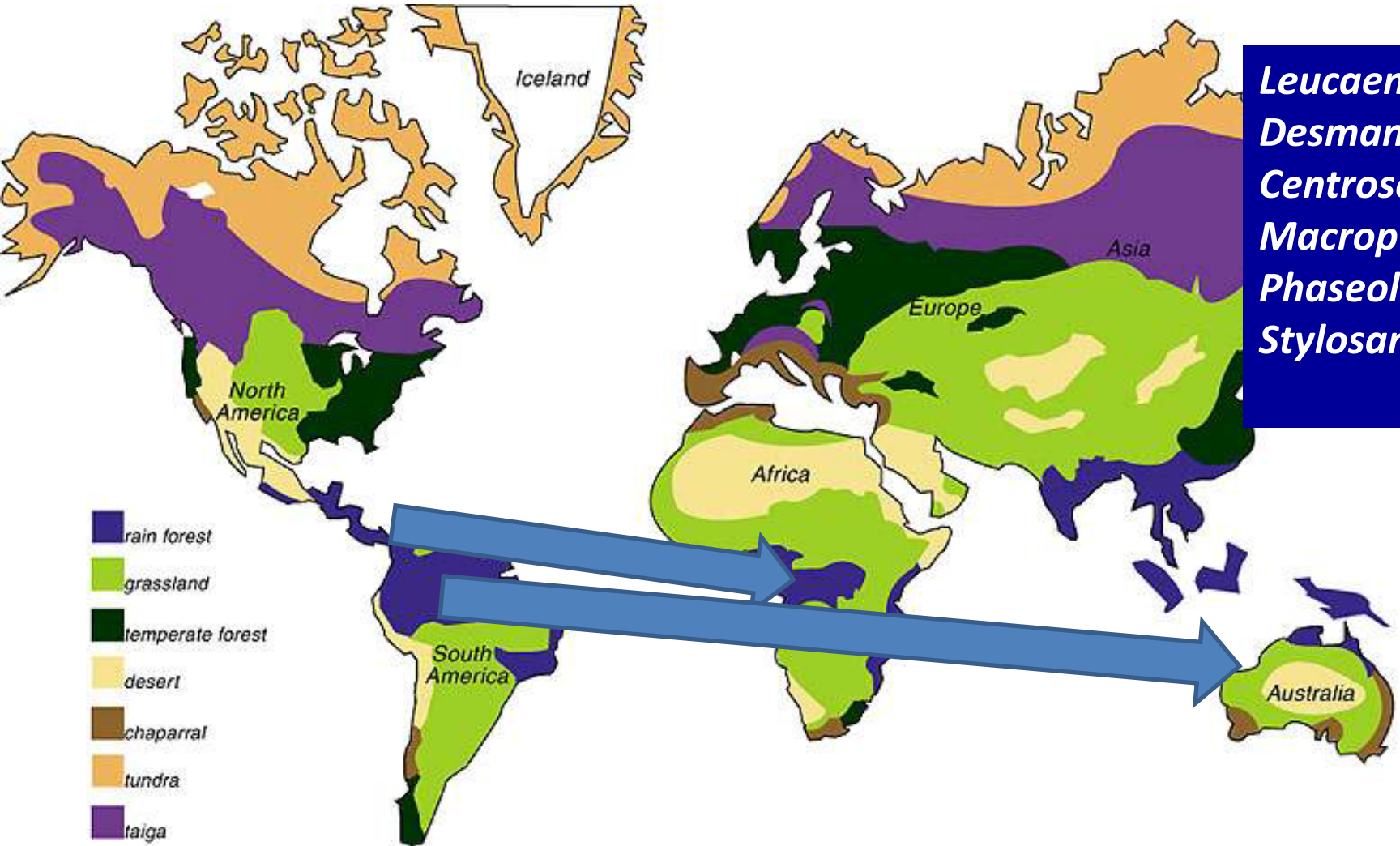
Ahora las Leguminosas forrajeras tienen un doble interés:

2. Ambiental

- Ayudan a mitigar las producciones de gas metano (< GEI), gracias a la presencia de metabolitos secundarios (saponinas, taninos)
- Por fijar nitrógeno al suelo, se requiere menos fertilización química nitrogenada, por lo que se disminuye el gasto y contaminación al suelo (menos lixiviación de nitratos a los mantos freáticos).

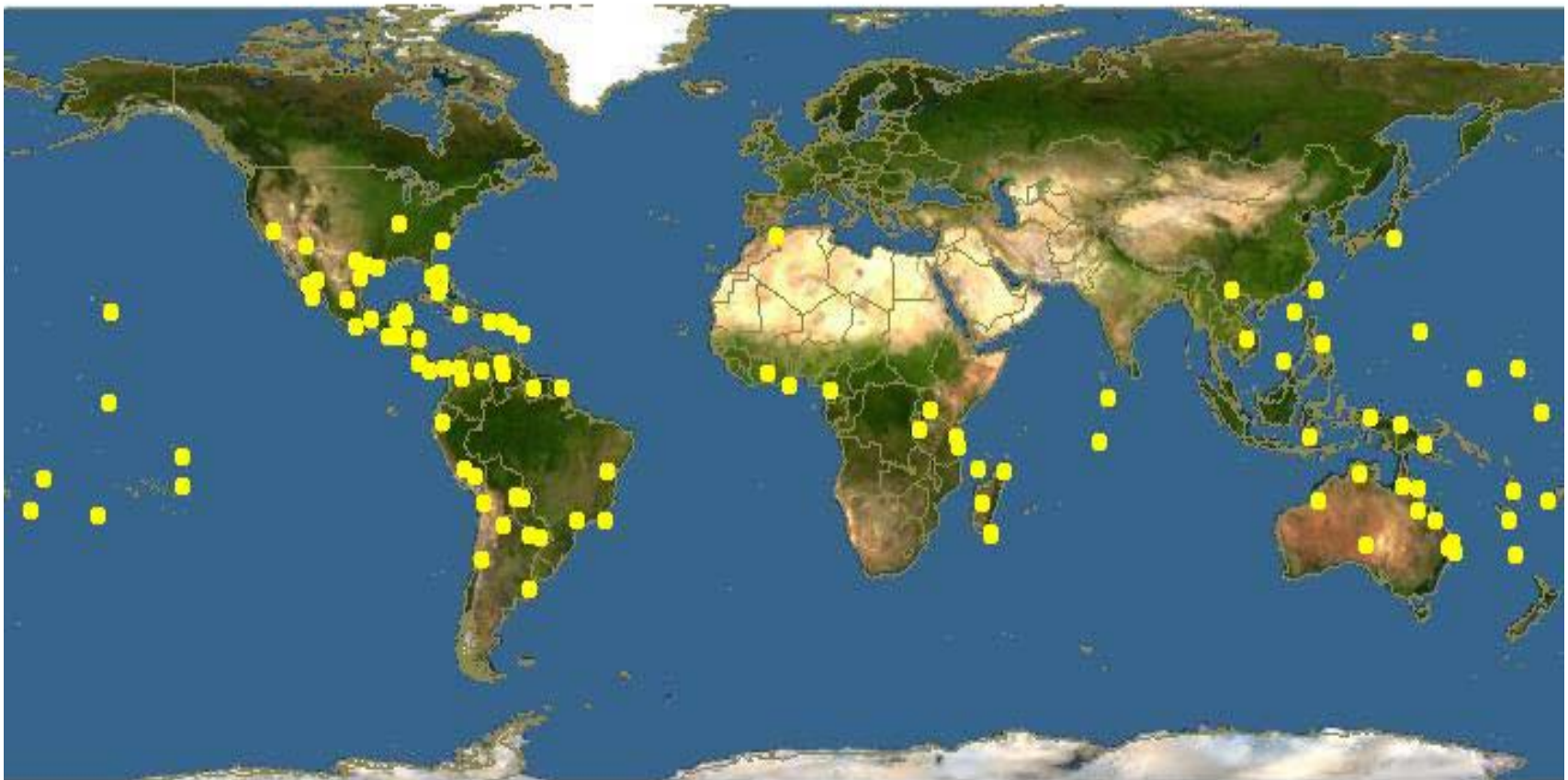
- **19,400 especies de leguminosas**
600 especies nativas de América tropical con
potencial forrajero
Amplia diversidad inexplorada en México





Leucaena
Desmanthus
Centrosema
Macroptilium
Phaseolus
Stylosanthes

¿Que leguminosa forrajera **de origen Yucateco**, ha “recorrido el mundo” y es muy apreciada y cultivada para la ganadería tropical?



Leucaena leucocephala



Altamente palatable
Más persistente que las herbáceas
Alta producción de carne o leche
Utilizada en los sistemas silvopastoriles







Crotalaria



Siratro



Stylo

Photo - CIAT ©



Mucuna

51 especies de leguminosas tropicales cuentan con variedades liberadas a nivel mundial

En México se han liberado:

Leucaena leucocephala

Pueraria phaseoloides (Jarocha)

Clitoria ternatea (Tehuana)

Arachis pintoi (Cacahuatillo)

La investigación en leguminosas forrajeras tropicales se inició en Australia en 1950 con amplia desconfianza mundial sobre su utilización.



***Leucaena leucocephala* en sistemas comerciales en Australia**

JAVIER FRANCISCO ENRIQUEZ QUIROZ
enriquez.javier@inifap.gob.mx

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Gracias por su atención

