



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Red de Investigación e Innovación para la Ganadería Bovina Tropical de CONACyT

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias

GANADERÍA BOVINA



SEMINARIO INTERNACIONAL

DE GANADERIA BOVINA TROPICAL

9 de diciembre de 2015

Sede: Auditorio Aline S. de Aluja FMVZ-UNAM

MEMORIAS

Coordinadores:

Everardo González Padilla
José Luis Dávalos Flores

INFORMES:

Dirigido a: Investigadores, profesores, estudiantes, profesionistas y público en general interesado en el tema.

Panel de Control integrado de Parásitos de bovinos en el trópico Mexicano

Control integrado de artrópodos que afectan a los bovinos en México

Roger Iván Rodríguez Vivas
MVZ, MSc, PhD, Cert. Parasitología

9 de Diciembre de 2015

IMPORTANCIA DE LOS ARTÓPODOS

- Los artrópodos transmiten patógenos a los animales y/o al humano.
- A nivel mundial los principales artrópodos tienen su mayor abundancia en regiones tropicales y subtropicales, donde existen las condiciones ecológicas y climáticas ideales para su reproducción.



Principales artrópodos ectoparásitos que afectan al ganado bovino en México

	Artrópodo	Enfermedad que trasmite
Moscas	<i>Haematobia irritans</i>	Anaplasmosis
	<i>Stomoxys calcitrans</i>	Anapmasmosis y trypanosomiasis
	<i>Tabanus spp</i>	Anaplasmosis, <i>Corynebacterium pyogenes</i> y trypanosomiasis
Garrapatas	<i>Rhipicephalus microplus</i> (<i>B. microplus</i>)	Anaplasmosis, babesiosis
	<i>Amblyomma mixtum</i> (<i>A. cajenesense</i>)	Anaplasmosis

Estimación económica de las pérdidas anuales que producen las garrapatas, moscas y NGI en los bovinos de México.

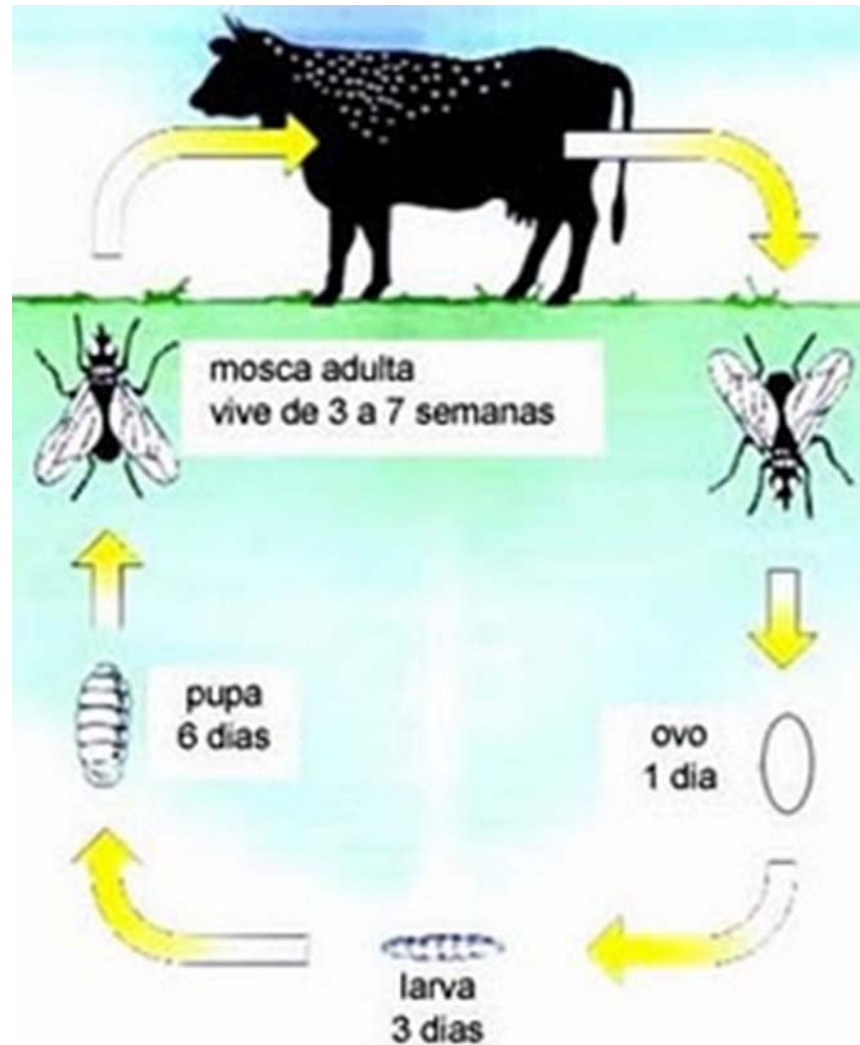
Parásitos	Millones de dólares Americanos
Nematodos gastrointestinales	\$445
<i>Rhipicephalus microplus</i>	\$573
<i>Haematobia irritans</i>	\$231
<i>Stomoxys calcitrans</i>	\$ 7

Haematobia irritans

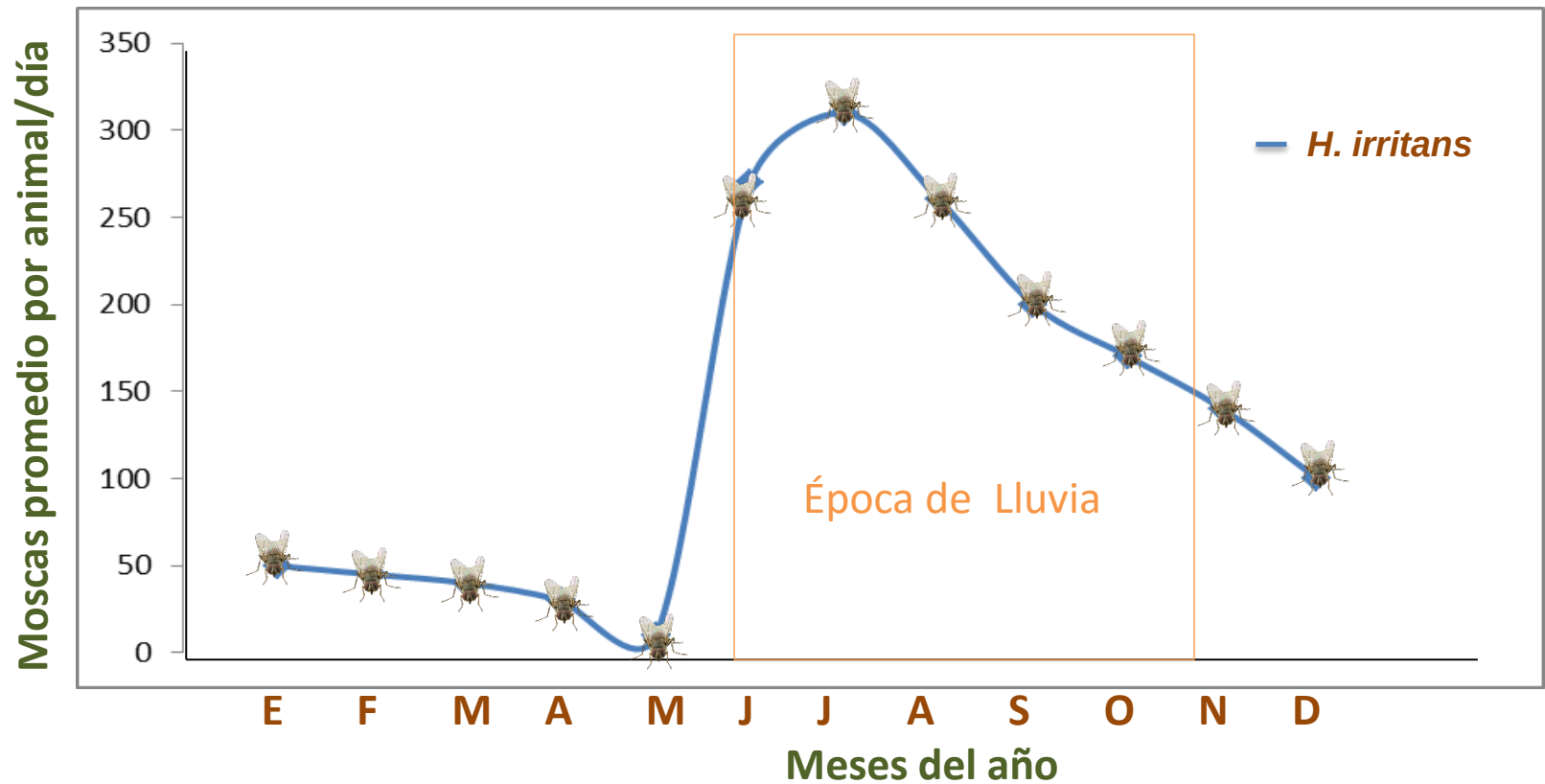
- La **mosca del cuerno** *H. irritans* es un ectoparásito obligado del ganado bovino.
- Tiene amplia distribución en América y abunda en las zonas tropicales y subtropicales con temperaturas de 20-30°C y HR 65-90%.
- Tiene capacidad de atacar animales en sistemas productivos abiertos (pastoreo) y cerrados (establos lecheros).
- Machos y hembras son hematófagos continuos, ya que se mantienen sobre el huésped día y noche, alimentándose hasta 20 ó 30 veces al día; sólo se separan de él para realizar la oviposición, esto último causa irritación y estrés.



Ciclo biológico de *H. irritans*

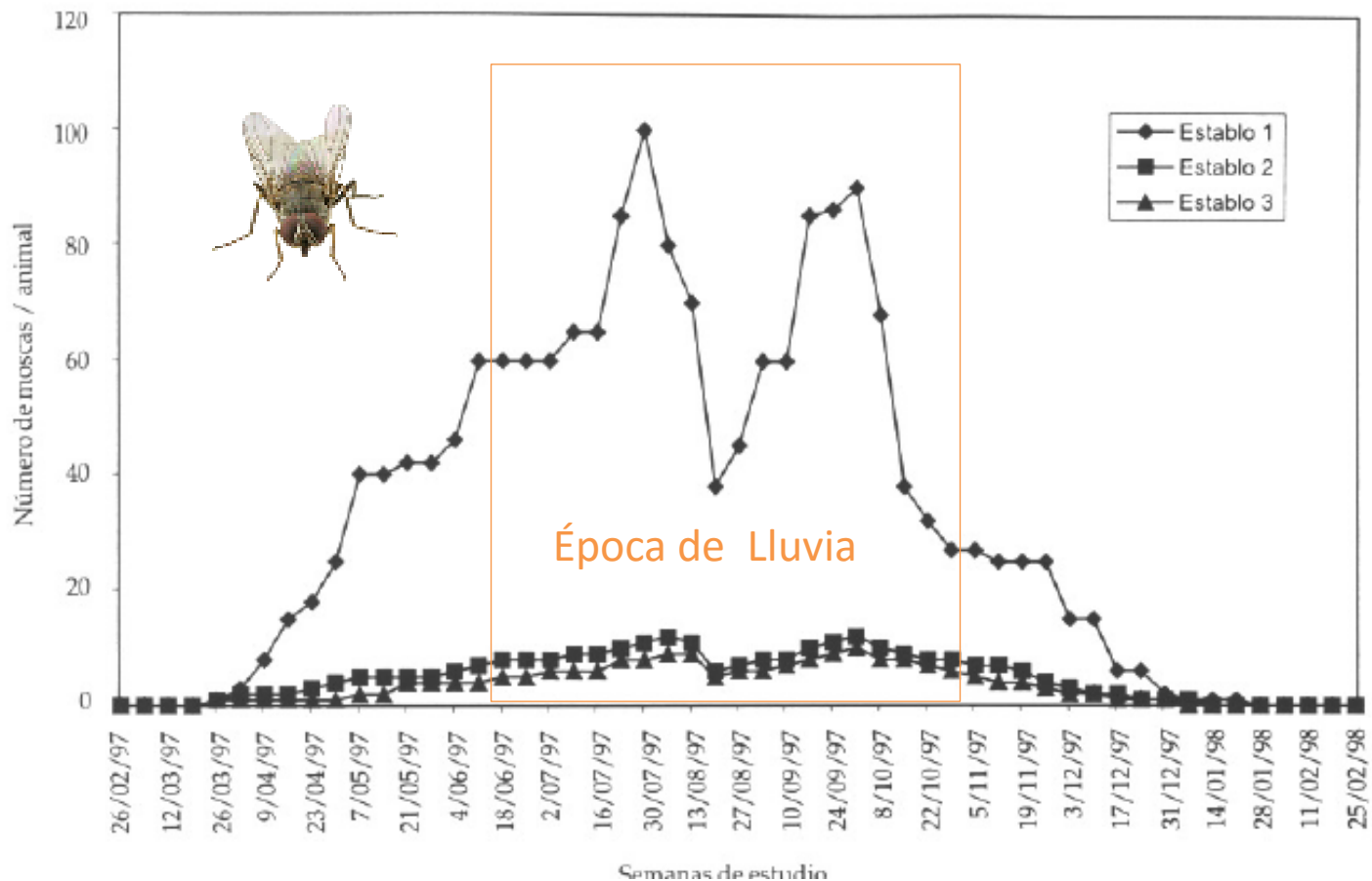


Dinámica de población de *H. irritans* en bovinos del sureste de México



(Rodríguez-Vivas et al., 2010).

Distribución anual de moscas de *H. irritans* en bovinos de tres ranchos en Aguascalientes, México.



Stomoxys calcitrans

- El género *Stomoxys* cuanta con 18 especies.
- *S. calcitrans* conocida como la mosca del establo.
- Su distribución es mundial.
- Es la mosca típica de los sistemas de animales de engorda, lechería y caballerizas.
- Machos y hembras tienen hábitos hematófagos.
- No vive continuamente sobre los animales, sino que sólo se acerca a ellos para alimentarse.
- Época de lluvia hasta 50 moscas/animal/día



Ciclo biológico de Stomoxys calcitrans



Tabánidos.

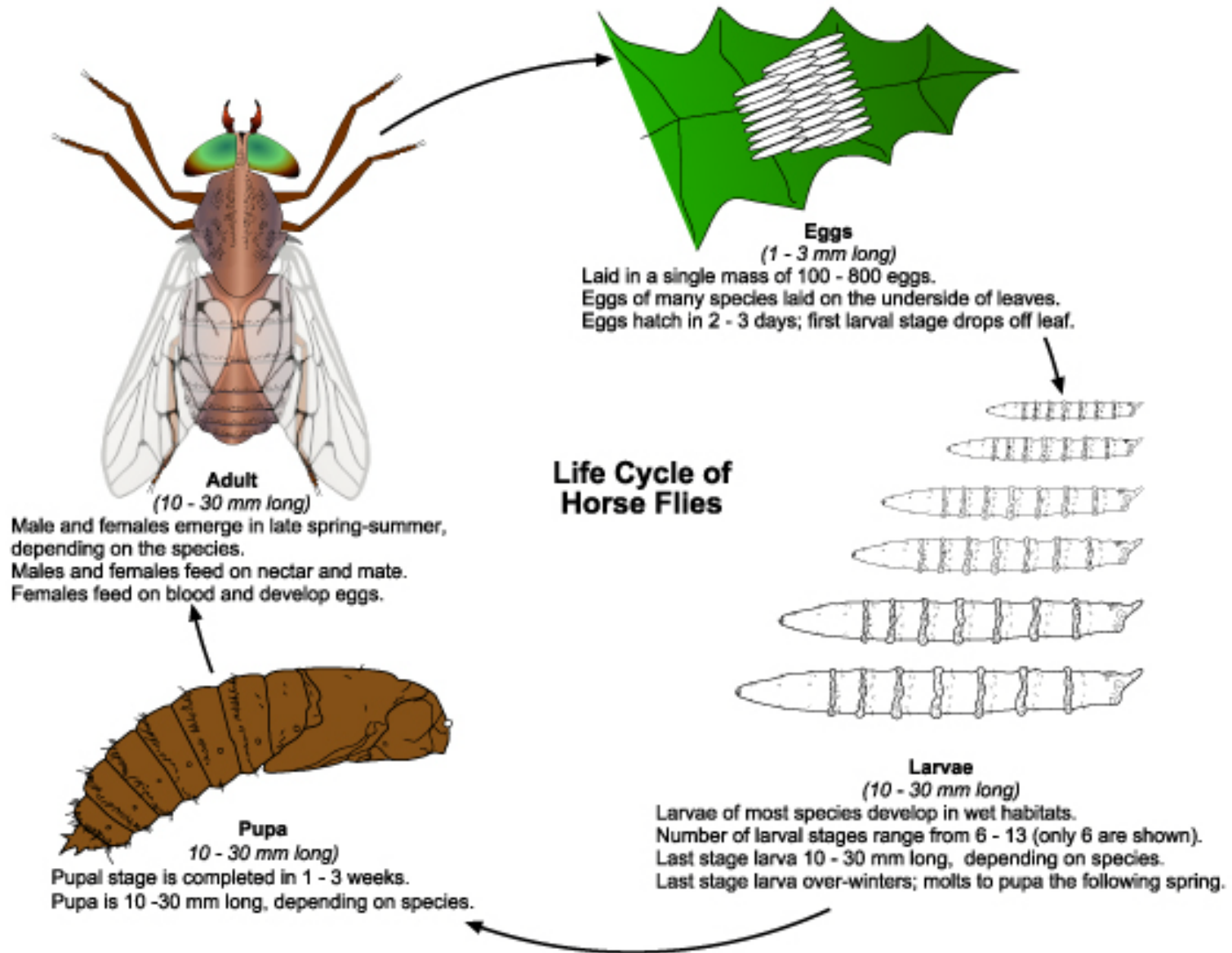
En la península de Yucatán se han reportado 16 especies.

Bovinos y equinos: *Diachlorus ferrugatus*, *Lepiselaga crassipes*, *Tabanus colombensis*, *T. haemagogus* y *T. oculus* (Rodríguez-Vivas et al., 2010).

Tiene marcada estacionalidad: **Épocas de lluvia.**



Ciclo biológico de *Tabanus* sp



Principales garrapatas del ganado bovino en México

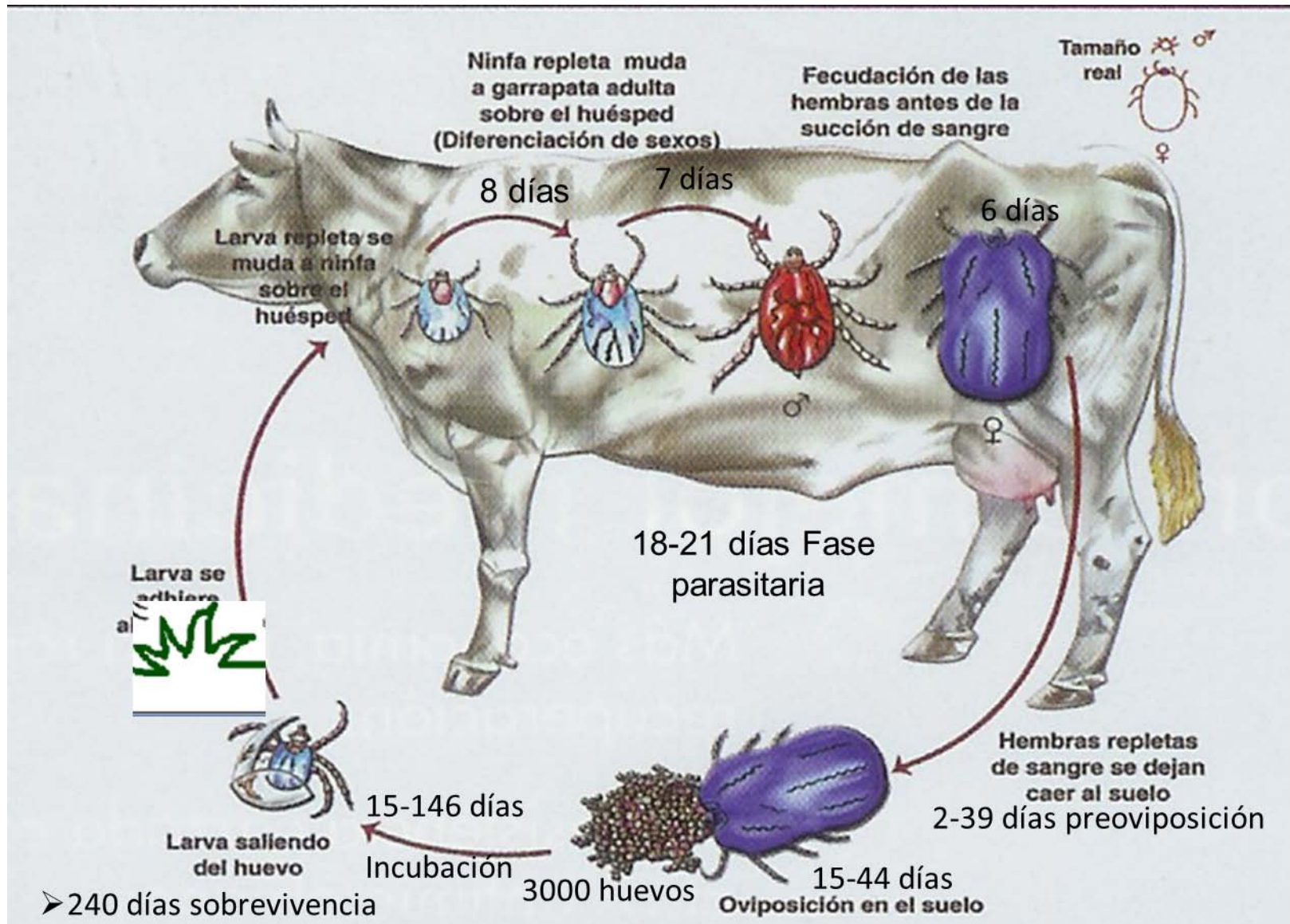
Rhipicephalus microplus



Amblyomma mixtum



Ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*

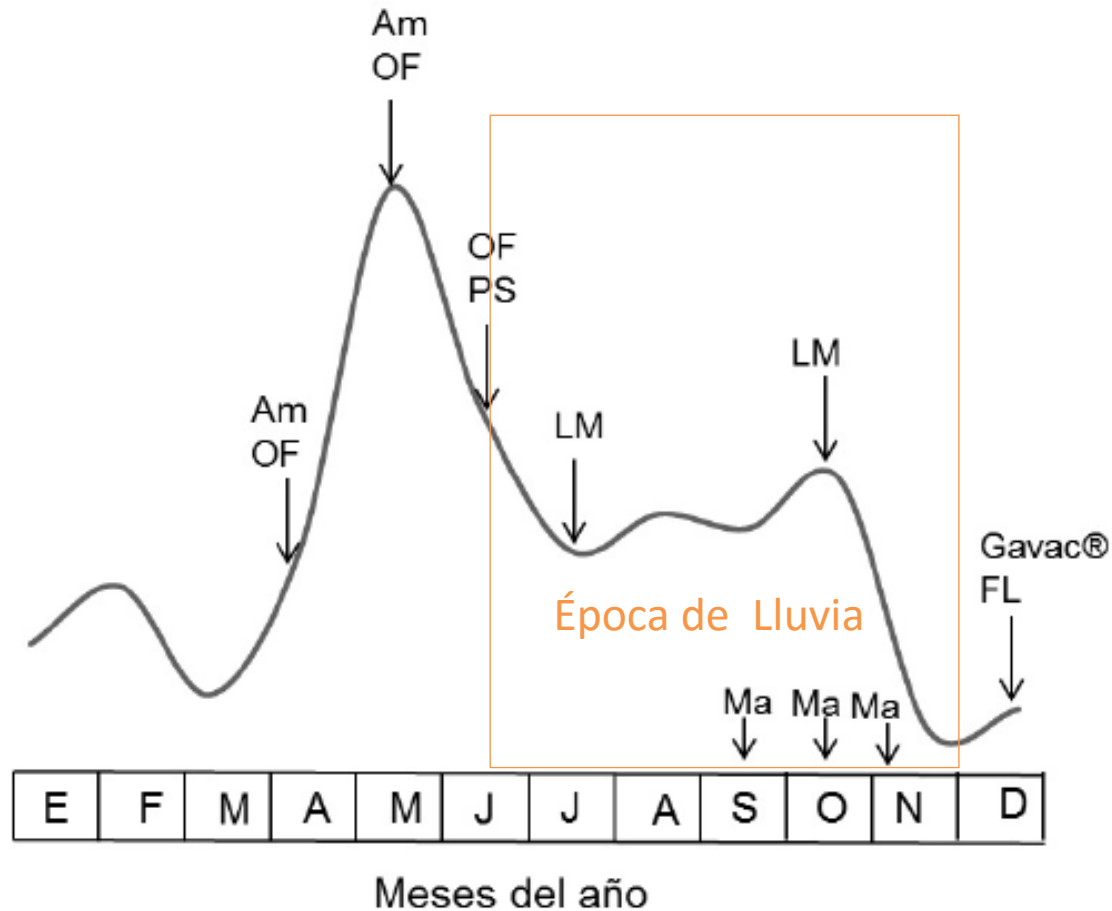


ACUERDO POR EL CUAL SE ESTABLECE LA CAMPAÑA NACIONAL
PARA EL CONTROL DE LA GARRAPATA *Boophilus* spp



Revisión de imagen 21 de agosto de 2015
El SENASICA otorga el reconocimiento de cambio de fase de control a erradicación
a la zona sur del Estado de Baja California Sur el 18 de diciembre de 2013.

Dinámica de población de *R. microplus* en el sureste de México



CONTROL QUÍMICO DE ARTRÓPODOS

En México el uso de antiparasitarios químicos es la estrategia más utilizada para el garrapatas y moscas en bovinos.

Acaricidas e insecticidas. Eficacia >95%

- **Organofosforados** (coumafos, clorpirifos, clorfenvinfos).
- **Piretroides sintéticos** (cipermetrina, flumetrina, deltametrina, lamdacialotrina).
- **Amidinas** (amitraz).
- **Fenilpirazolonas** (fipronil).
- **Inhibidores de desarrollo** (fluazurón).

Lactonas macrocíclicas. Eficacia >90%



Amidinas



Endectocidas



Endectocidas



Organo fosforados



Productos autorizados en México

Piretroides



Fenilpirazolonas



Inhibidores de desarrollo

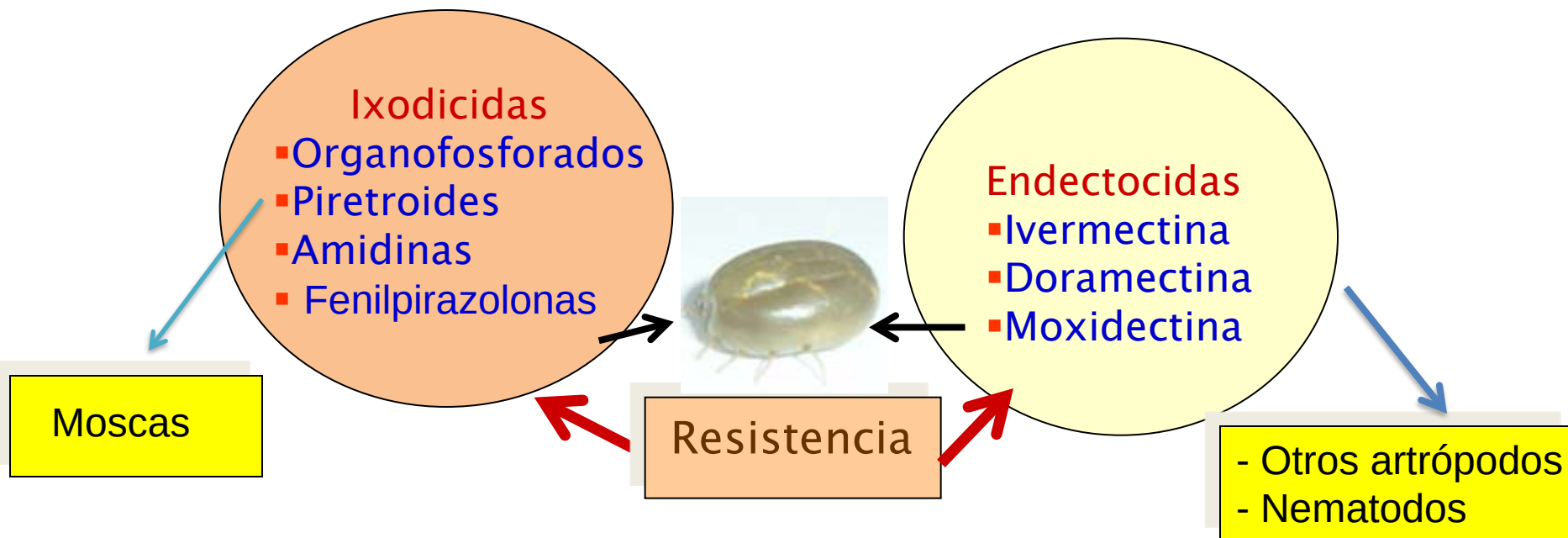


Mezclas



Vacunas





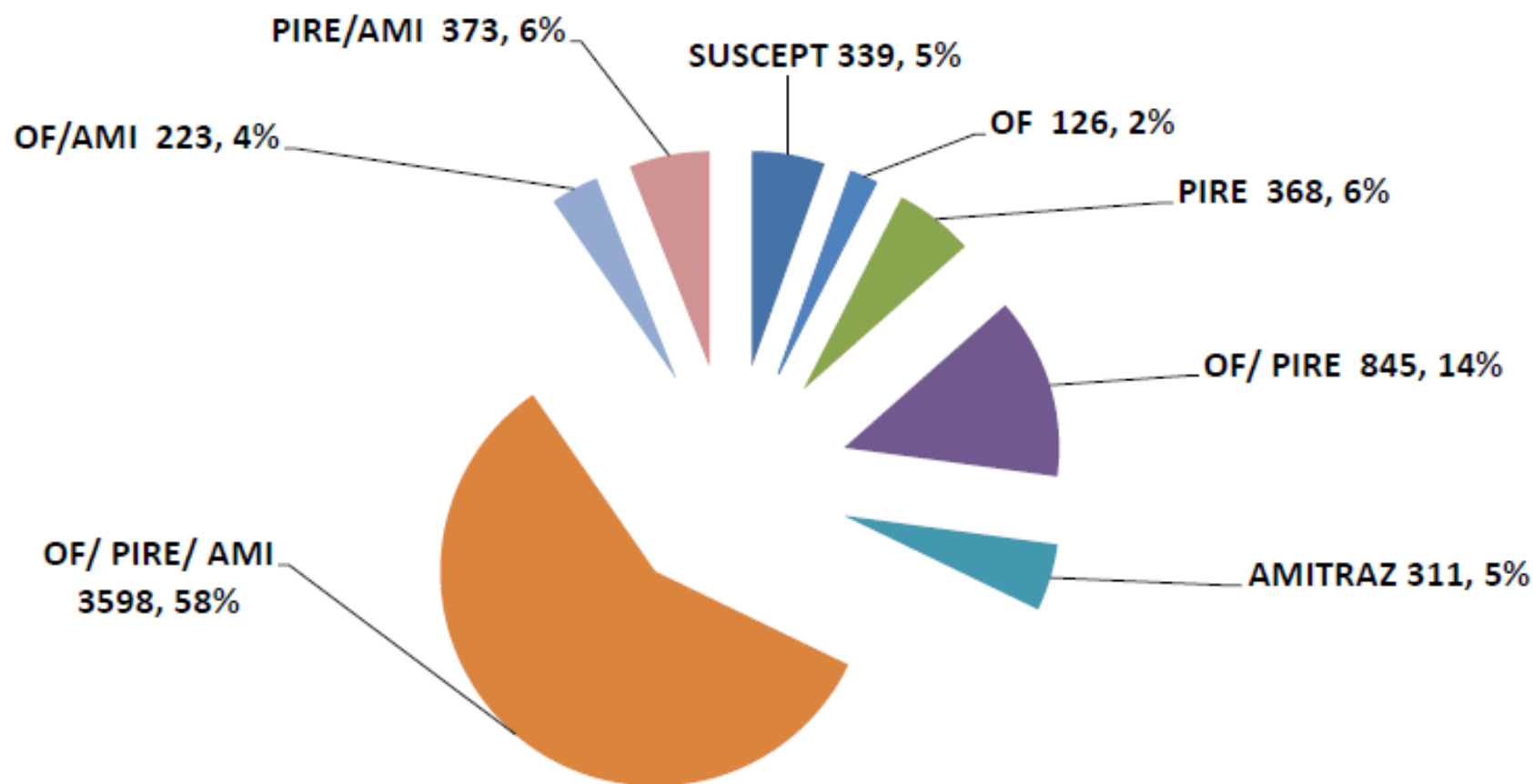
Espectro de los principales antiparasitarios



Campaña Nacional para el control de la Garrapata *Boophilus spp.*



Porcentaje y tipo de Resistencia a ixodicidas diagnosticada por el CENAPA del año 2001 al 2011
Total de muestras: 6,183.



Resistencia de *R. microplus* a los ixodicidas en el Sureste de México.

Estudio realizado en 217 poblaciones de *R. microplus* (Rodríguez-Vivas et al., 2006a, b, 2007).

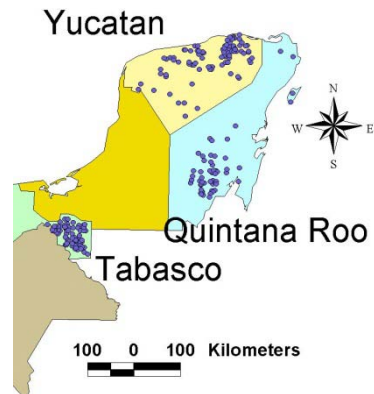
- OF (coumafos y clorfenvinfos): 5-46%
- PS (flumetrina, deltametrina, cipermetrina): 66-95%
- Am (amitraz): 20-72%
- Multiresistencia OF+PS: 88%

Resistencia de *R. microplus* a los ixodicidas en Veracruz, México.

Estudio realizado en 53 de poblaciones de *R. microplus* (Fernández-Salas et al., 2011).

- PS (cipermetrina): 91%
- Am (amitraz): 55%
- Multiresistencia Cipermetrina-amitraz: 47%

Resistencia en moscas: PS-OF.



Consideraciones en el uso de ixodicidas y mosquicidas

OF: A pesar de usarse por muchos años para el control de garrapatas en México, el problema de la resistencia es todavía manejable, principalmente con el uso del coumafos y clorfenvinfos (prevalencias < 50%) (Rodríguez-Vivas et al., 2006a).

Amitraz: Es también manejable en el sureste de México. IR bajos (IR: 2-23) (Rosado-Aguilar et al., 2008).

Ivermectina: Existe problema de resistencia de garrapatas (bajos niveles) y NGI.

PS. Problema serio de resistencia de garrapatas y moscas en México

CONTROL NO QUÍMICO DE ARTRÓPODOS

Selección de razas resistentes:

B. indicus son más resistentes a las garrapatas que las razas *B. taurus*.



Vs



Raza de Bovinos	Nivel de Resistencia
Brahman	99%
Cruzas <i>Bos indicus</i> x <i>Bos taurus</i>	95-97%
Friesain	85%
Jersey	98%

(Mackinnon et al., 1991)

Depredadores naturales:

México y América Latina: Garzas y pájaros que se alimentan de garrapatas.

Australia e Indonesia: Algunas especies de hormigas (*Pheidole megacephala*) y ácaro (*Anystis baccarum*).

Brasil: Hormigas (*Pachycondyla striaten*) en verano reducen hasta un 55% la población de garrapatas adultas en comparación con un 33% en invierno.



La rotación, descanso y quema de praderas:

- **Fuego.**
 - **Descanso de praderas y rotación de praderas.**
 - **Composición de las praderas.**
- ✓ Ranchos con monte bajo, gran cantidad de garrapatas *Amblyomma*, cpn pastizales, gran cantidad de *R. microplus*.
 - ✓ *Brachiaria brizantha* (marandú) y *Andropogon gayanus* (llanero) repelen, atrapan u obstaculizan a las garrapatas que buscan hospedero.



Control biológico:

Uso de *Metarhizium anisopliae* (Ma34+Ma14) en el sureste de México para el control de garrapatas (Ojeda-Chi et al., 2010).

Laboratorio: Larvas (90%), adultas (100%)
Índice de eficiencia reproductiva (39-55%)

Sobre praderas: Larvas (68-100%)

Sobre bovinos: En Veracruz se encontró eficacia en condiciones *in vivo* en bovinos (40-90%) (Alonso-Díaz et al., 2007) y en Yucatán de 50-90% (Rodríguez et al., 2012).

H. irritans

M. anisopliae redujo 94-100% de infestación (12-13 PT).

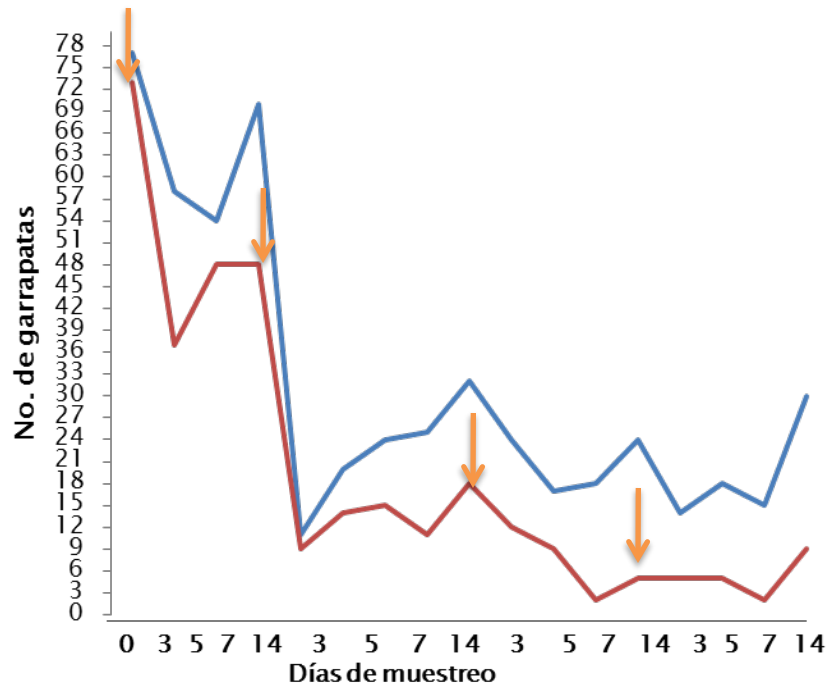
Isaria fumosorose: Redujo 90-98% hasta 13 días PT (Galindo et al., 2015).



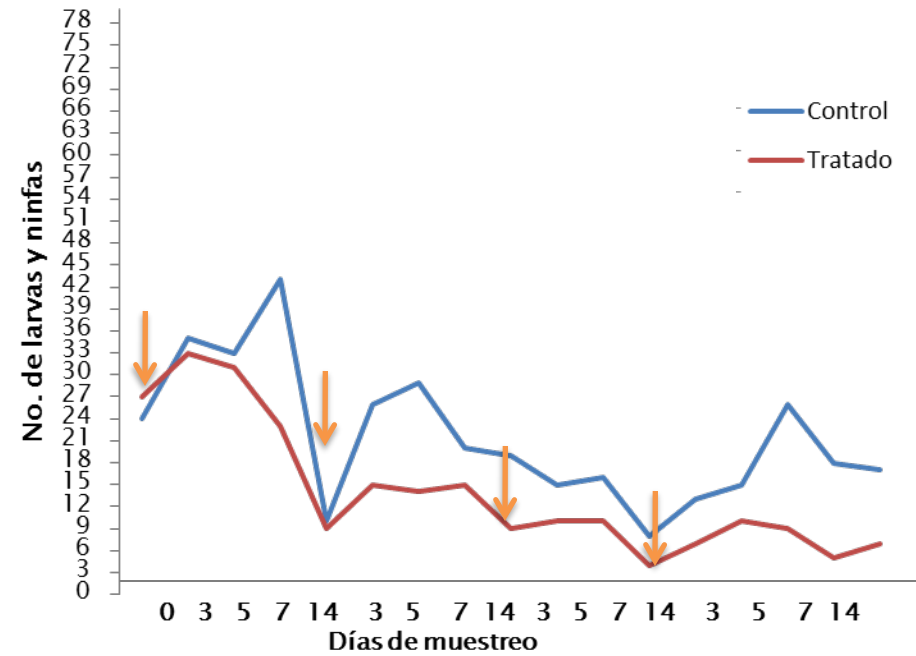
Efecto *in vivo* de *Metarhizium anisopliae*
Rhipicephalus microplus, en infestaciones naturales de bovinos (Yucatán).

Ma34+Ma14

Adultas



Larvas y ninfas

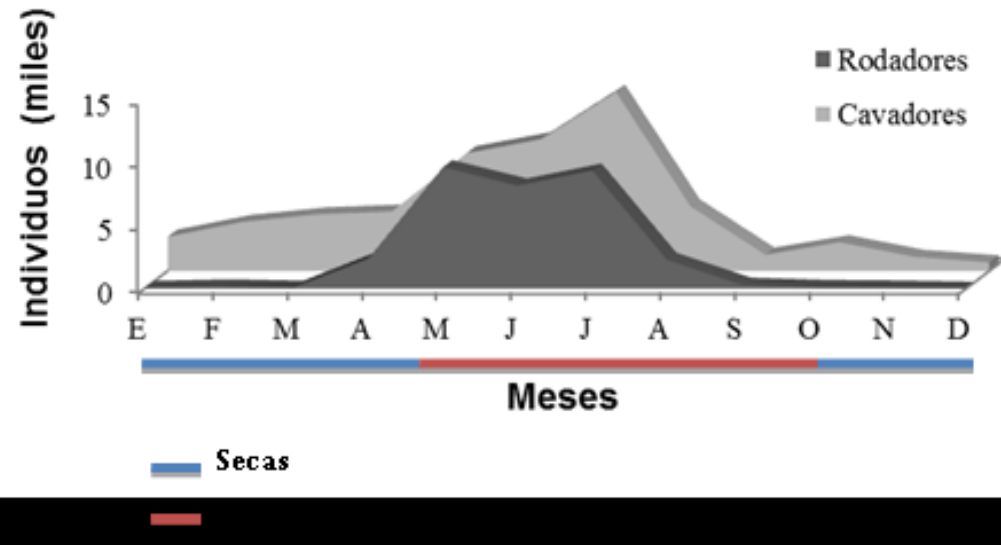


(Rodríguez et al., 2012)



Eficacia para reducir larvas en pasto de 40 al 80%

Control de *H. irritans* mediante escarabajos coprófagos

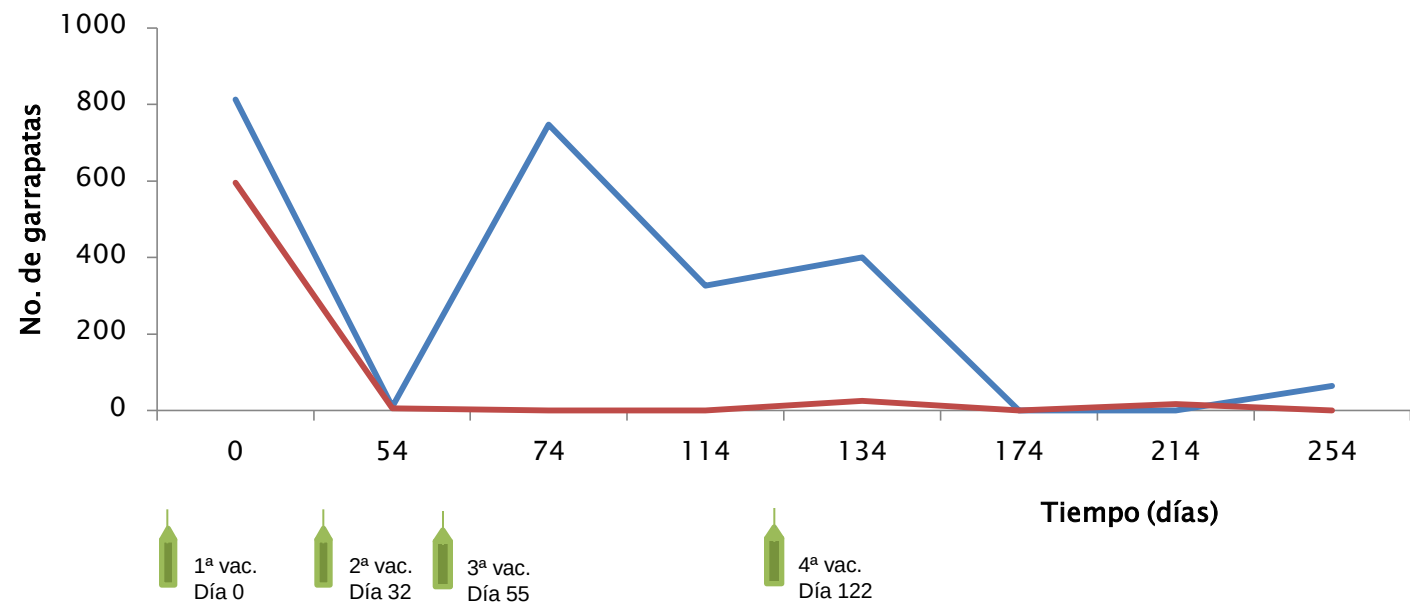


Vacunas antigarrapatas.

- Gavac® disponible en México.
- La vacunación de bovinos con el antígeno Bm86 produce una reducción de 90% de la capacidad reproductiva, 20-30% el número de garrapatas repletas, 30% el peso de las garrapatas y 60-80% el peso de los huevos.



Esquema de vacunación recomendado para la vacuna Gavac® en México



— Testigo	813	10	747	326	400	0	1	64
— Gavac	595	6	0	0	25	1	17	0

Compuestos secundarios de plantas como antiparasitarios no-convencionales o como nutraceuticos.

Eficacia de extractos metanólicos (10 %) de plantas del Estado de Yucatán sobre **larvas** de *R. microplus*.

Planta	Hoja %	Tallo %	Raíz %	Corteza %
<i>Petiveria alliacea</i>	95.7	99.26	59.60	
<i>Havardia albicans</i>	93.02		24.08	74.82
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	90.15		14.57	13.48

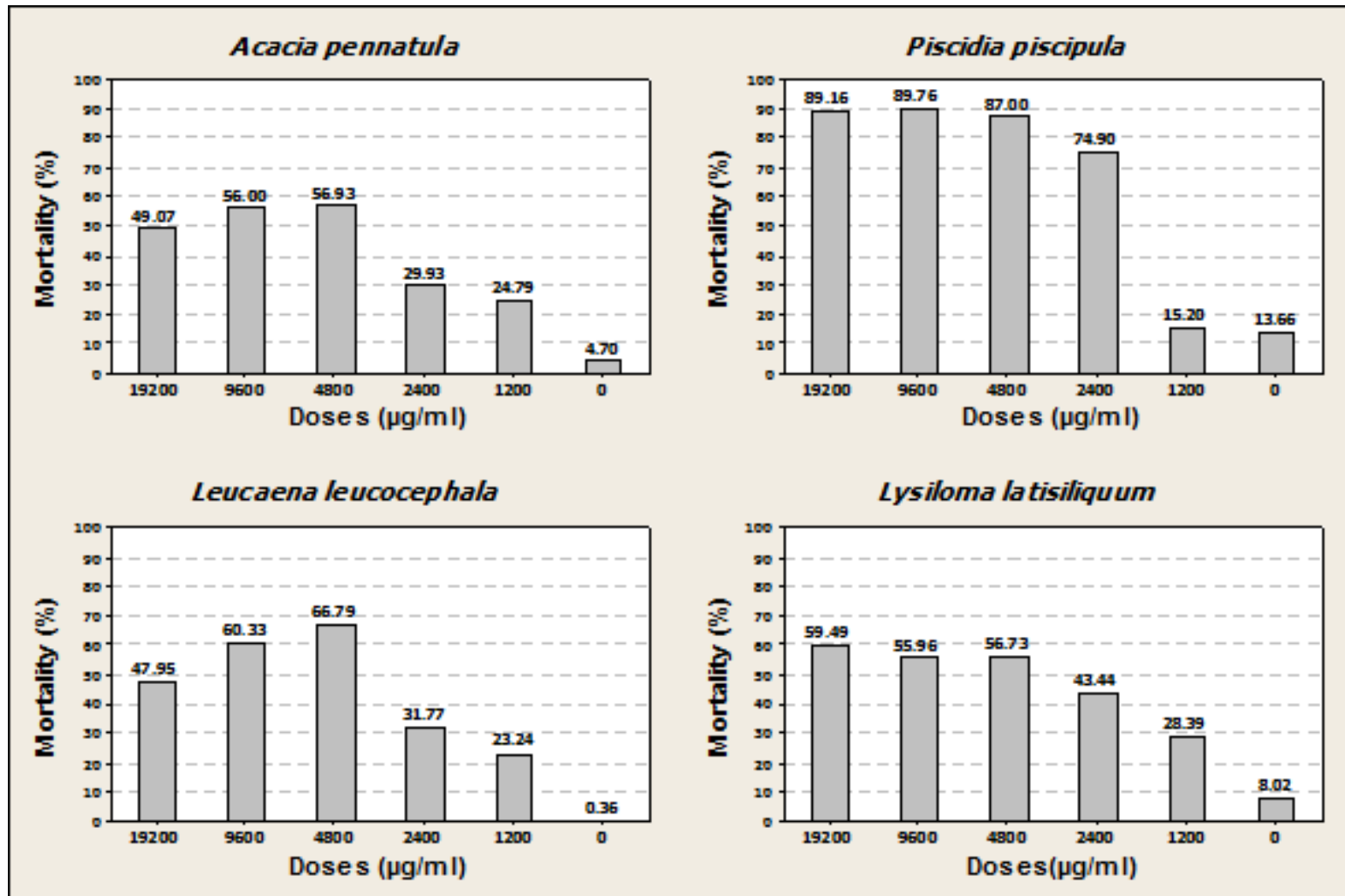
Eficacia de extractos metanólicos (10 %) de plantas del Estado de Yucatán sobre **adultas** de *R. microplus*.

Grupo	Porcentaje de mortalidad	% Inhibición oviposición	% inhibición eclosión larval
<i>P. alliacea</i> tallo 20%	86.6	91.0	16.0
<i>H. albicans</i> hoja 20 %	23.3	54.4	48.6
<i>C. gaumeri</i> hoja 20%	30.0	51.0	20.0

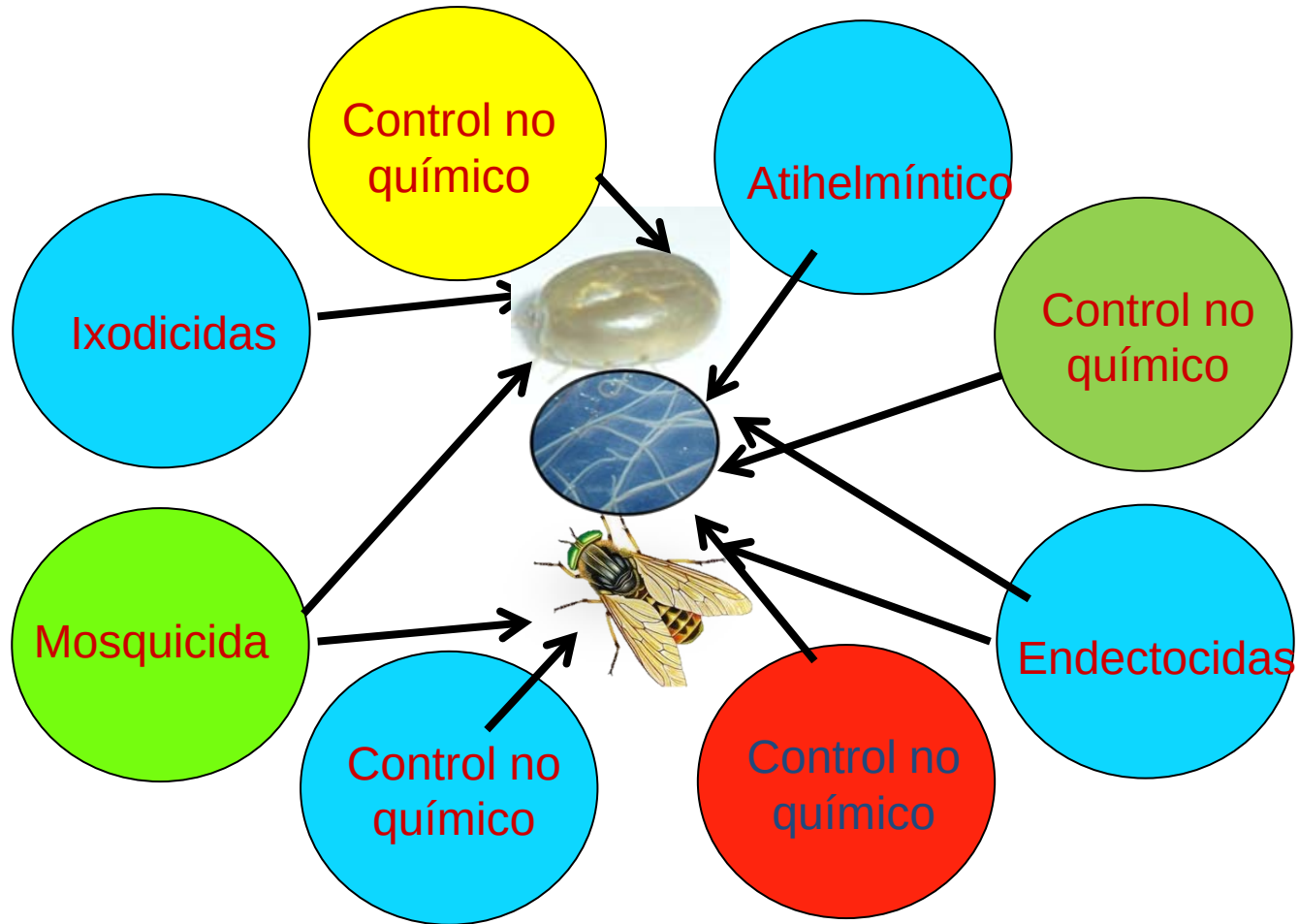
Se identificó a los extractos, de *P. alliacea*, **benciltrisulfuro** y **bencildisulfuro** como los posibles compuestos responsables del efecto acaricida

(Rosado-Aguilar *et al.*, 2010a)

- Fernández-Salas et al. (2011) reportaron que cuatro plantas tropicales ricas en taninos fueron eficaces en el control de larvas de *R. microplus*.

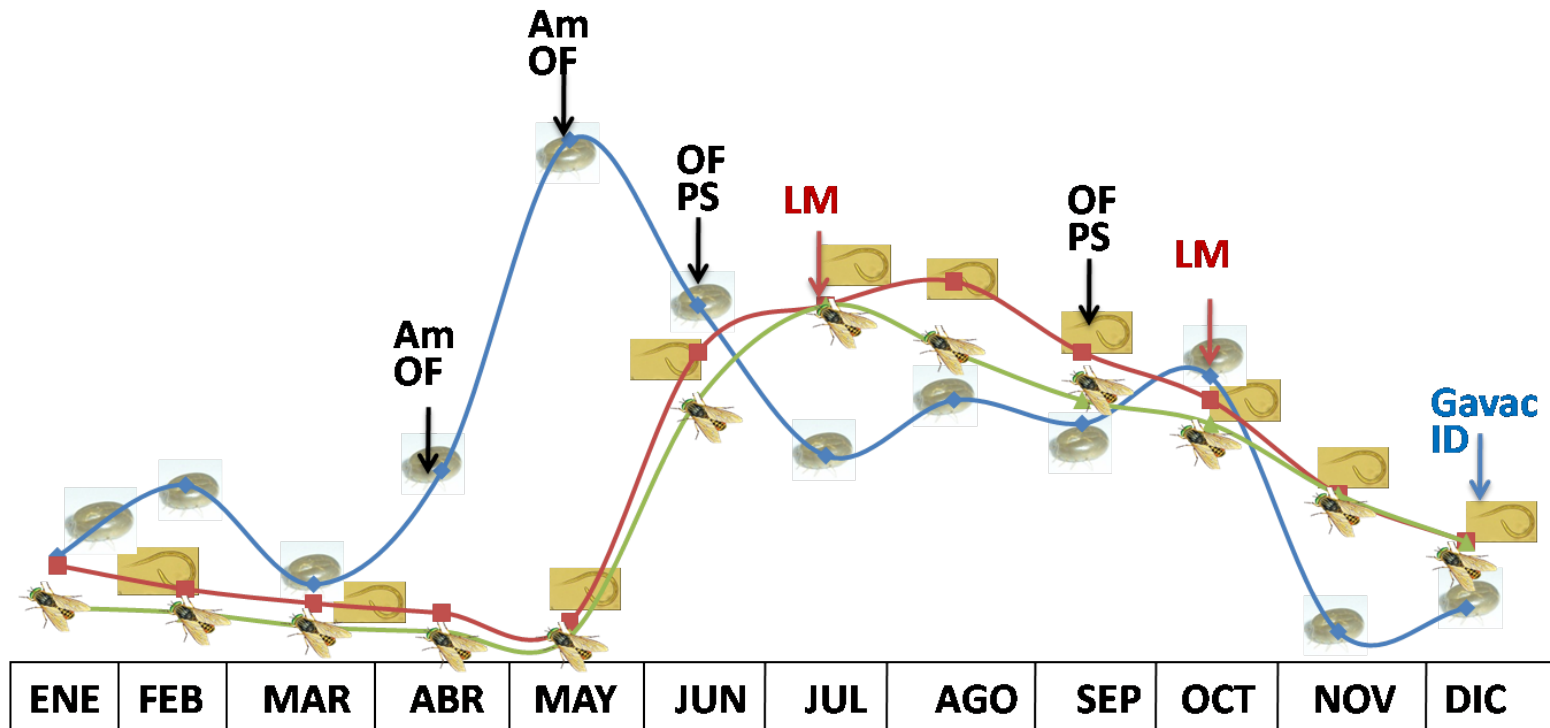


El reto principal de la ganadería: El uso eficiente de un programa integrado de parásitos, mediante la implementación de diferentes estrategias de **control químico y no químico**.



CONTROL INTEGRADO DE PARÁSITOS

Control integrado propuesto para el sureste de México con base en la dinámica poblacional de *R. microplus*, moscas hematófagas y nematodos gastrointestinales.



Am= Amitraz
OF= Organofosforado
PS= Piretroide sintético

LM= Lactona macrocíclica

Gavac= Vacuna
ID= Inhibidor del desarrollo

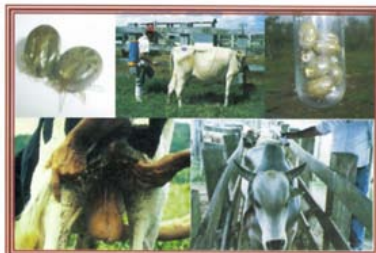
Promover el diagnóstico y control integrado de parásitos



inifap
Instituto Nacional de Investigación y Fomento Agropecuario y Pesquero

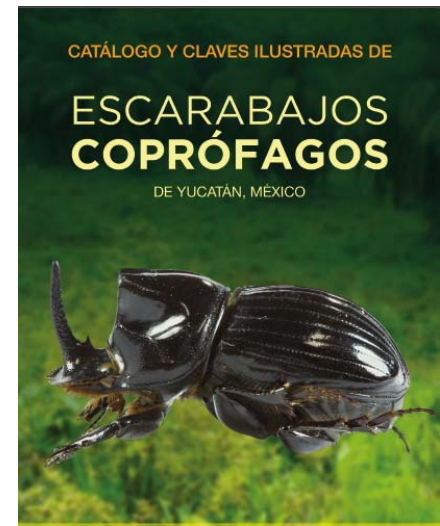


Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino



CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN PARASITOLOGÍA VETERINARIA

CEND - Parasitología Veterinaria Publicación Técnica No. 4 Octubre 2006



JORGE JESÚS PACHO AVILÉS
ROGER IVÁN RODRÍGUEZ VIVAS
ENRIQUE REYES NOVELO





Gracias

CONTROL INTEGRAL DE NEMATODOS DE GANADO EN TRÓPICO

Dr. Pedro Mendoza de Gives

Departamento de Helmintología
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
en Parasitología Veterinaria, INIFAP,
México

Que son los nematodos?

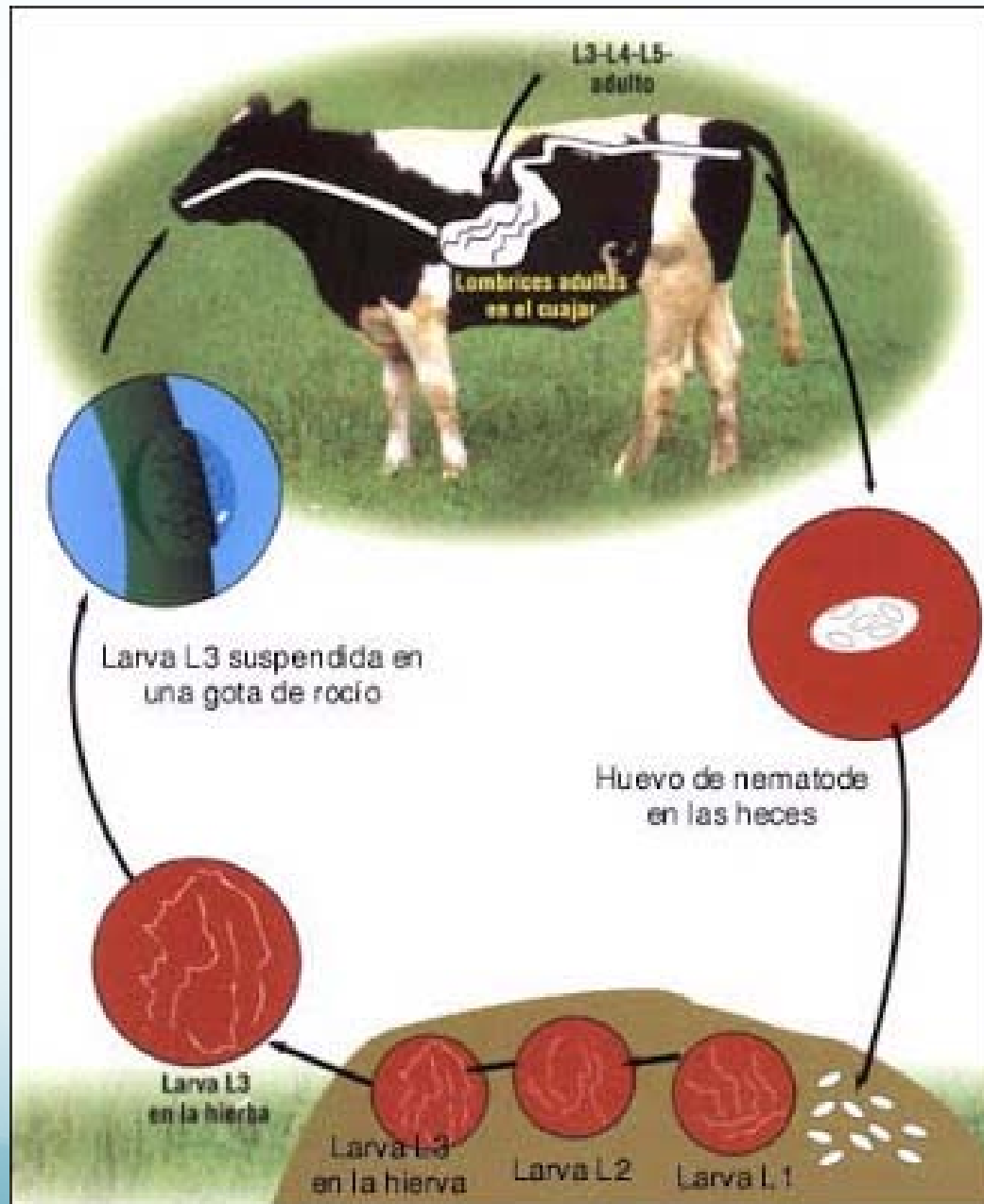


Parasitosis causadas por nematodos

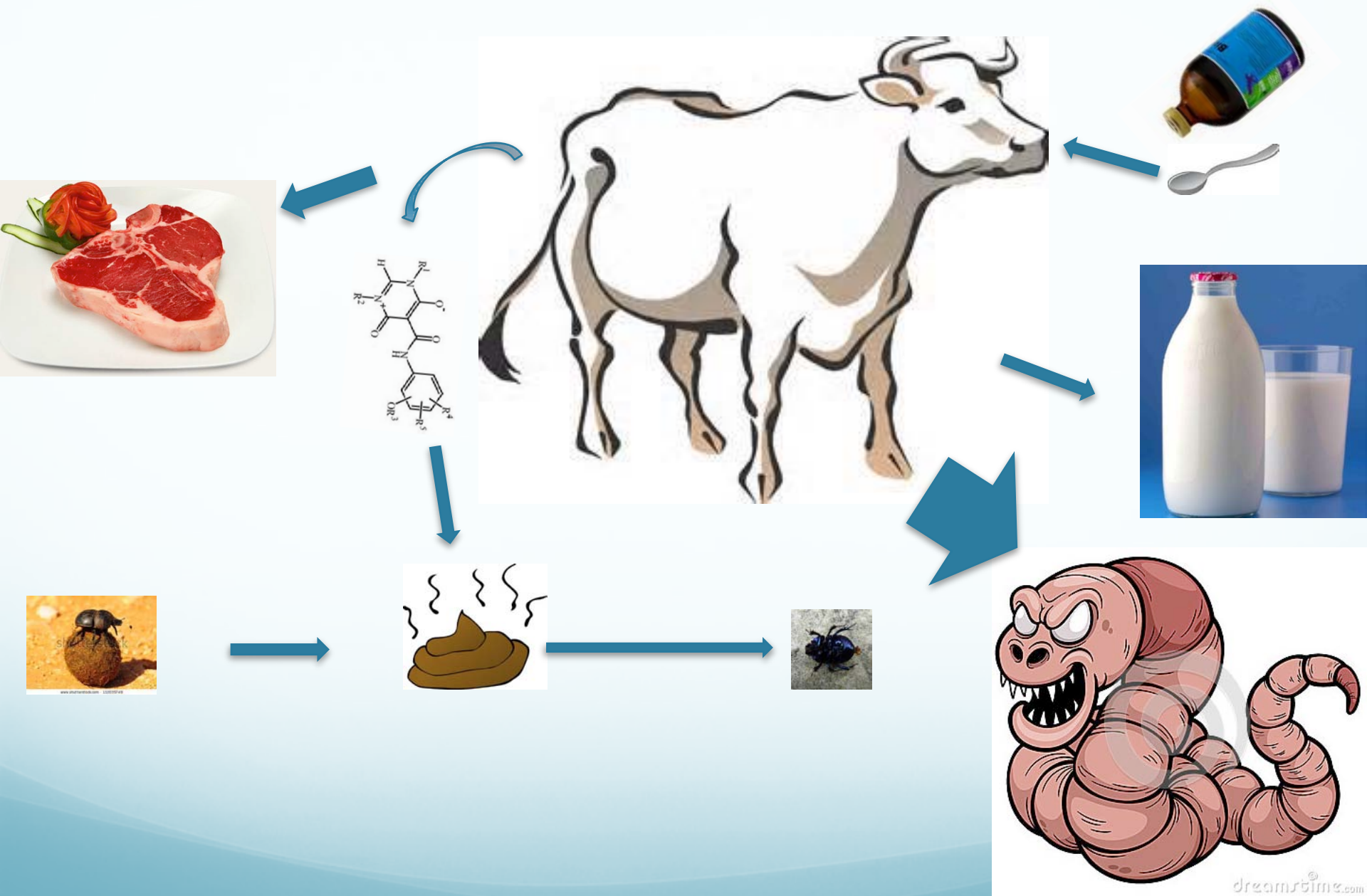


A quienes afectan?





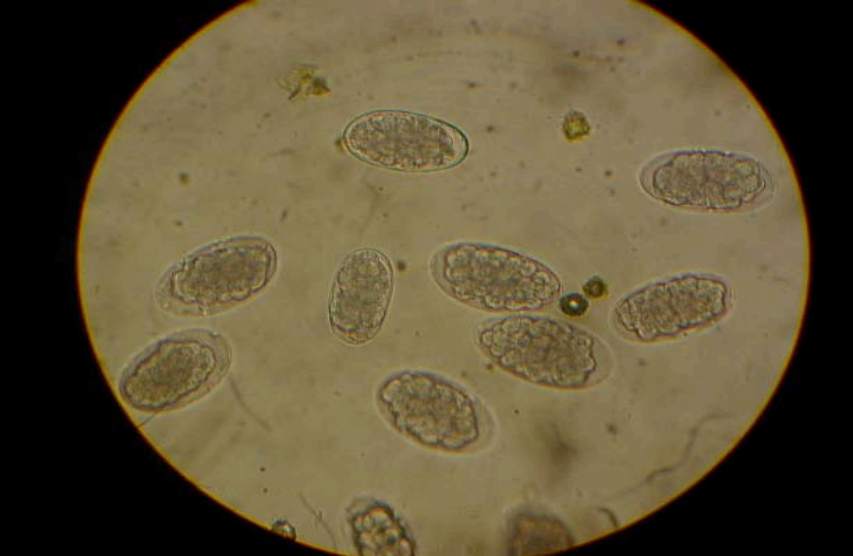
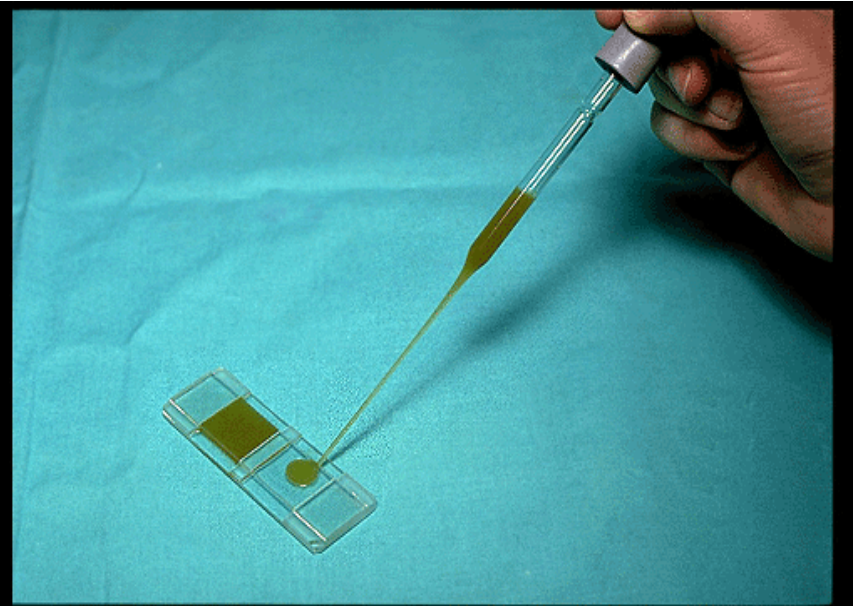
Desparasitación con antihelmínticos



Que medidas tomar?



Diagnóstico





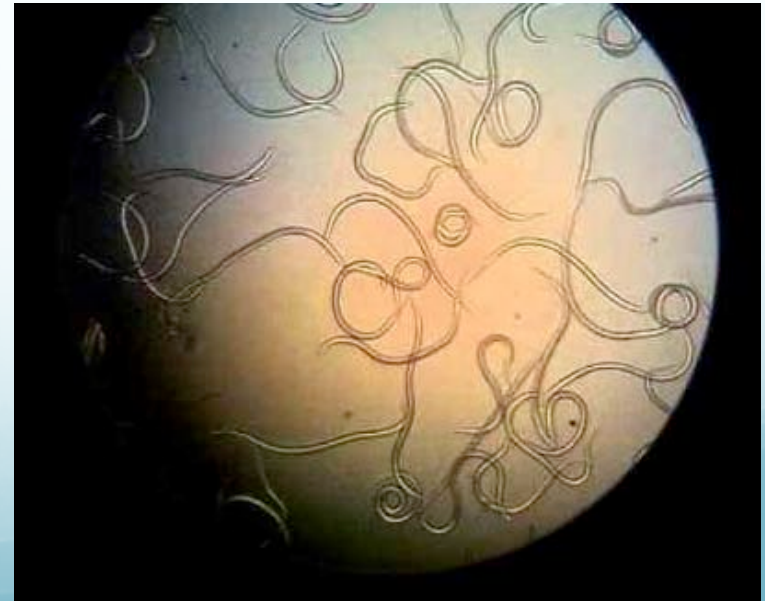
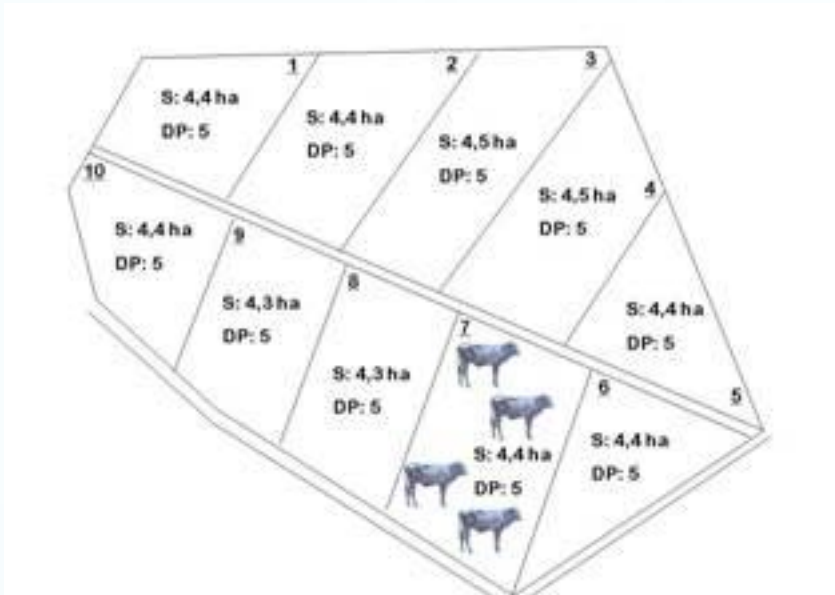


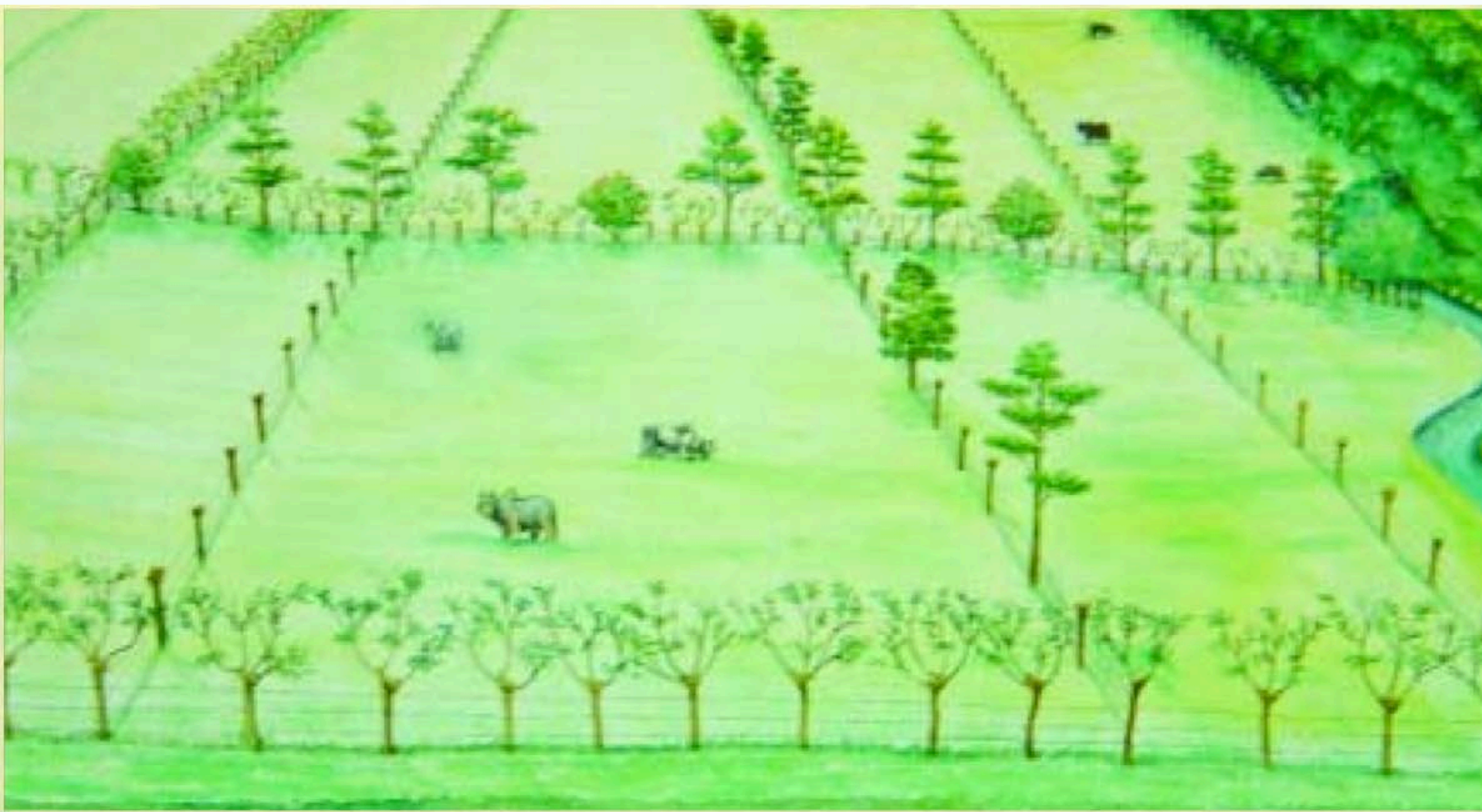
Aspectos nutricionales



Método integral de las parasitosis del ganado

Rotación del pastoreo





Plantas antiparasitarias



Tagetes patula



Chenopodium ambrosoides



Allium sativum



Carica papaya



Trifolium repens



Argemone mexicana

Plantas con actividad antihelmíntica



Plantas con actividad antiparasítica

Leguminosas

Leucaena leucocephala



Plantas con actividad antiparasítica

Leguminosas



Cratylia argentea

Cratylia argentea



Control Biológico

- Bacterias



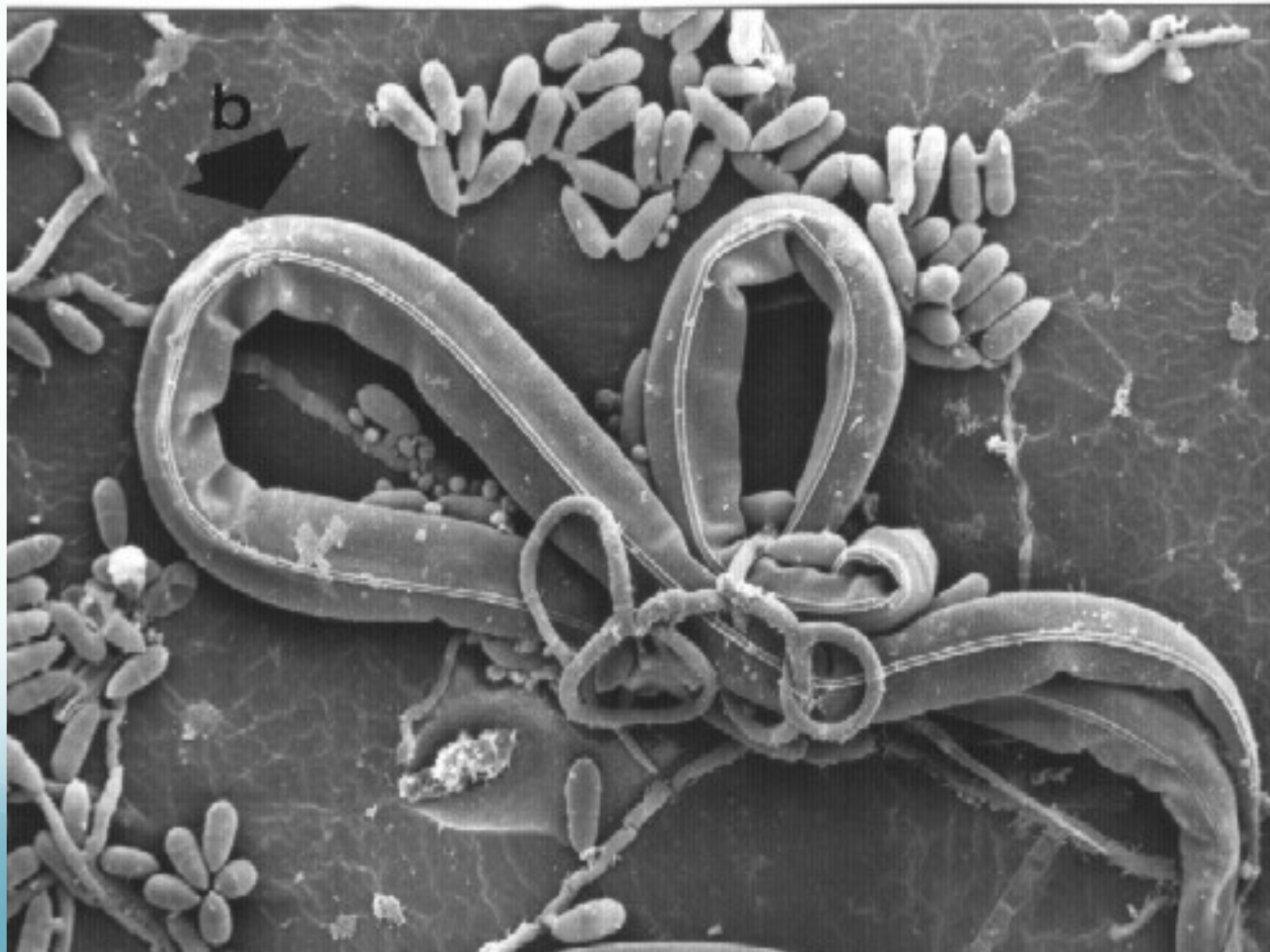
Ácaros

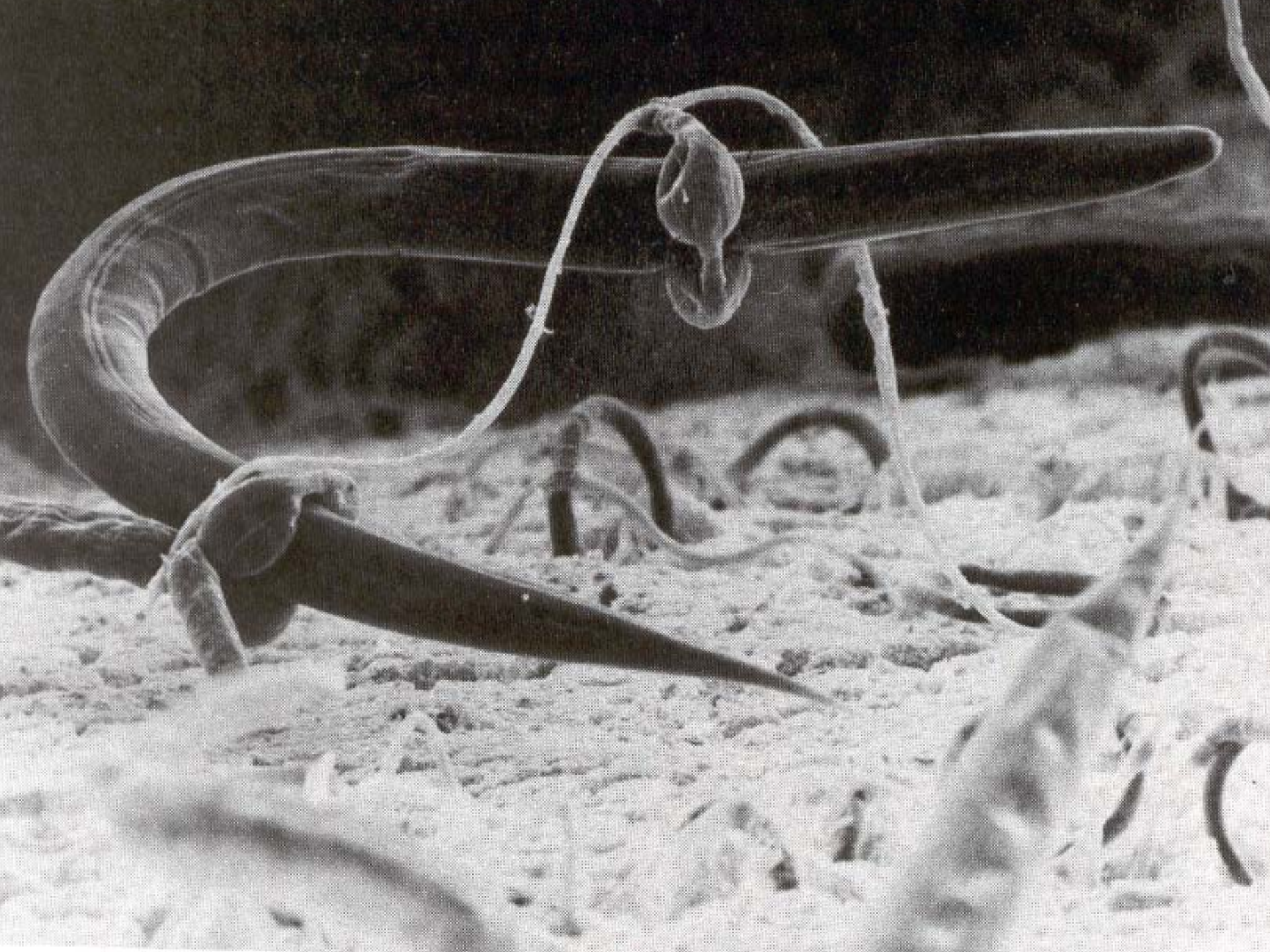


- Nematodos depredadores

- Hongos nematófagos



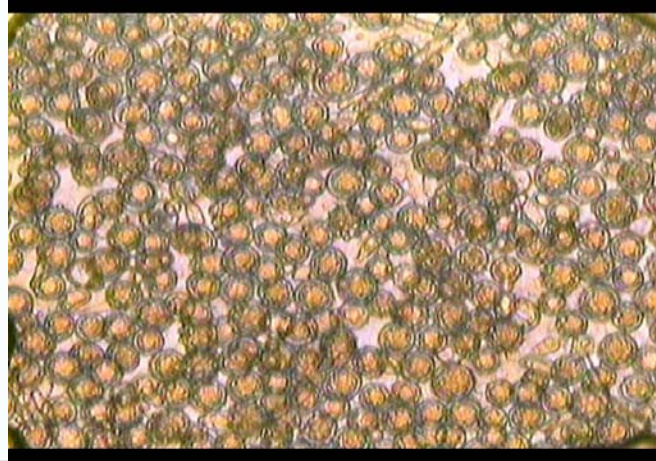
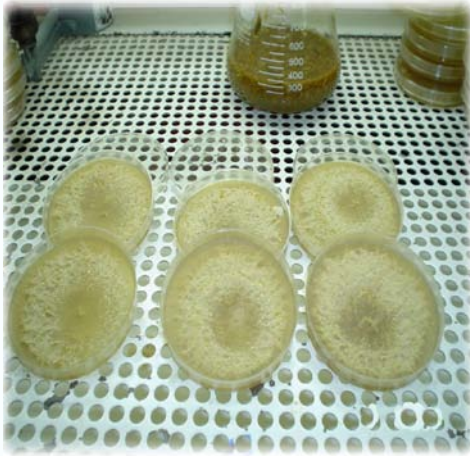




Mecanismo de acción de un hongo nematófago



Hongos mezclados con el alimento para becerro



Método integral de las parasitosis del ganado

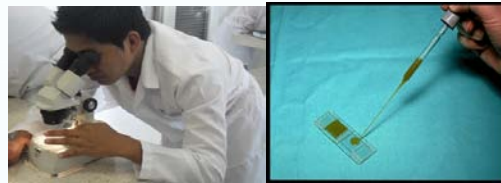
Estrategia nutricional



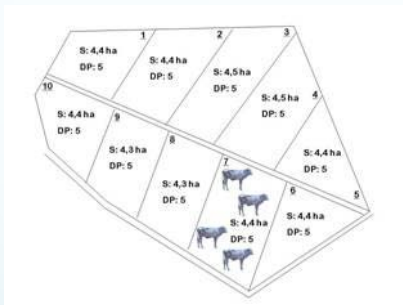
Establecimiento de leguminosas seleccionadas



Diagnóstico Coproparasitoscópico



Rotación de pastoreo



Hongos nematófagos (*)



Desparasitación racional Basada en el diagnóstico coproparasitoscópico







SAGARPA

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

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Importancia de las Asociaciones Gramínea - Leguminosa en el Trópico

Dr. Eduardo Daniel Bolaños Aguilar
Investigador en Forrajes
INIFAP-Tabasco

DESAFÍO DE LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Para el año 2050 deberán alimentarse 9 mil millones de habitantes, contra 7 mil millones que hay actualmente, pero con disponibilidad de recursos naturales limitados, y sin afectar el medio ambiente.

“SISTEMAS SUSTENTABLES”



Un sistema Sustentable debe contar con tres requisitos:



- **Productividad** (*producir más con menos*)



- **Factibilidad Económica** (*que se refleje en el bolsillo del productor*)



- **Respeto al Medio** (*sin contaminar*)



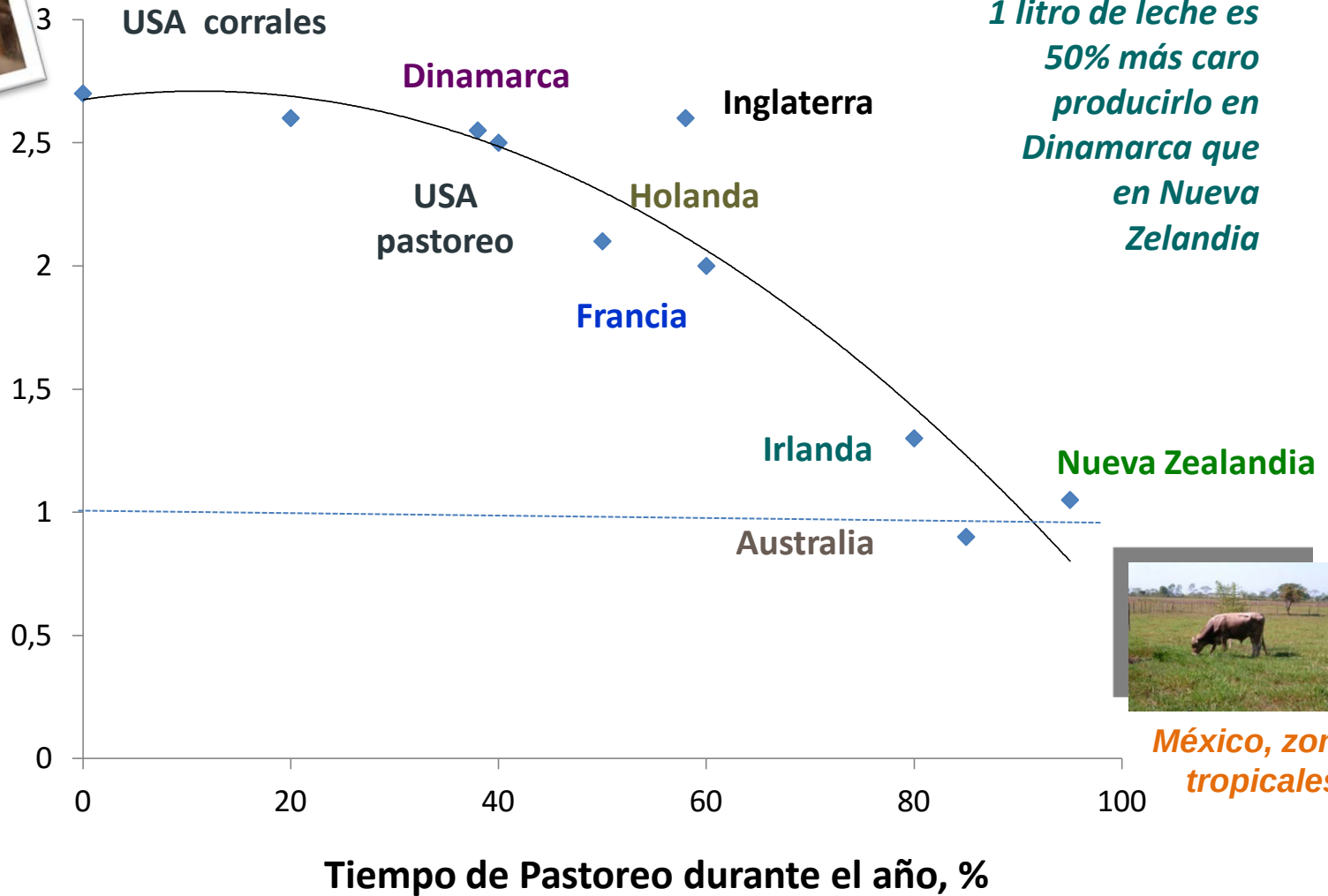
- Los sistemas de producción basados en el pastoreo son potencialmente sustentables, sobre todo si están basados en el pastoreo de praderas naturales permanentes

04/04/2014

Costo de Producción vs Tiempo de Pastoreo



Costos de
Producción



Proteína; factor limitante de las gramíneas forrajeras tropicales

Dependiendo de la edad de rebrote, estación del año y especie, los pastos varían de **6 a 14% de proteína** (Juárez *et al.*, 2004), y en ocasiones por debajo de 5%



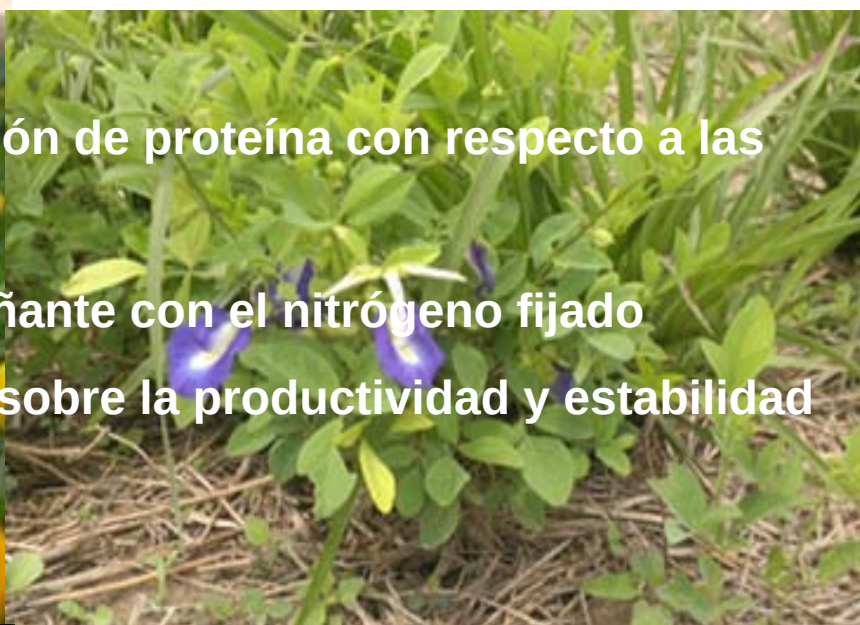
El rumen requiere un **mínimo de 7% de proteína** para su óptimo funcionamiento (Van Soest, 1994).

La búsqueda de proteínas fuera del rancho puede costar muy caro

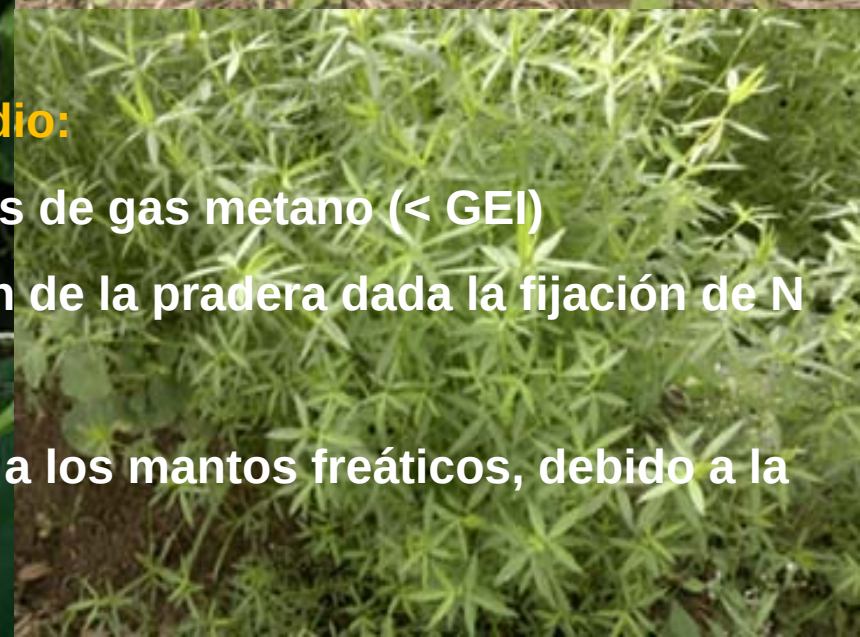


La alimentación a base de concentrados con frecuencia deja **Bajo Margen de Ganancia**, debido al alto costo de los granos

¡Las leguminosas forrajeras están de regreso!

- 
- 
- Presentan una mayor concentración de proteína con respecto a las gramíneas
 - Benefician a la gramínea acompañante con el nitrógeno fijado
 - Tienen un efecto complementario sobre la productividad y estabilidad de la pradera
 - Son ricas en Minerales (Calcio)

Dentro del Marco de respeto al Medio:

- 
- 
- Ayudan a mitigar las producciones de gas metano (< GEI)
 - Disminuye la dosis de fertilización de la pradera dada la fijación de N al suelo por la leguminosa
 - Hay menos lixiviación de nitratos a los mantos freáticos, debido a la fertilización química

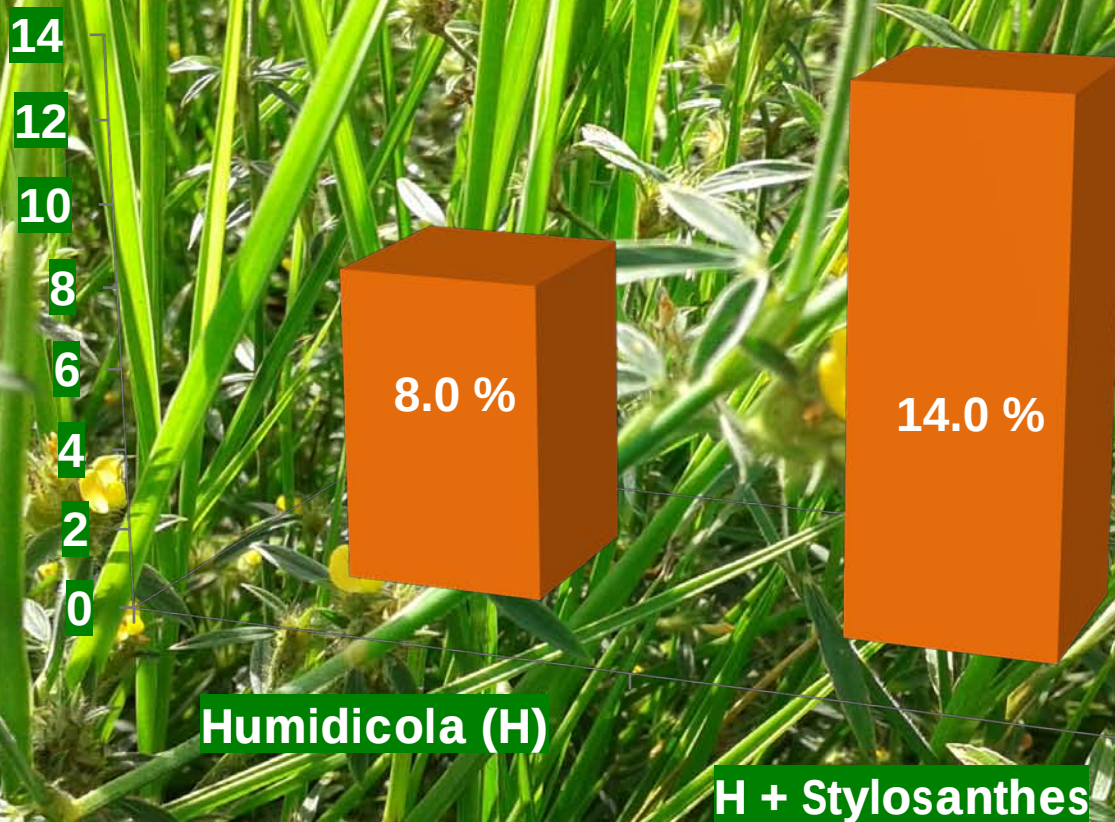
Las leguminosas con más proteína que las gramíneas

Gramíneas y leguminosas forrajeras cosechadas a la edad de **tres semanas**, sin fertilización

ESPECIES	PROTEINA %	REFERENCIAS
Gramíneas		
<i>Panicum maximum</i>	15.6	Juárez et al., 2006
<i>Brachiaria decumbens</i>	15.7	Juárez et al., 2006
<i>Brachiaria brizantha</i>	12.6	Juárez et al., 2006
<i>Brachiaria humidicola</i>	10.3	Juárez et al., 2006
<i>Andropogon gayanus</i>	15.0	Juárez et al., 2006
Leguminosas		
<i>Clitoria ternatea</i>	23.2	García et al., 2015
<i>Stylosanthes guianensis</i>	20.0	García et al., 2015
<i>Pueraria phaseoloides</i>	21.0	García et al., 2015
<i>Arachis pintoi</i>	22.0	García et al., 2015

Estudios realizados en diferentes localidades del estado de Tabasco

Una asociación gramínea – leguminosa
tiene más proteína que la gramínea sola



Humidicola (H)

H + Stylosanthes

Datos tomados a la edad de 35 días

Domínguez, 2015

La leguminosa beneficia a la gramínea acompañante

10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

8.0 %

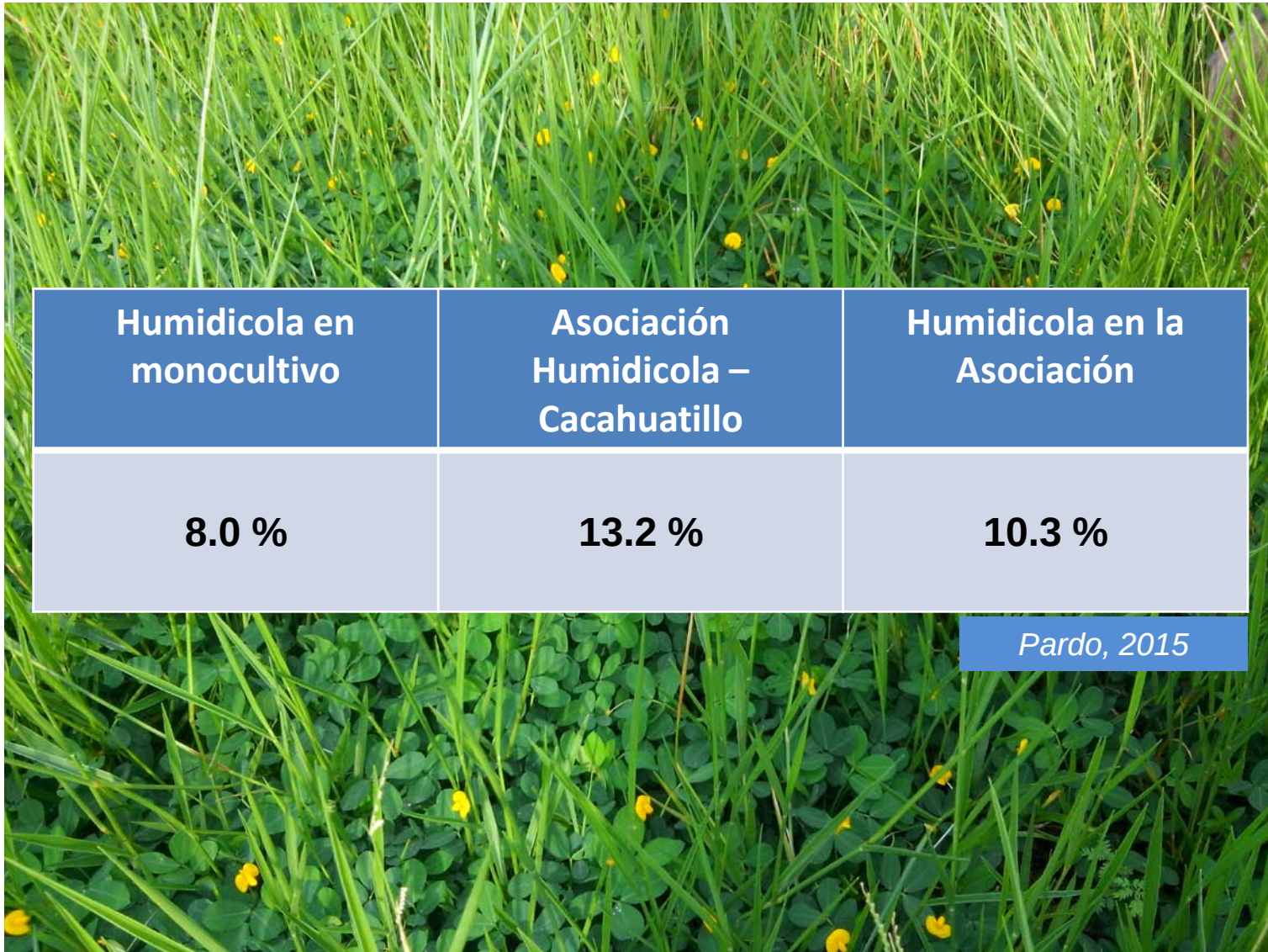
HUMIDICOLA

9.8 %

**HUMIDICOLA
ASOCIADA**

Domínguez, 2015

Humidicola – Cacahuatillo (*Arachis pinto*)



Humidicola en monocultivo	Asociación Humidicola – Cacahuatillo	Humidicola en la Asociación
8.0 %	13.2 %	10.3 %

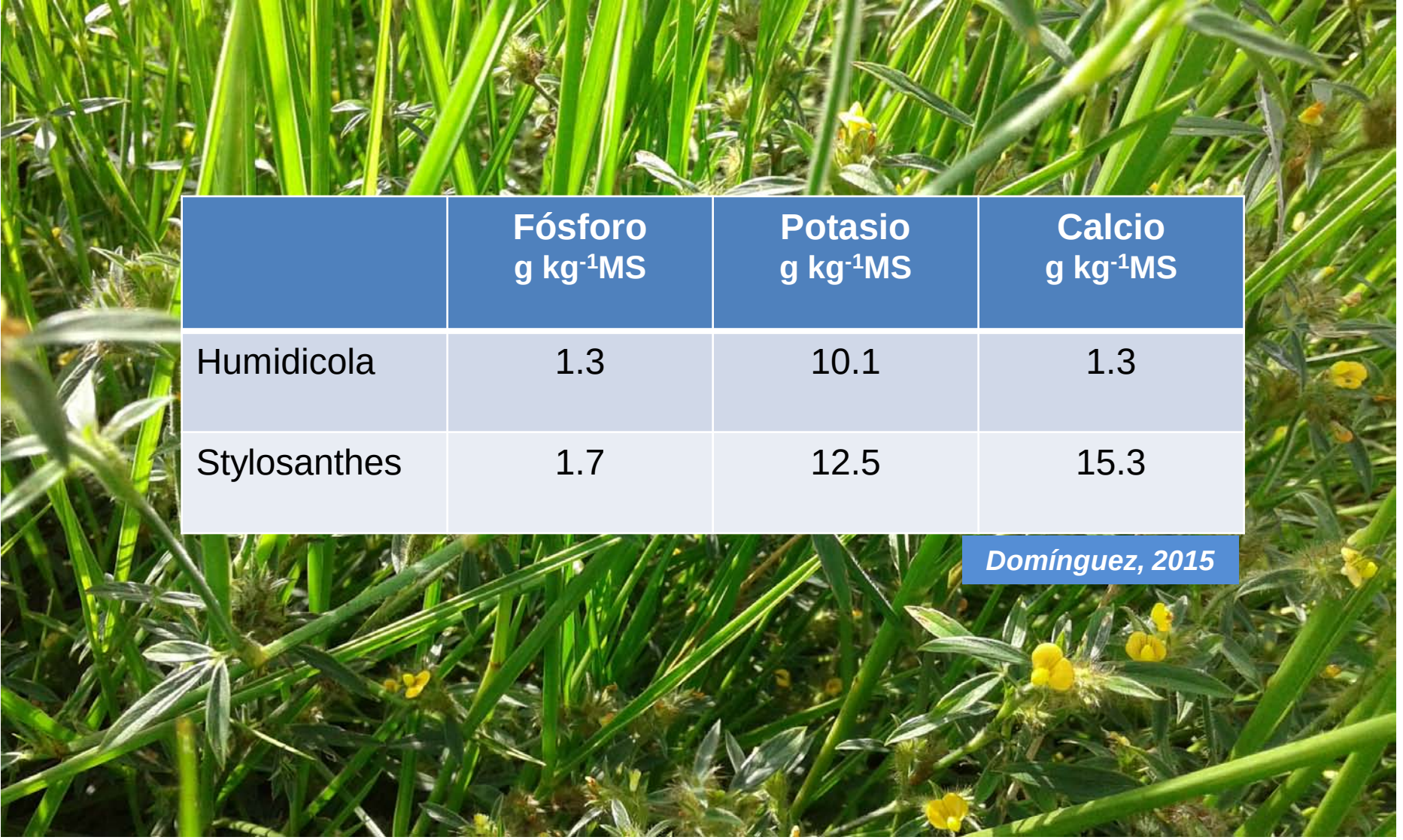
Pardo, 2015

Nódulos bacteriales en raíces de *Stylosanthes guianensis*

*Nódulos vistos a través de un
estereoscopio con cámara integrada*



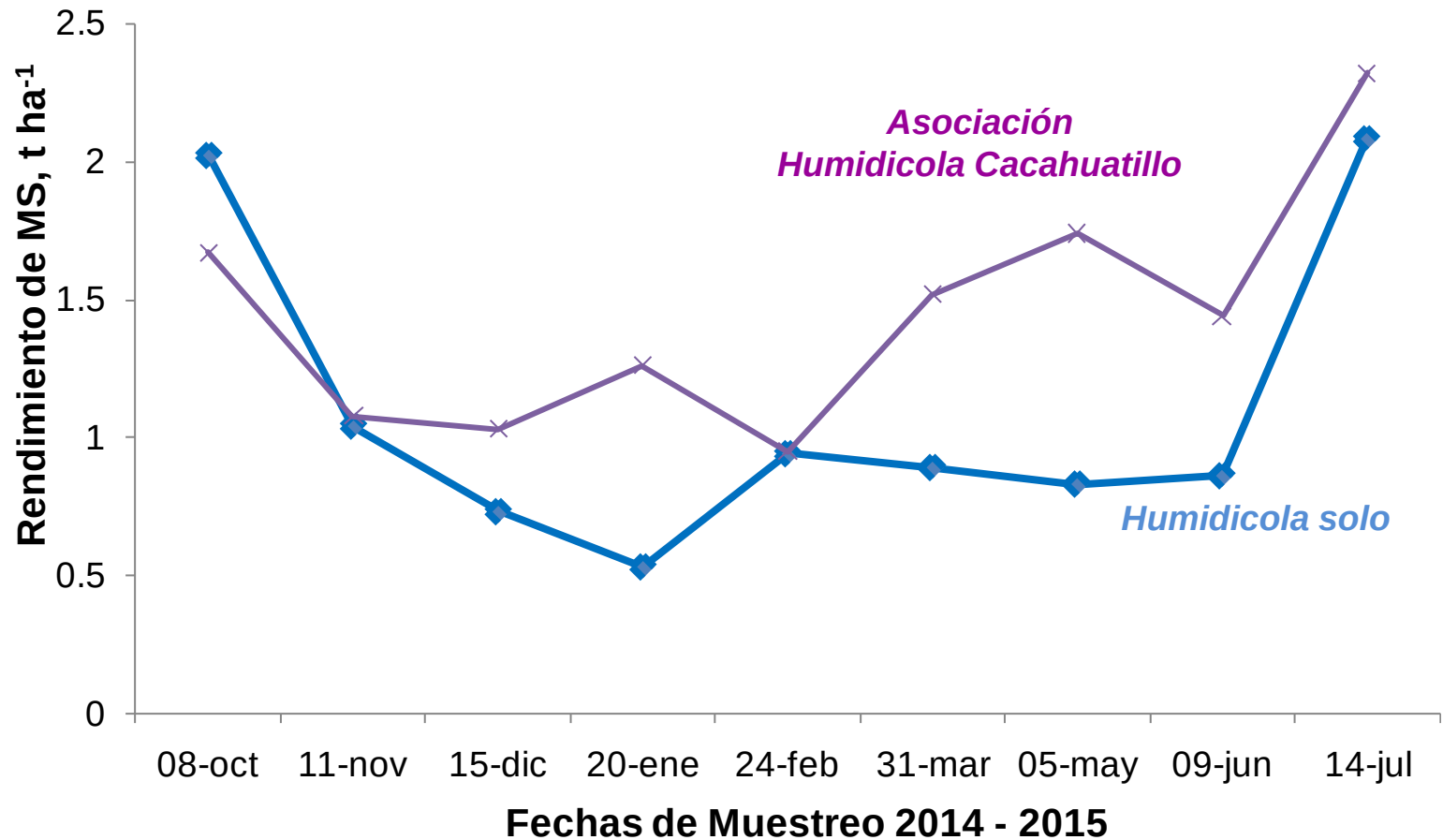
Las leguminosas son ricas en Minerales



	Fósforo g kg⁻¹MS	Potasio g kg⁻¹MS	Calcio g kg⁻¹MS
Humidicola	1.3	10.1	1.3
Stylosanthes	1.7	12.5	15.3

Domínguez, 2015

Estabilidad de producción de MS de la pradera a través del año

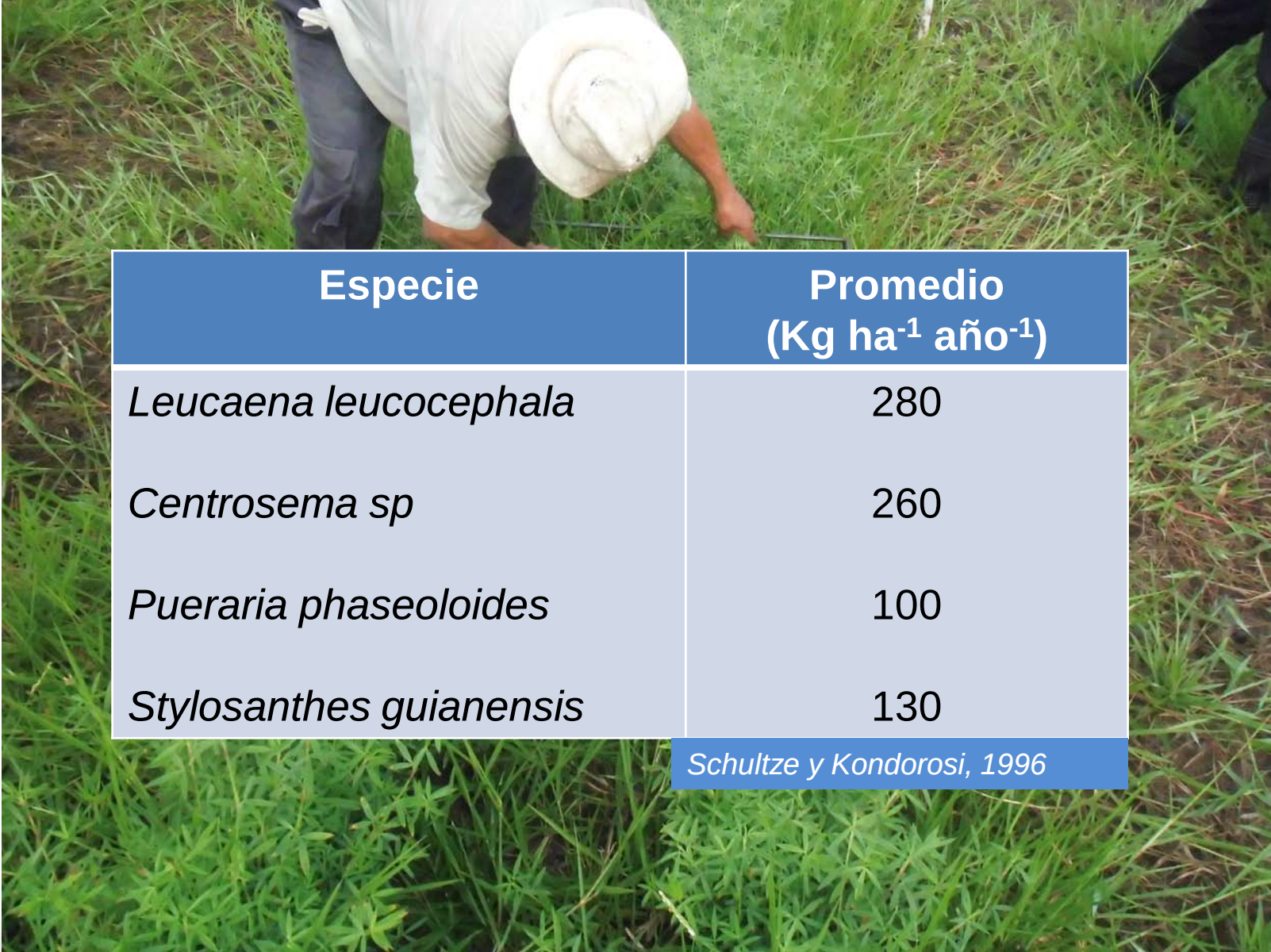


Efectos complementarios de la diversidad de plantas sobre la producción y estabilidad de las praderas asociadas:

- ⇒ La producción de biomasa está favorecida por la diversidad de especies, principalmente en períodos secos.
- ⇒ Estabilidad temporal de producción de biomasa se presenta cuando hay diversidad genética por especie.

Praderas multi-especies favorecen la producción de biomasa y la estabilidad de la pradera en periodos secos principalmente

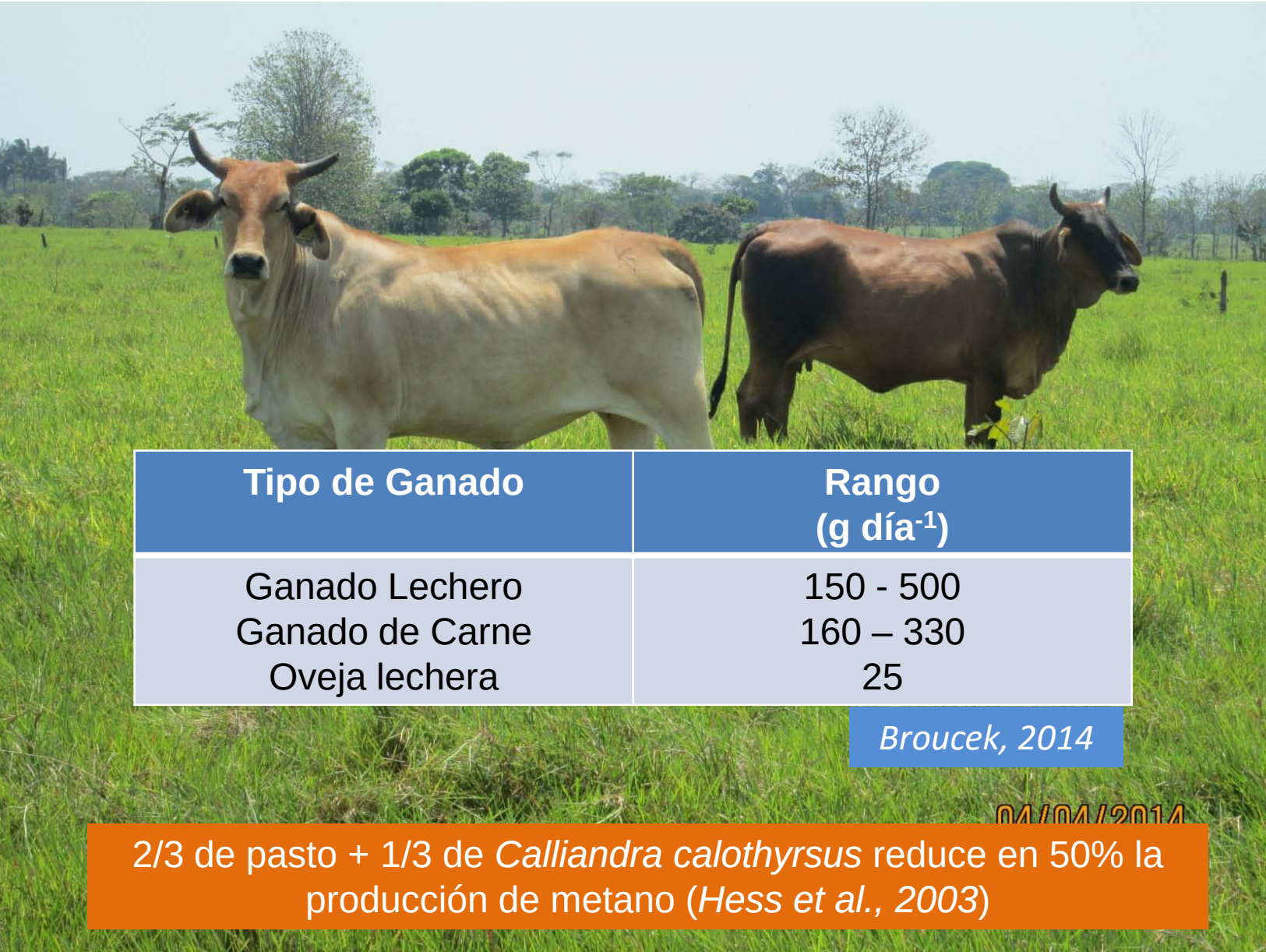




Especie	Promedio (Kg ha ⁻¹ año ⁻¹)
<i>Leucaena leucocephala</i>	280
<i>Centrosema sp</i>	260
<i>Pueraria phaseoloides</i>	100
<i>Stylosanthes guianensis</i>	130

Schultze y Kondorosi, 1996

Producciones promedio de metano por rumiantes



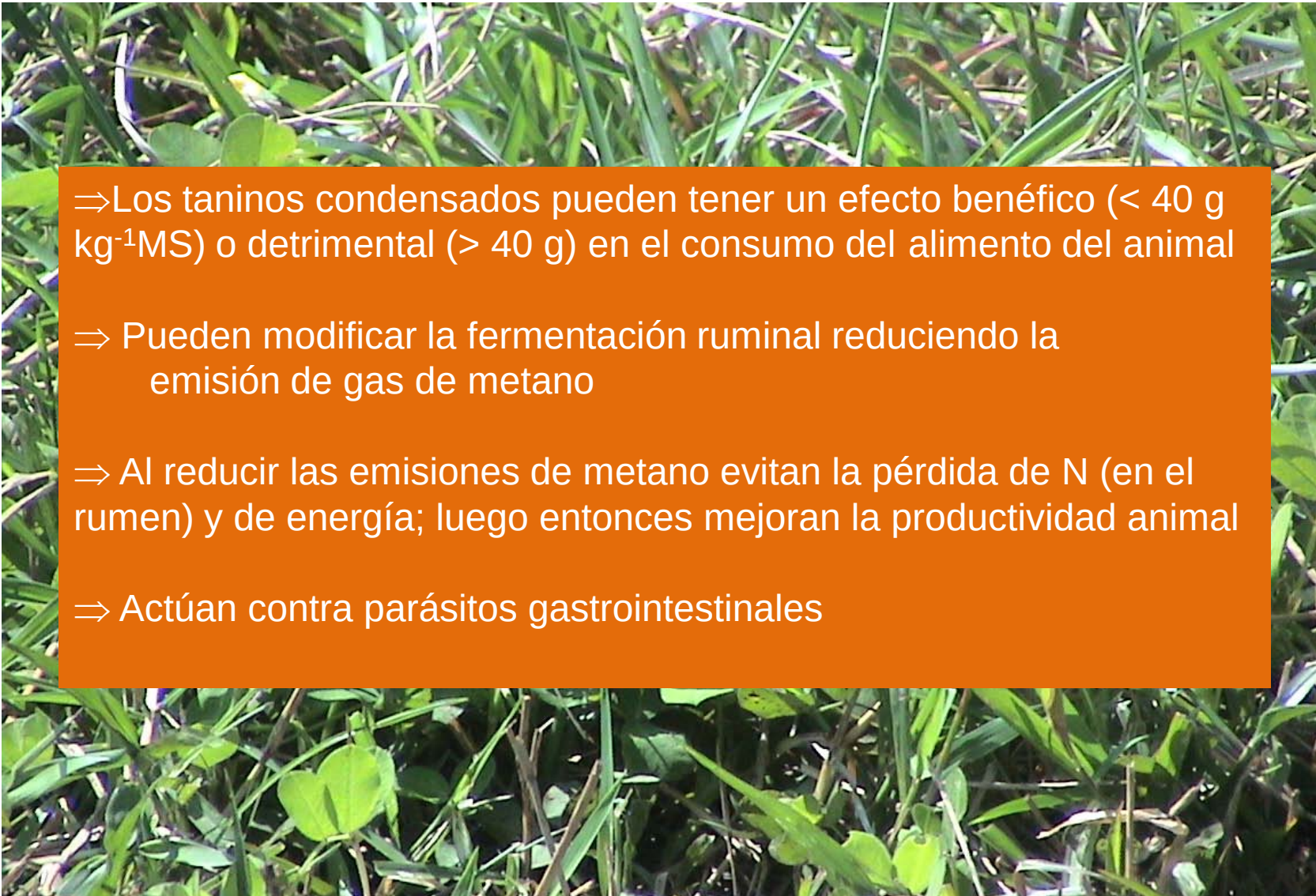
Tipo de Ganado	Rango (g día ⁻¹)
Ganado Lechero	150 - 500
Ganado de Carne	160 – 330
Oveja lechera	25

Broucek, 2014

04/04/2014

2/3 de pasto + 1/3 de *Calliandra calothyrsus* reduce en 50% la producción de metano (Hess et al., 2003)

Las leguminosas contienen metabolitos secundarios (Taninos Condensados)



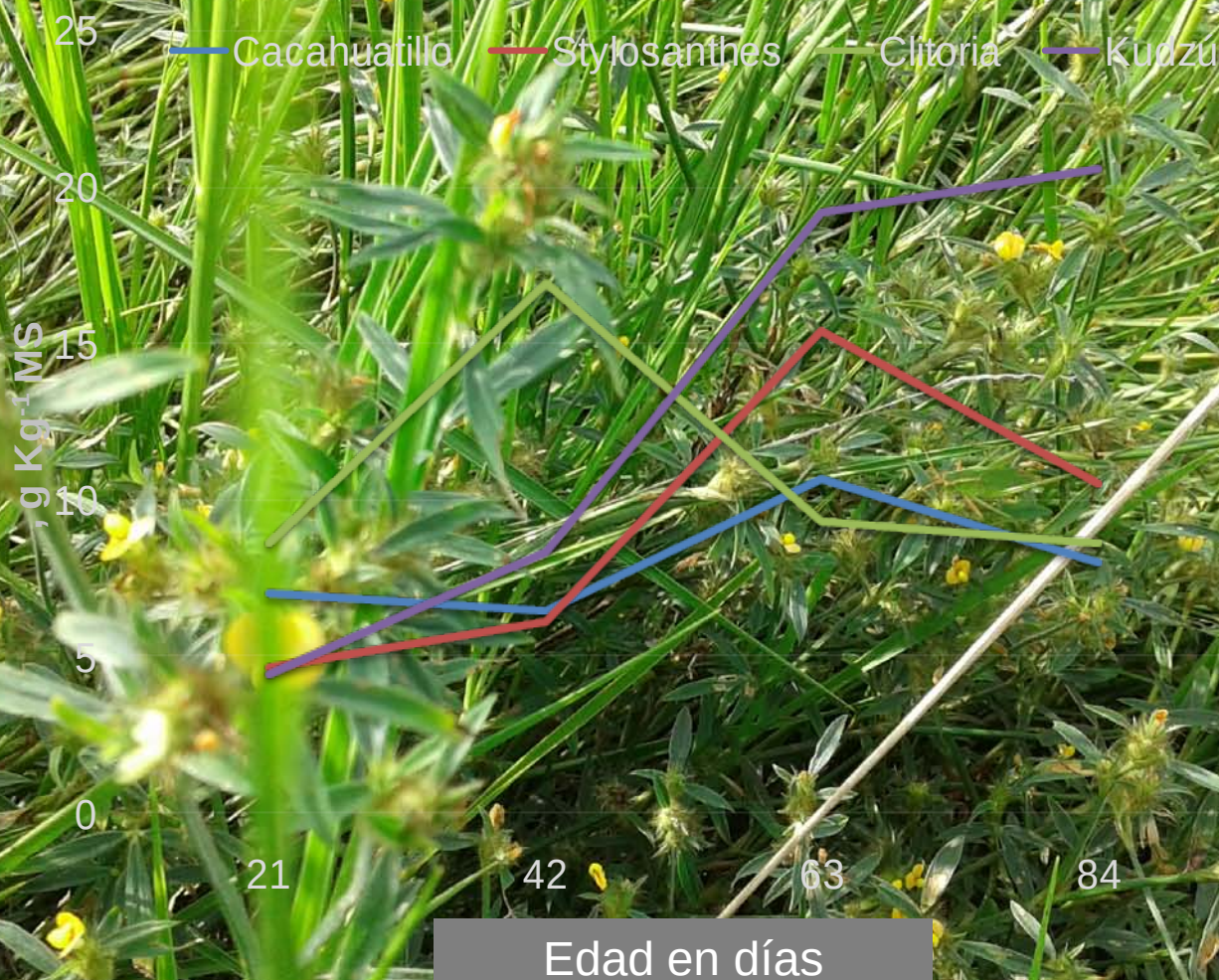
⇒ Los taninos condensados pueden tener un efecto benéfico ($< 40 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$) o detrimental ($> 40 \text{ g}$) en el consumo del alimento del animal

⇒ Pueden modificar la fermentación ruminal reduciendo la emisión de gas de metano

⇒ Al reducir las emisiones de metano evitan la pérdida de N (en el rumen) y de energía; luego entonces mejoran la productividad animal

⇒ Actúan contra parásitos gastrointestinales

Las leguminosas son ricas en Taninos Condensados ($< 40 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$)



Producción de leche en pastos nativos asociados con leguminosas (promedio de 10 años)

SISTEMA	Carga Animal (vacas ha ⁻¹)	Kg vaca ⁻¹ día ⁻¹	Kg ha ⁻¹ año ⁻¹
Pasto Solo	1 – 1.5	6 – 8	2000 – 4000
Asociación	1 - 2	8 – 12	3000 - 6000

Lascano, 2001

CONCLUSIÓN



Con las leguminosas forrajeras:

- El ganadero produce en su rancho una parte de las necesidades de proteína requeridas por el animal, y aumenta su autonomía por disposición de proteína.
- Se incrementa el contenido de Calcio en la dieta del animal en pastoreo
- Se mejora la producción y estabilidad de MS de la pradera durante el año
- Se aporta al animal taninos condensados que benefician a corto plazo al animal y a largo plazo al ambiente.

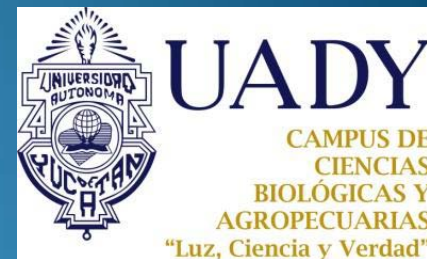
GRACIAS



Humidicola - Stylosanthes

Control integrado de parásitos en rumiantes: ¿Que podemos usar ya?

Dr. Juan Felipe Torres-Acosta.
FMVZ, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
Universidad Autónoma de Yucatán



Los sistemas de producción de pastoreo/ramoneo:

- Una forma económica de alimentar a los pequeños rumiantes. Pero...
- ¿Es sostenible?

**Cuando el equilibrio se rompe:
Los nematodos gastrointestinales causan pérdidas**



¿Cómo reaccionamos para evitar esto?

- Todos los animales a riesgo deben ser desparasitados contra NGI con regularidad!
 - Reducir el riesgo de sufrir pérdidas de producción
 - Evitar muertes debidas a infecciones severas
- Hemos sido convencidos de tres conceptos:
 - (a) Los desparasitantes son la única herramienta de control contra NGI
 - (b) Los animales desparasitados siempre mejoran su producción y evitan la muerte por NGI
 - (c) Hay que desparasitar a todos los animales a riesgo

“Living la vida loca...”

- ¡Los antiparasitarios convencionales la solución final!
 - Quien necesita a los parasitólogos?
- ¡La carrera antihelmíntica!
 - Más poderosos cada vez...
 - Los parasitólogos como militares crean estrategias / tácticas: control del enemigo
 - ¡Máxima productividad y ganancia!
- No contaban con el caos...

Un poco de historia...

Equilibrio: “si el productor cuida de sus ovejas, estas se cuidarán de sus parásitos” (1945).

Aparecen los AH de amplio espectro (60s)

- Transforma prácticas de manejo
- Control de NGI exclusivamente con AH

Aparecen NGI resistentes a AH (80s-90s)

- ¿Será verdad?
- Hay que reducir dependencia AH

Abandonar el pastoreo y optar por la estabulación (2000)

Crisis de granos forrajeros poca viabilidad económica (2007)

¿Volver al pastoreo ?
¿Cómo (2008)?

Control “moderno” de NGI en rumiantantes

- Unidades de producción ovinas y caprinas
- 97% no pesa a los animales al aplicar los AH
- Los cálculos para la dosis del AH lo hacen de manera visual

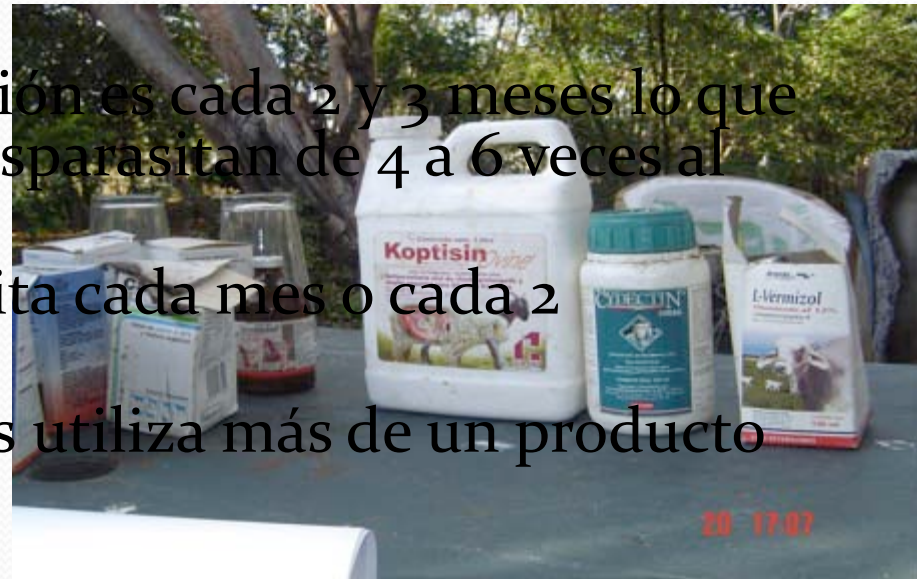
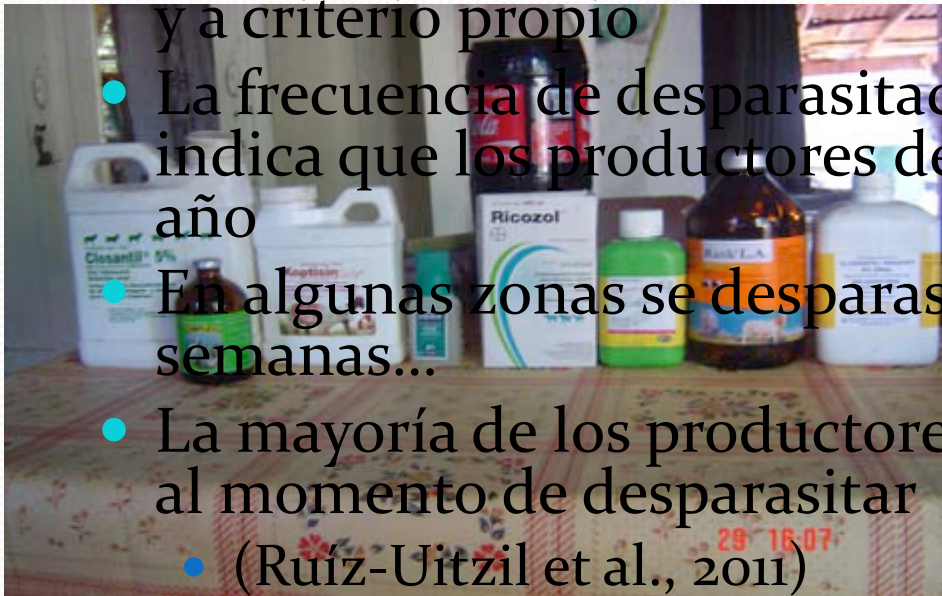
y a criterio propio

- La frecuencia de desparasitación es cada 2 y 3 meses lo que indica que los productores desparasitan de 4 a 6 veces al año

- En algunas zonas se desparasita cada mes o cada 2 semanas...

- La mayoría de los productores utiliza más de un producto al momento de desparasitar

- (Ruíz-Uitzil et al., 2011)



Si encuentras un individuo así en el rebaño...



Desparasita a todos los animales!!!



¿Usarías algo de esto si no lo necesitas?



Cuál es la consecuencia de ese manejo?

- Propicia la selección de poblaciones de NGI resistentes a los AH comerciales.
- En México es cada vez más común el reporte de rebaños con poblaciones de NGI resistentes a AH
- Hatos con NGI resistentes a bencimidazol, levamisol e ivermectina
 - Tamaulipas (Zapata-Campos et al., 2012)
 - Tabasco (Herrera-Manzanilla et al., 2013)
- Resistentes a alguna familia al menos:
 - Yucatán (Canul-Ku, et al., 2013; Alegría-López et al., 2015)
 - Veracruz (Alonso-Díaz et al., 2014, 2015).
 - Campeche...

Situación de la RA en México

- La resistencia a los AH complica el control de NGI
- Los ranchos con cepas resistentes :
 - Desparasitan sin realmente lograr el objetivo
 - Reducción de ganancia de peso o producción de leche
- Baja producción y mortalidad = abandono de la actividad pecuaria
- Impacto económico negativo para el sector pecuario



¿Que se puede hacer ahora?

- Productores que deben reducir su dependencia en el uso de drogas antihelmínticas comerciales.
- Se han estudiado varios métodos alternativos de control que buscan reducir dicha dependencia en AH para el control de NGI.



Principios en los que se basan las nuevas prácticas de manejo para el control de los NGI

a) No es normal que los animales en pastoreo estén libres de NGI y a la larga es imposible

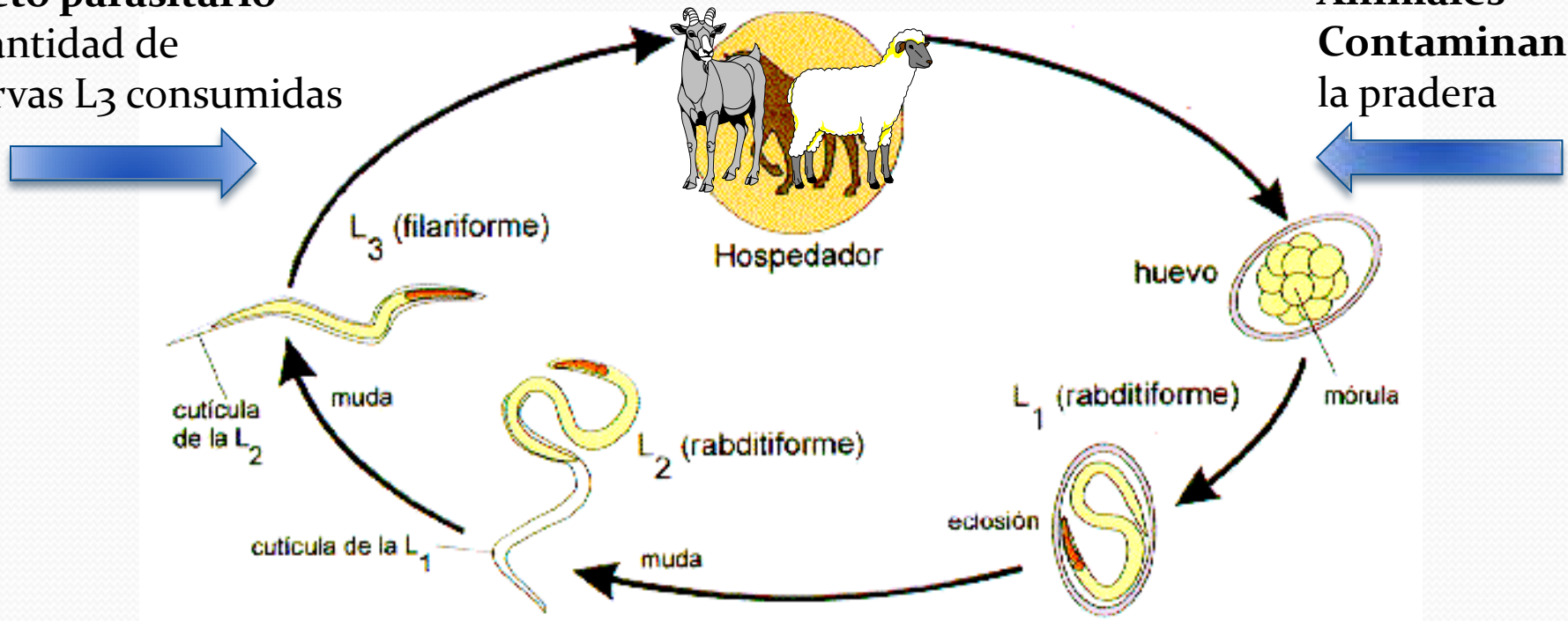
- La tentación de utilizar poderosos desparasitantes modernos para eliminar parásitos en animales de pastoreo
- Persistencia de la eficacia de algunos productos para evitar las parasitosis por periodos prolongados en pastoreo
- El abuso conlleva a **la creación de NGI resistentes a desparasitantes en muy pocos años.**
- Es una tentación atractiva pero es muy costosa...

b) Lo normal es que la mayoría de los rumiantes en pastoreo tengan NGI en su tractos gastrointestinal

Respuesta inmune afectada
Por la nutrición

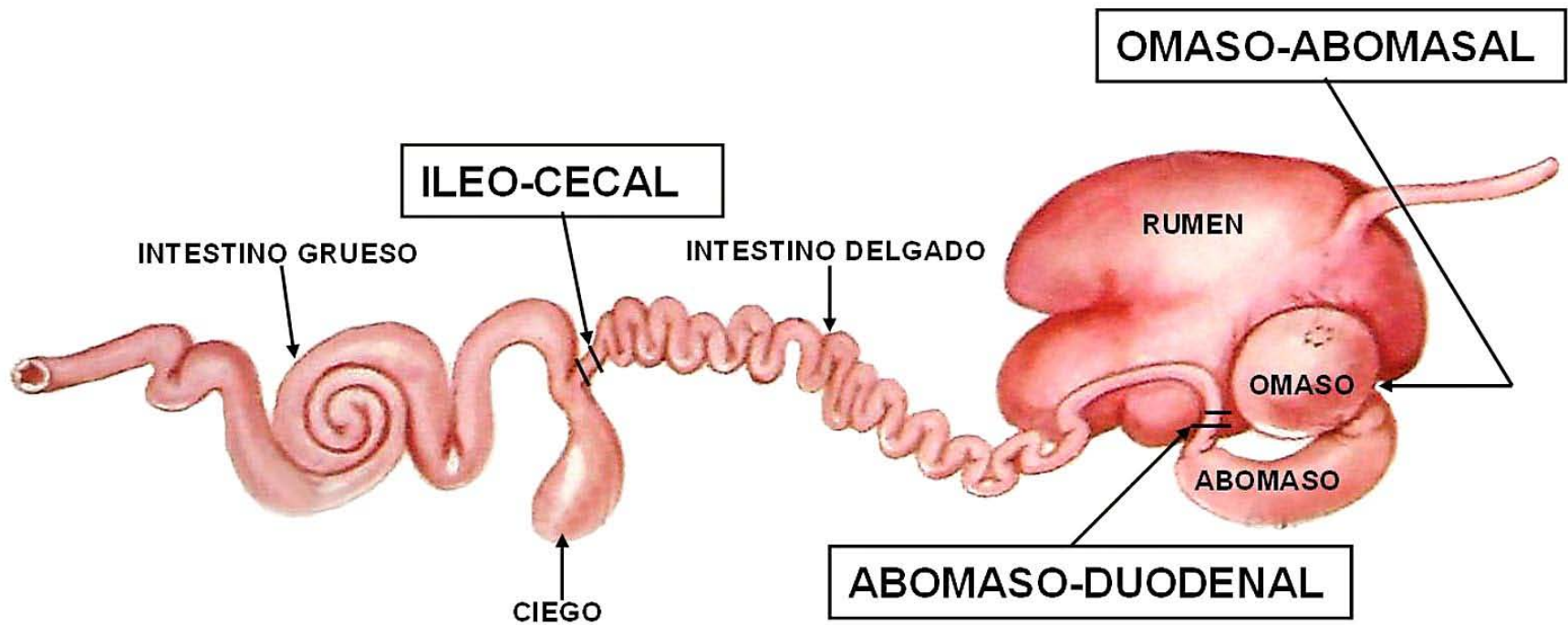
Reto parasitario
Cantidad de
larvas L₃ consumidas

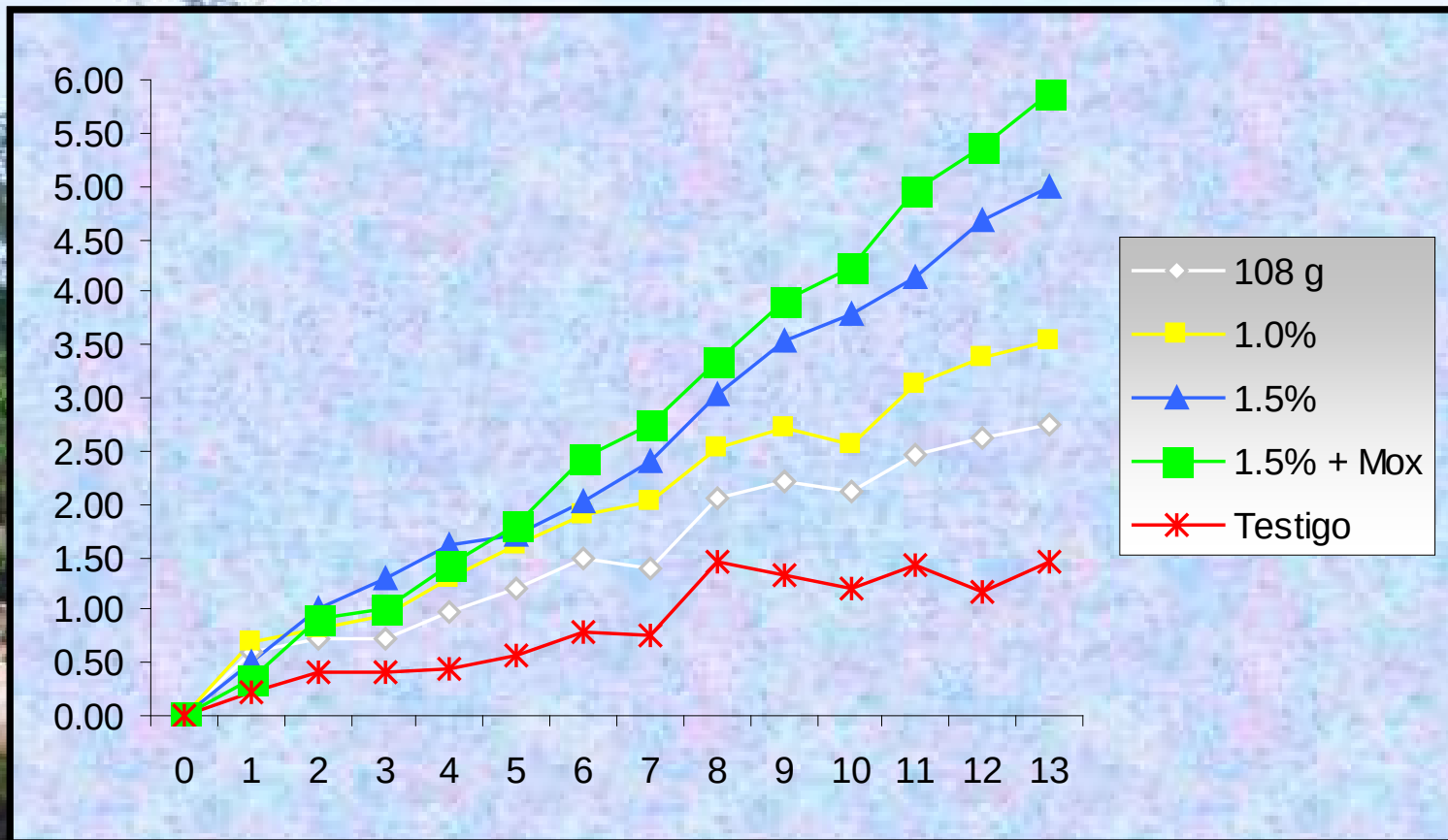
Animales
Contaminan
la pradera



Fases de vida libre fuertemente afectadas por el medio y enemigos naturales

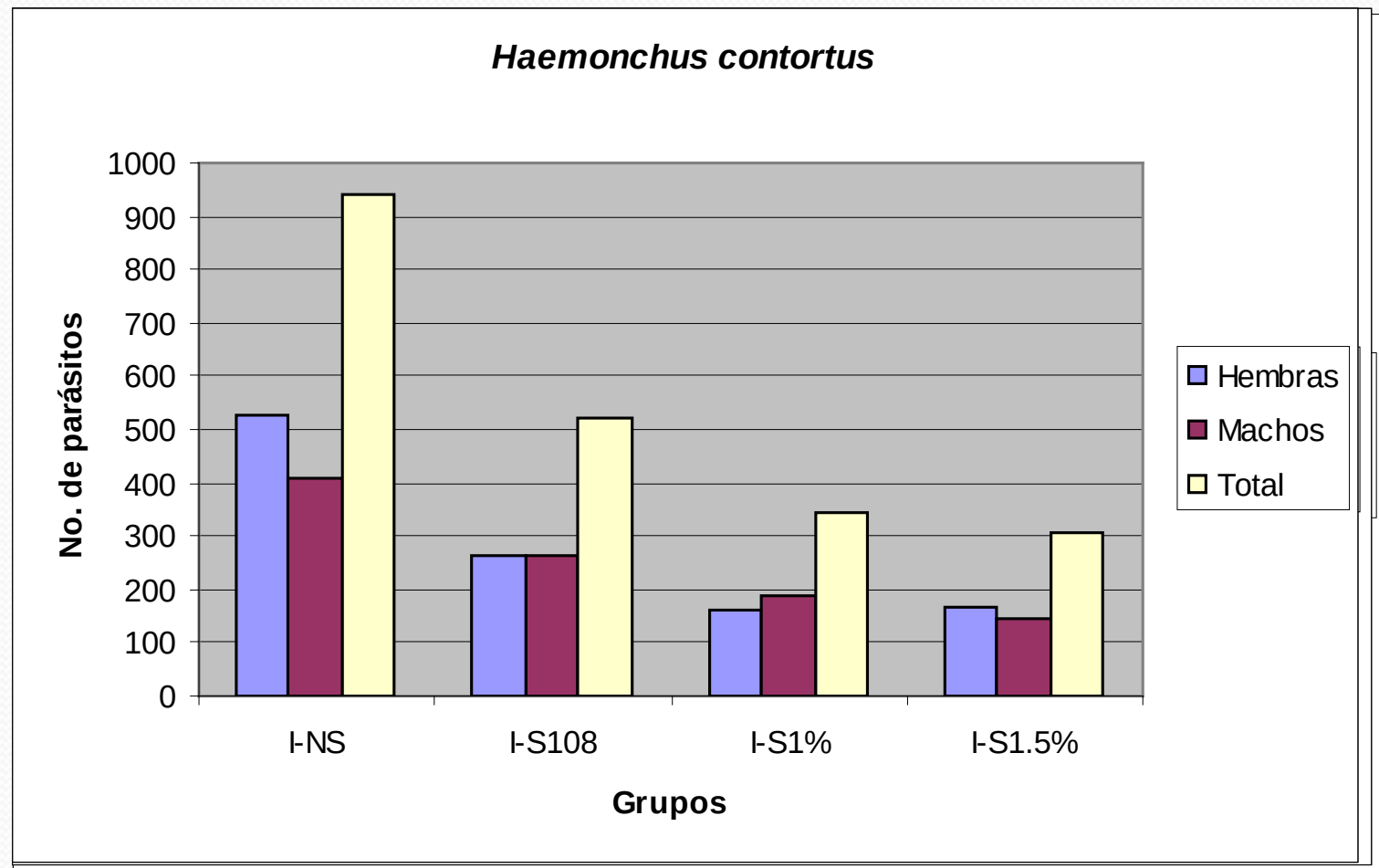
c) Los rumiantes son capaces de controlar y sobrevivir una carga moderada de NGI por sí mismos





Los ovinos y caprinos requieren de una buena alimentación

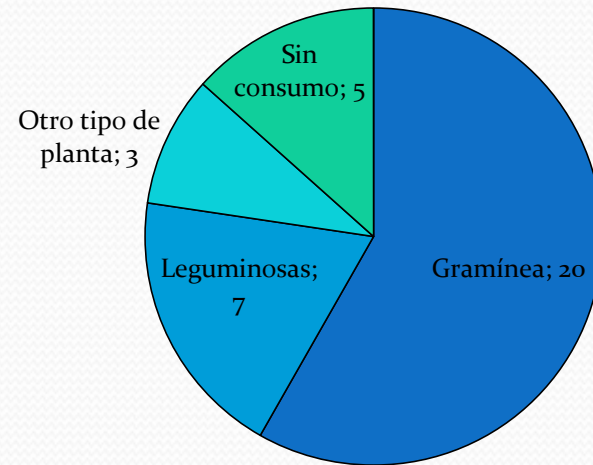
La media de carga parasitaria en el tracto gastrointestinal muestra evidencia de resistencia contra los NGI



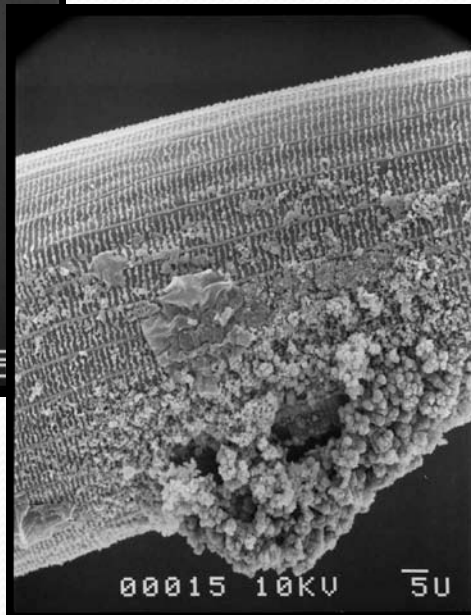
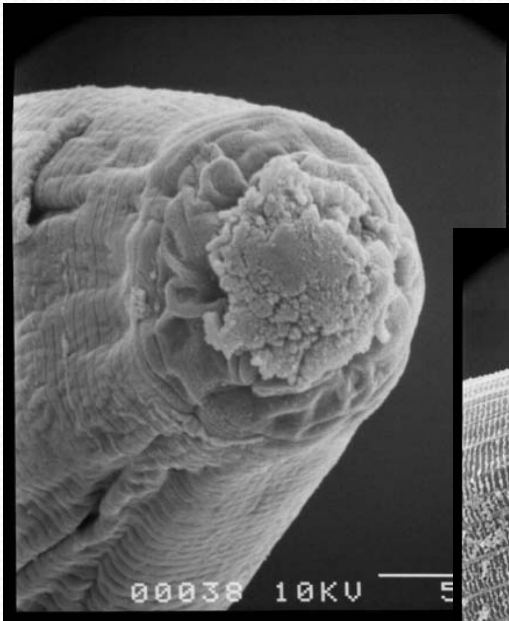
¿Cómo funciona la mejor nutrición?

- La suplementación está diseñada para proveer nutrientes para tres funciones:
 - Reparar tejidos dañados por parásitos
 - Producción de células y otros productos (p.e. moco) para su defensa contra parásitos
 - Proveer de nutrientes extra para producción (huesos, músculos, grasa, lana, etc.)

Incluir en la dieta leguminosas forrajeras ricas en taninos y otros compuestos secundarios



- Efecto sobre adultos:



- Martinez-Ortiz-de Montellano et al. (2009)

- Efecto sobre larvas infectantes
- Reduce establecimiento
- Inhibe el desenvaine de larvas L₃
 - Brunet et al. (2008a,b)



d) Esa capacidad de tolerar y resistir los parásitos varía entre los animales del rebaño y es heredable

SELECCIÓN GENÉTICA: Individuos con características de resistencia a NGI

Basada en mediciones cuantitativas de rasgos fenotípicos

FEC
(Baja carga)

Europa

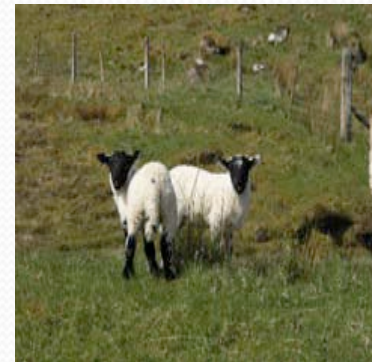
Australia

Nueva
Zelanda

La Heredabilidad es la proporción de la variación que se debe al efecto medio de los genes, y su valor indica en qué medida el fenotipo está determinado por los genes transmitidos por los progenitores, y también cuál será el grado de semejanza de la descendencia

Heredabilidad 20-30%

- FAMACHA
- VCA
- GP



¿Podemos usar evidencia de variabilidad fenotípica?

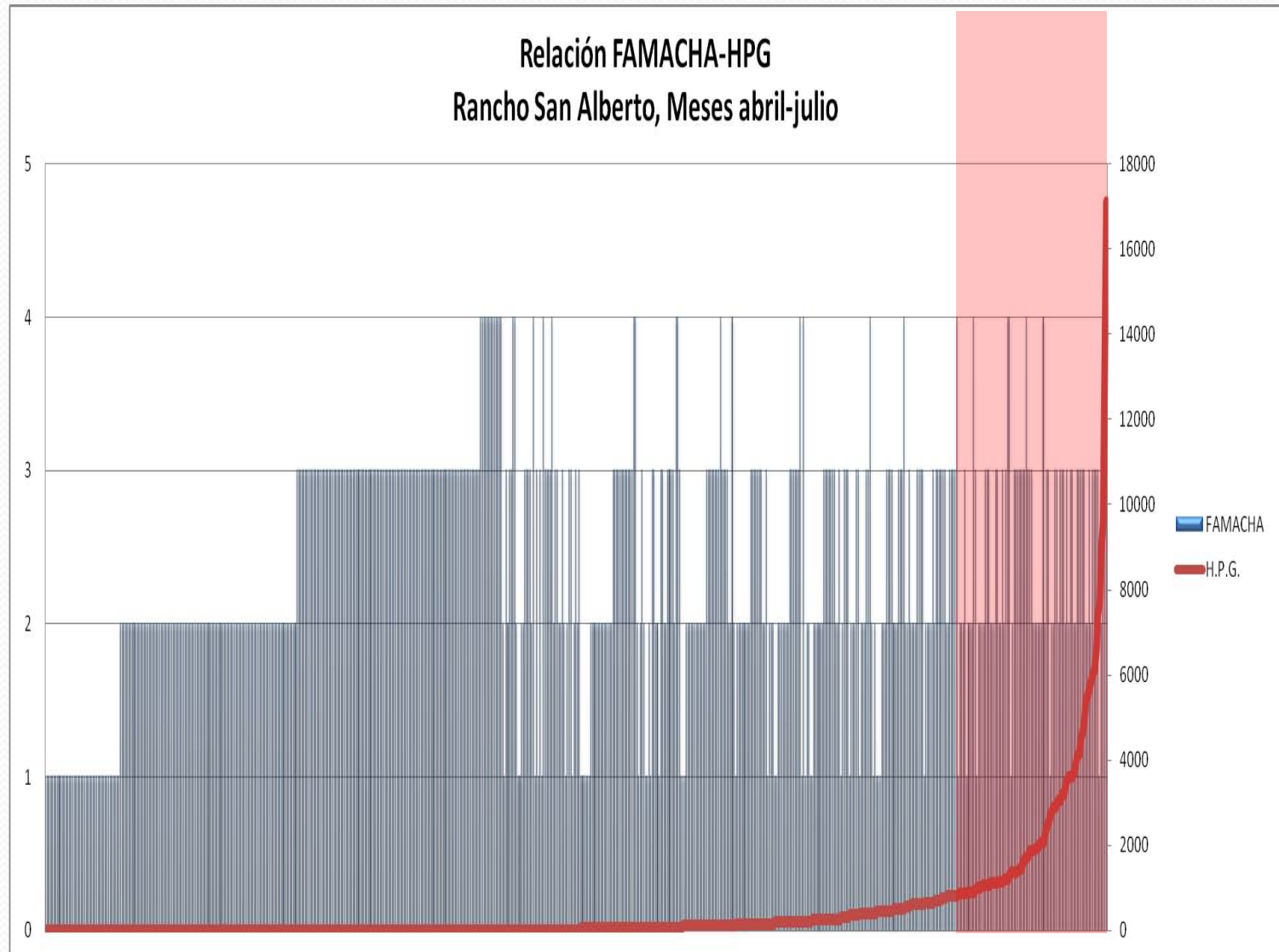
Numero de parásitos

- No se usa para la selección de animales reproductores.
- No existen métodos para medir la cantidad de parásitos en el interior de animales vivos (todavía).

Huevos en heces

- Usado por la mayoría de los programas
- Identificar animales adecuados para crianza.
- Método económico y fácil de realizar.
- Base para esquemas de selección en Australia, Nueva Zelanda y Reino Unido.
- Buena heredabilidad (>20%)

Distribución de animales con base en eliminación de HPG



Distribución de eliminación de HPG en ovinos

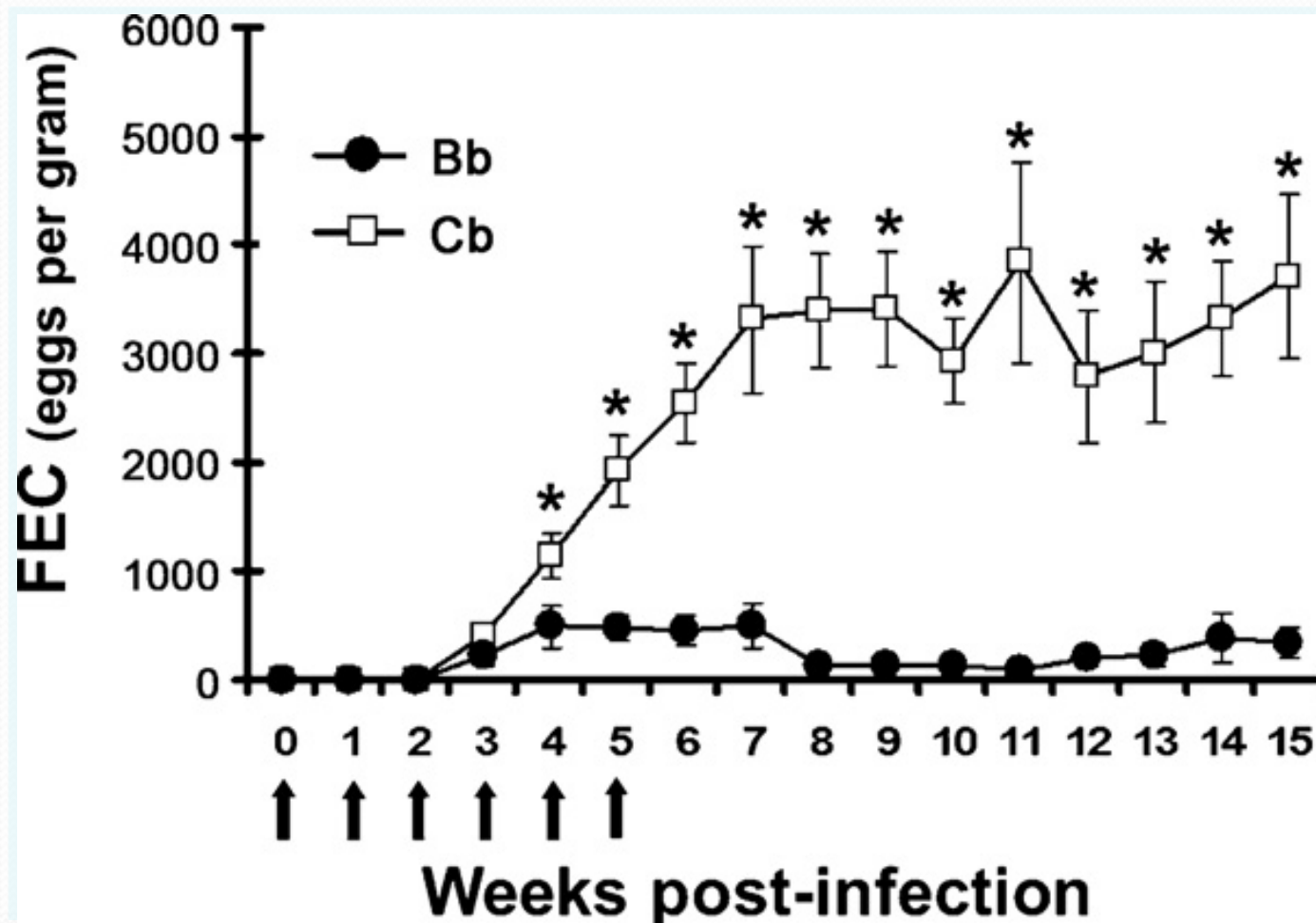
Huevos por gramo de heces

Rangos de eliminación de HPG	Número de animales	%	Total	% Desparasitados & No desparasitados
0-250	392	63.95	490	79.93
300-500	63	10.28		
550-750	35	5.71		
800-1000	24	3.92	123	20.07
1050-3000	67	10.93		
Mayor 3050	32	5.22		
Total	613	100		

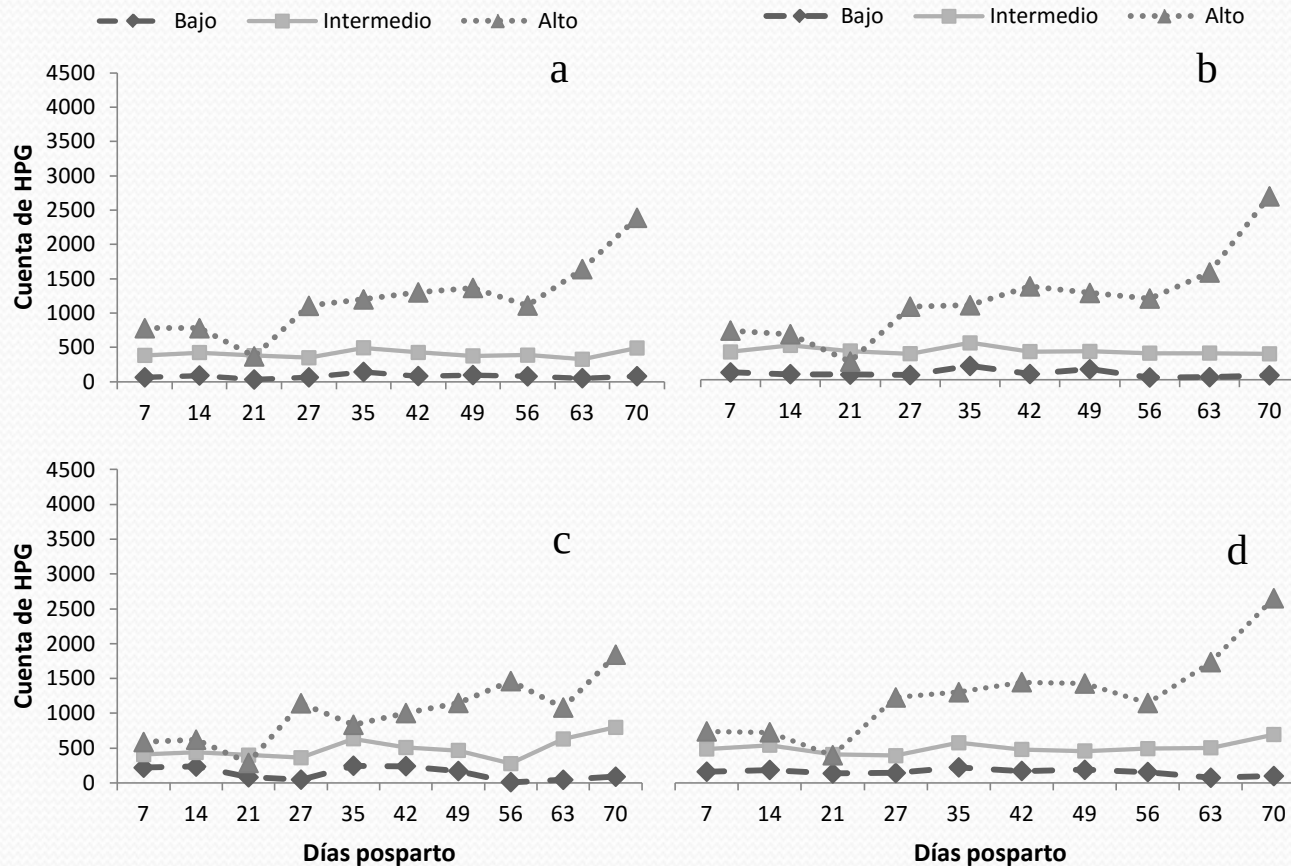
1 19 37 55 73 91 109 127 145 163 181 199 217 235 253 271 289 307 325 343 361 379 397 415 433 451 469 487 505 523 541 559 577 595 613

Número total de animales

Diferencia de razas en México



Evidencia de segregación altas y bajas eliminadoras de huevos de NGI



Beneficios de la selección por HPG

- Reducción de cantidad de huevos en heces (>50%)
- Menos contaminación de praderas
- Menos re-infección de animales
- Menor necesidad de desparasitantes
- ¿Y que efecto tiene sobre la producción?

e) Los animales con cargas moderadas de parásitos no requieren ni deben ser desparasitados

- Animales con cargas moderadas o bajas de parásitos no mejoran su productividad por usar los desparasitantes
- Desparasitar animales con cargas bajas destruye el refugio (parásitos no expuestos a los AH)
- Se hace más presión para seleccionar parásitos resistentes a las drogas



Rebaño

FAMACHA© 1, 2 y 3

FAMACHA© 4 y 5



$CC > 2$

$CC \leq 2$



Muestra de
heces
Mc Master



< 750 HPG

≥ 750 HPG

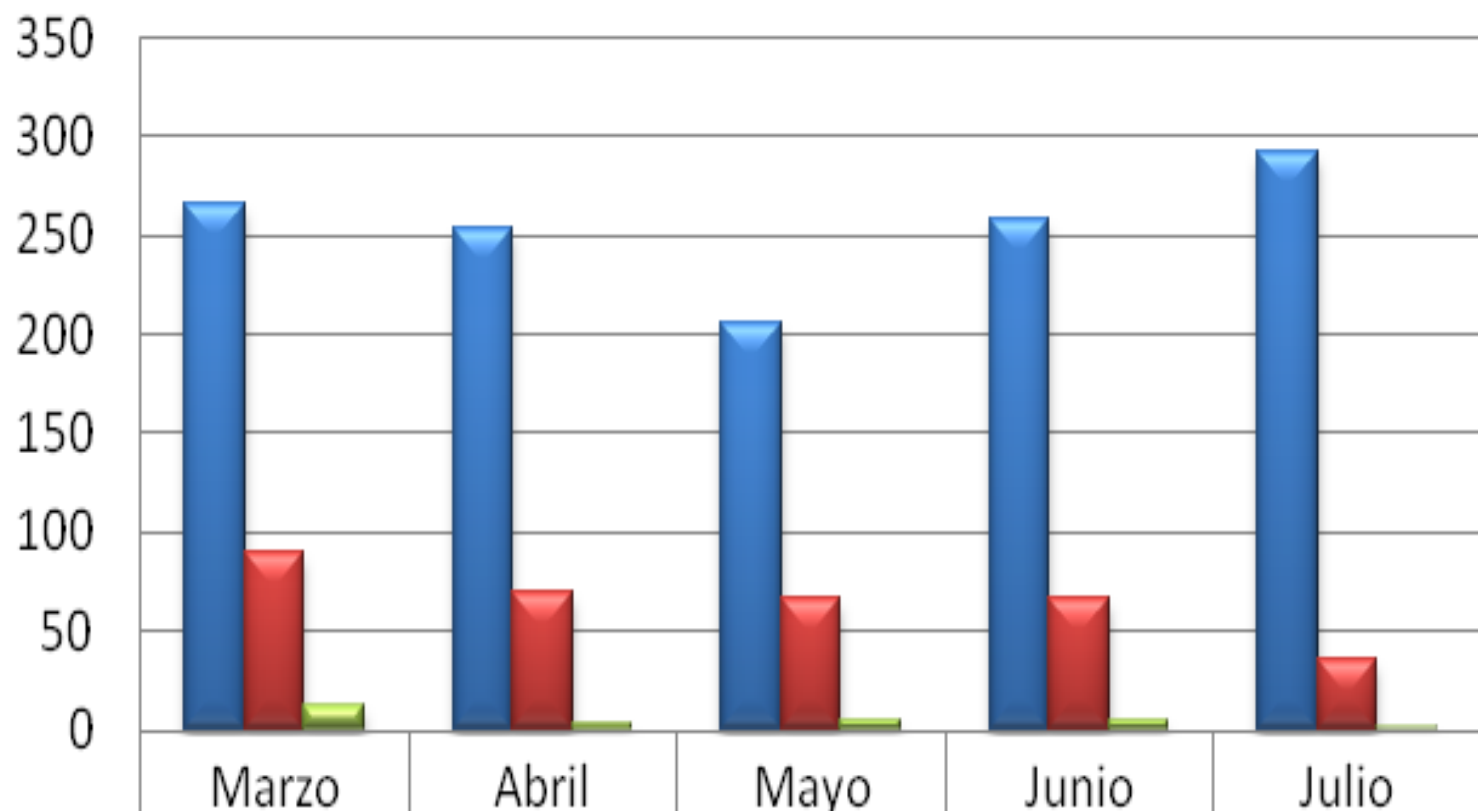


Desparasitación



Rancho "El Paraíso"

Número de animales



■ Total de animales

266

253

205

258

292

■ Muestreados

90

69

66

67

36

■ Desparasitados

12

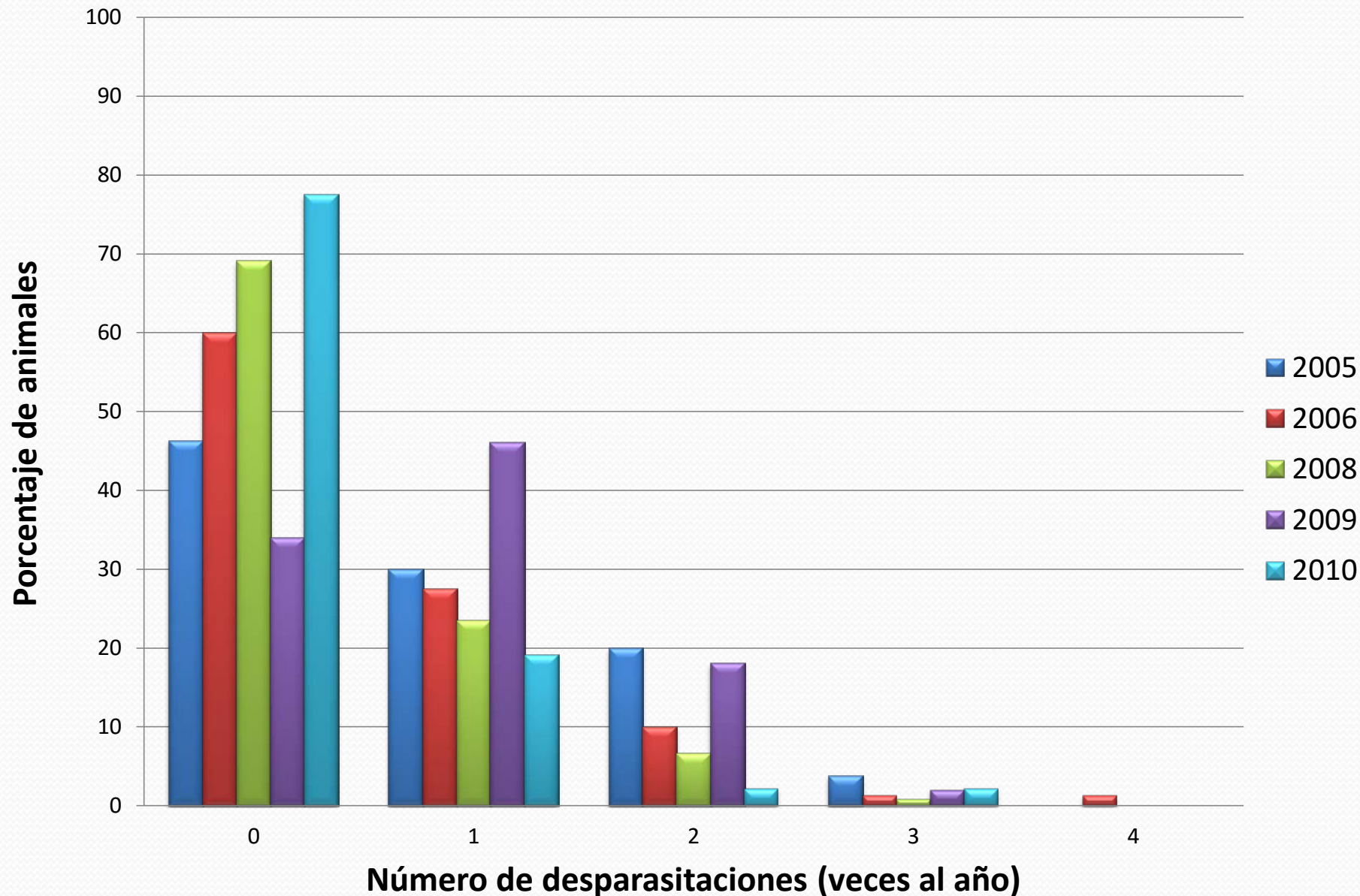
3

5

5

1

Porcentaje de desparasitaciones en ovinos 2005-2010



Resultados del establecimiento del PDS en ovinos

Grupos de animales	El Colibrí	El Rodeo	La quinta Chilla	La Palma	Total	%
No Muestreados	668	622	401	139	1830	52
HPG 0	200	91	202	62	555	16
HPG menor a 750	324	202	97	108	731	21
Tratados	267	61	69	103	500	14
Total por rancho	1352	976	769	412	3509	100

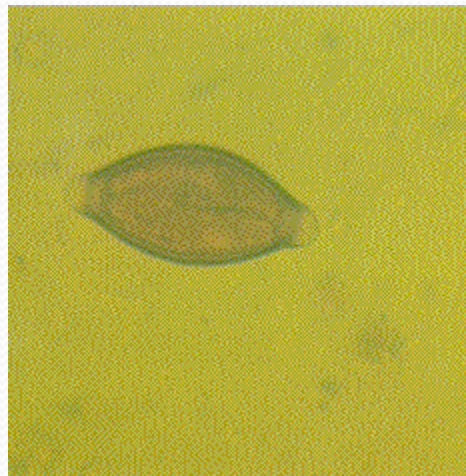
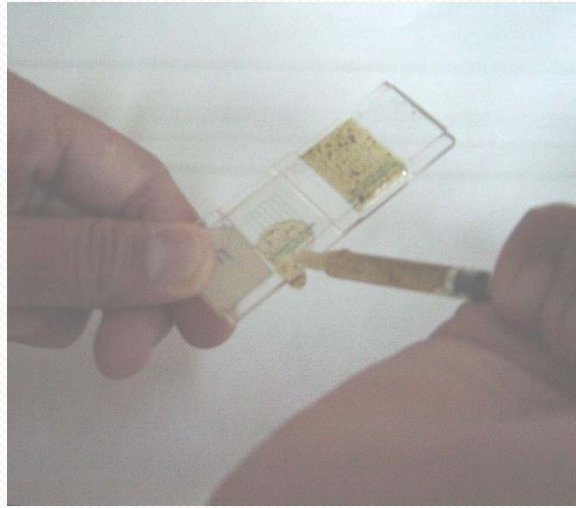
Mantener a los animales que no requieren ser desparasitados

- Podemos mantener a los hijos de las hembras que no requieren ser desparasitadas
- Registrar a esas hembras cada parto y ver la calidad de sus hijos
- Estas crías pueden entrar en esquemas de selección

f) Evaluar la eficacia de los desparasitantes regularmente

- Al menos una vez al año
- Esta práctica no se está realizando en el país.
- Algunos productores de Brasil, Argentina y Uruguay han revisando su situación de resistencia a los AH pero no anualmente
- Sirve para decidir si se continúa con el mismo producto un año más ó si se cambia por otro
- Permite usar un producto útil en los animales que si necesitan tratamiento

Pruebas coproparasitológicas



McMaster (Animales
con más de 150 HPG)

McMaster



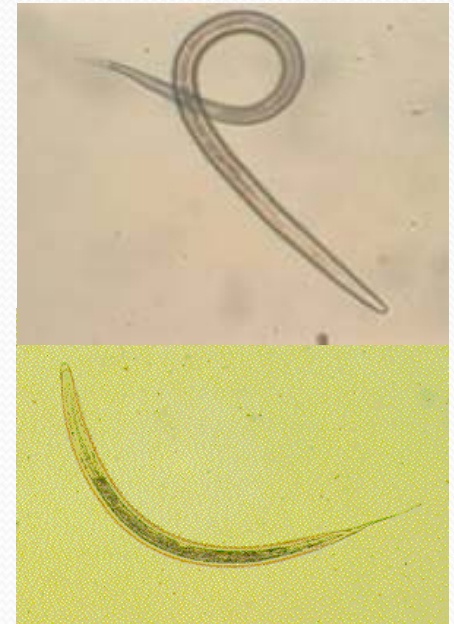
Otro u combinaciones (n=15)

Lactonas macrocíclicas (n=15)

Levamisol (n=15)

BZD (n=15)

Control (no tratado)(n=15)



Identificar L3



0

Días

10-14

16-20

Cultivo de heces

Cultivo

Y si no funcionan? Combinamos?

Reducción en el HPG pos tratamiento (%) e IC al 95%				
Tratamiento	R1	R2	R3	R4
Levamisol*	77% (39-91)	1% (0-69)	88% (68-96)	67% (0-92)
Albendazol*	13% (0-76)	-32% (0-43)	38% (0-82)	48% (0-86)
Ivermectina*	39% (0-73)	31% (0-69)	82% (48-94)	59% (0-92)
Levamisol/Ivermectina	87% (75-93)	91% (79-96)	94% (87-97)	92% (87-95)
Albendazol/Ivermectina	25% (0-65)	-38% (0-31)	-----	16% (0-83)

*Datos obtenidos antes del establecimiento de la estrategia de DSD y reportados por Herrera *et al.* (2013).

6. Utilizar un tipo desparasitante mientras funcione

- FMVZ-UADY
 - 20 años usando una familia!
- En Yucatán es común combinar AH (Ruiz-Uitzil et al, 2011)
 - Cuidado: Combinar diferentes productos de la misma familia!
- OJO:
 - El uso simultáneo de AH de dos clases de AH retarda el desarrollo de cepas resistentes
 - Startect Pfizer:
 - Abamectina + derquantel

En conclusión

- Usemos a la madre naturaleza a nuestro favor...
 - Mejorar el estado nutricional de los animales
 - No sobre explotar a los potreros y animales
 - Usar las plantas de los agostaderos como antiparasitarios naturales
 - Desparasitar solo a los animales que lo necesitan
 - Mantener en el hato a los hijos de los animales que se comportan mejor y se desparasiten menos
 - Cuidar a los antiparasitarios como herramientas valiosas de salud animal



Dios bó'otik
Gracias
Thank you
Merci





SAGARPA

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

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

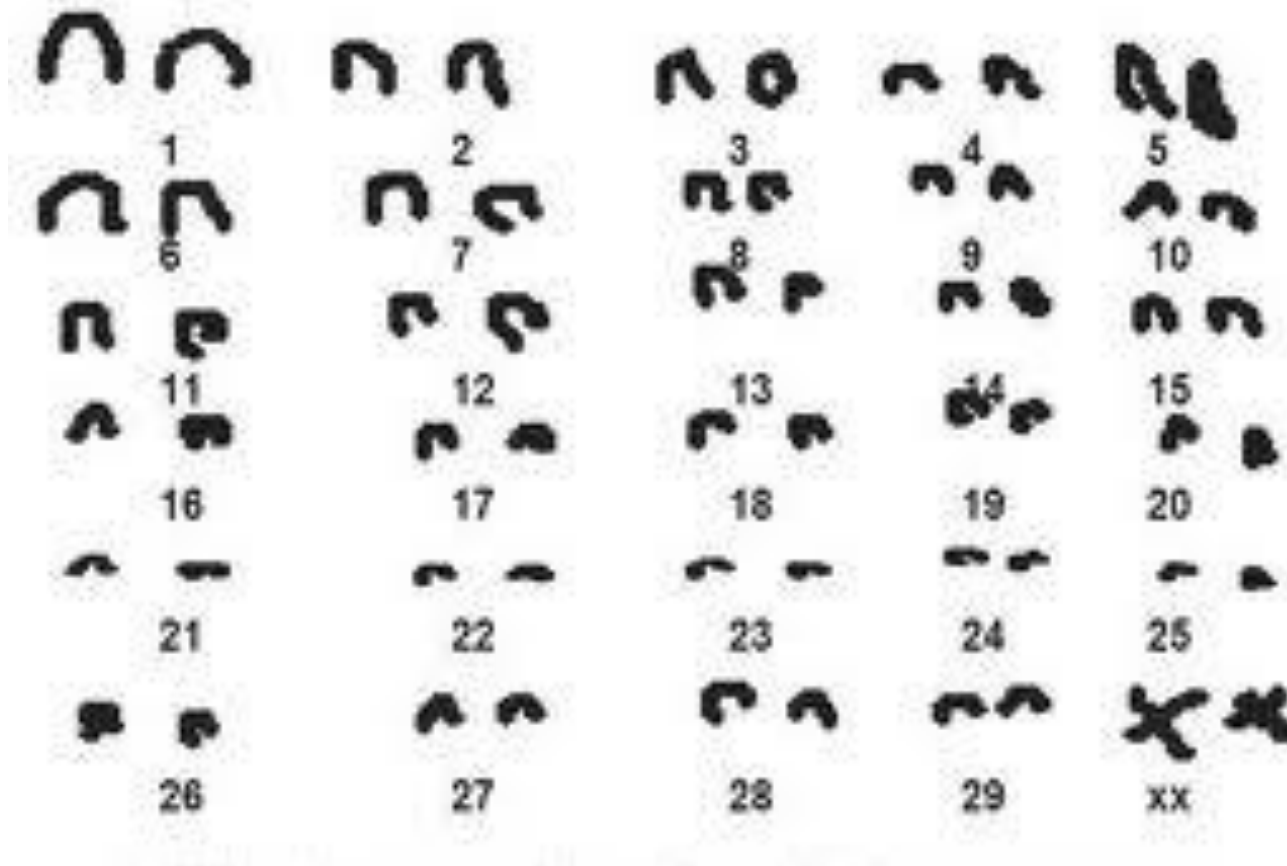
Genómica como herramienta para el mejoramiento animal en ganadería bovina tropical

Dr. Sergio Iván Román Ponce

**Centro Nacional de Investigación en Fisiología y
Mejoramiento Animal
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Agrícolas y Pecuarias**

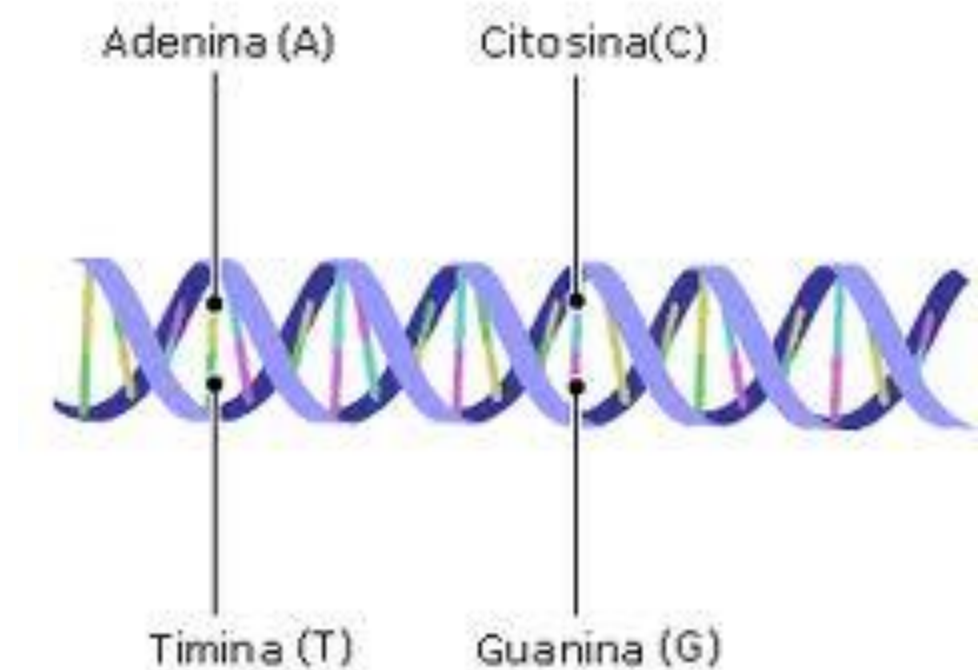
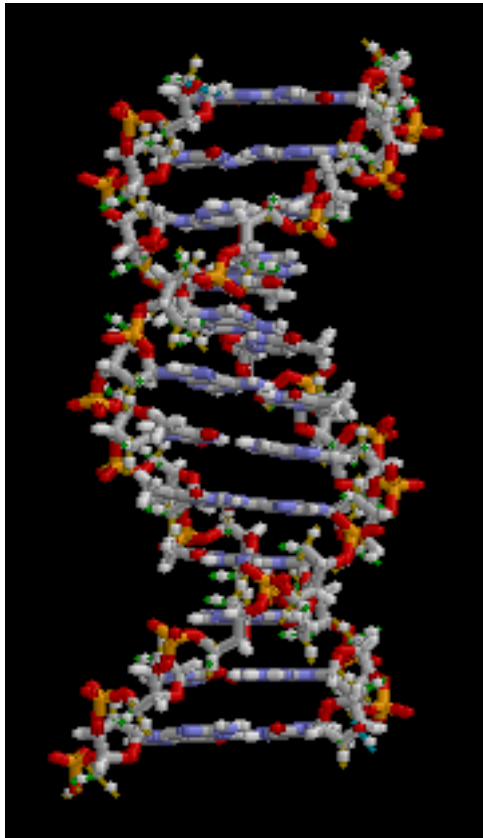
GENOMA BOVINO (~3 Gb)

29 pares de autosomas y un par de cromosomas sexuales

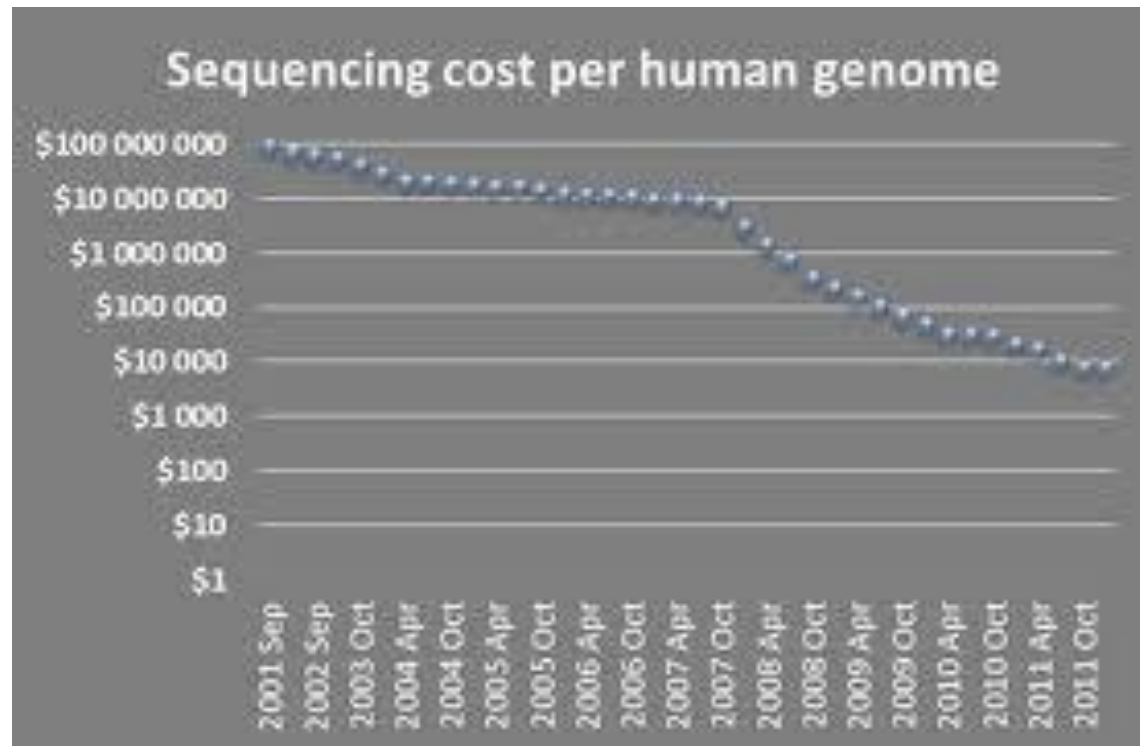


- ~ 22,000 - 30,000 Genes en el genoma bovino
- ~14,000 genes en común con todos los mamíferos
- ~ 80 % de los genes compartidos con humanos

- ADN (1950)



Genómica: Estudio sobre la estructura y función de un gran número de genes de manera simultánea.



GT CAT AGC ATT ATT ATT ATT ATT CAG G **A** CTA
CAG TAT CGT AATAATAATAATAAGTCC **T** GAT

1bp

15

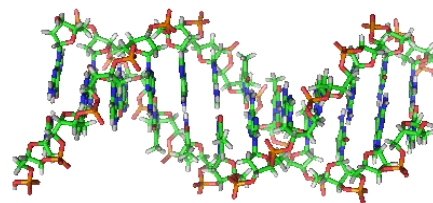
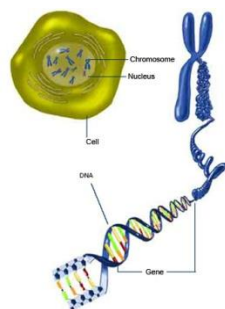
30



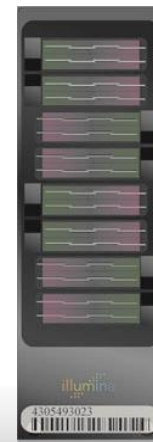
GT CAT AGC ATT ATT ATT ATT ATT CAG G **C** CTA
CAG TAT CGT AATAATAATAATAAGTCC **G** GAT

Polimorfismo de un Solo Nucleótido

- Simplificación de la purificación y replicación del ADN



- Desarrollo de tecnologías rápidas y baratas de secuenciación

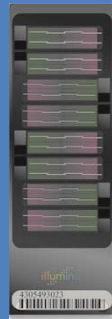


Primeros disponibles para bovinos

BovineHD

BovineSNP50v2

BovineLD



**Densidad de
marcadores**

777,962

54,609

9,909

Ensayo

InfiniumHD

InfiniumHD

InfiniumHD

Guía de uso

Infinium Super

Infinium Ultra

Infinium

**Tiempo de escaneo por
muestra**

iScan+: ~7min
HiScanSQ: ~7min

BAR: ~7min
iScan: ~1min
HiScanSQ: ~1min

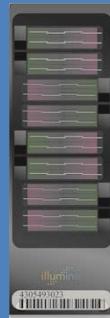
BAR: ~7min
iScan: ~1min
HiScanSQ: ~1min sec

Chips disponibles para bovinos

BovineHD

GGP - HD

GGP - LD



**Densidad de
marcadores**

777,962

~150,000

~27,000

Ensayo

InfiniumHD

InfiniumHD

InfiniumHD

Guía de uso

Infinium Super

Infinium Ultra

Infinium

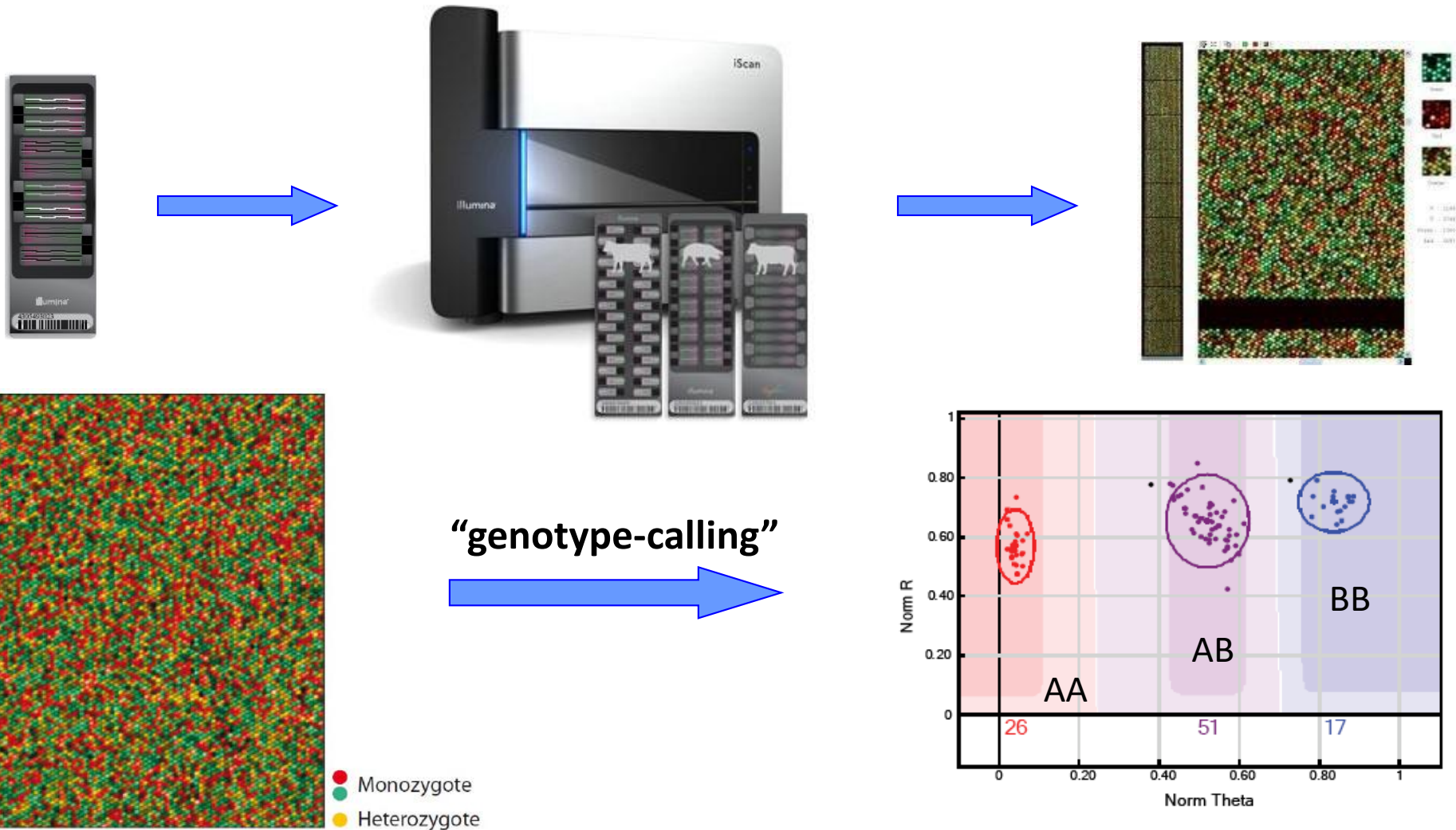
**Tiempo de escaneo por
muestra**

iScan+: ~7min
HiScanSQ: ~7min

BAR: ~7min
iScan: ~1min
HiScanSQ: ~1min

BAR: ~7min
iScan: ~1min
HiScanSQ: ~1min sec

Análisis automatizado de SNP

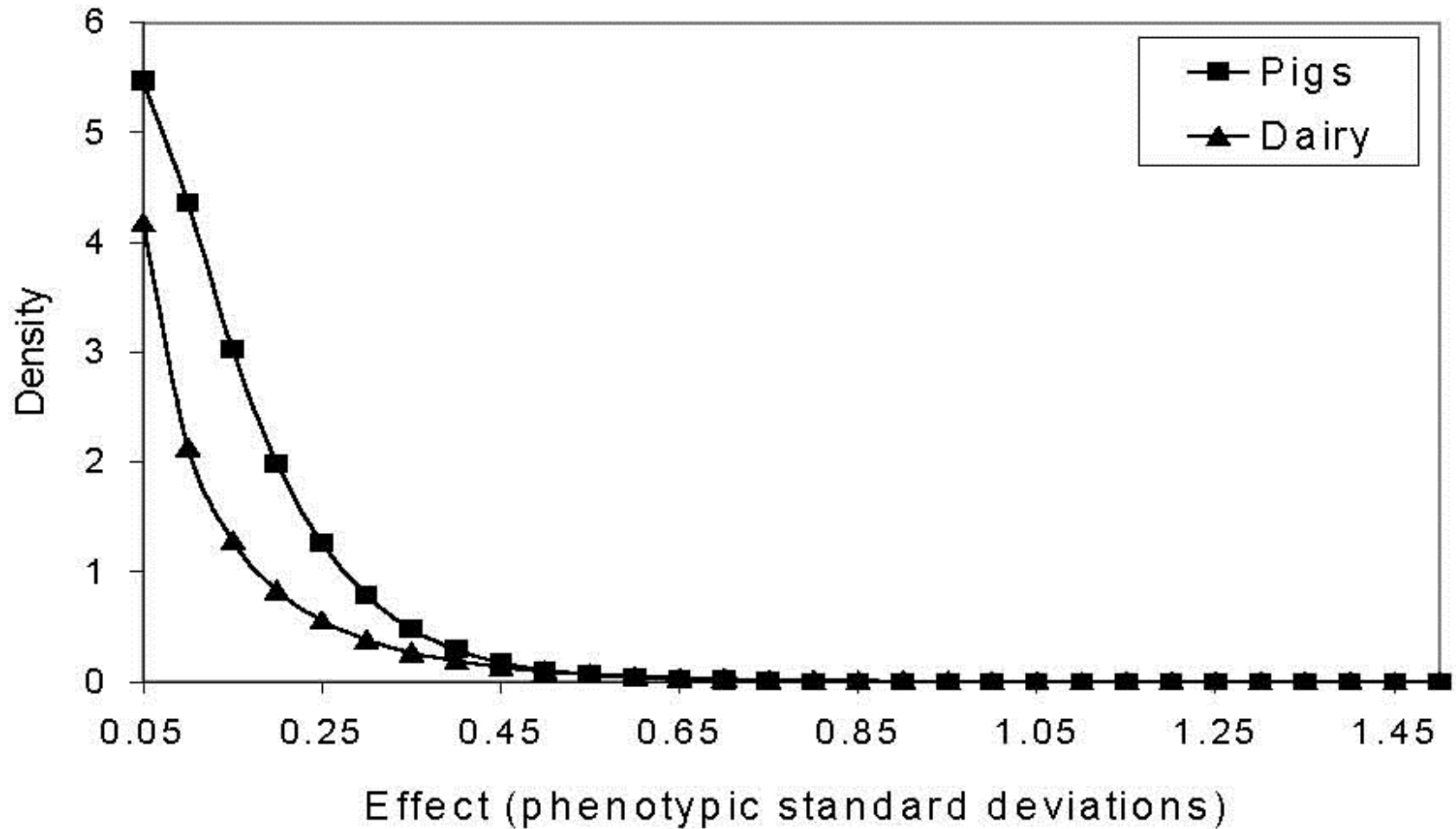


MAPEO DE QTL

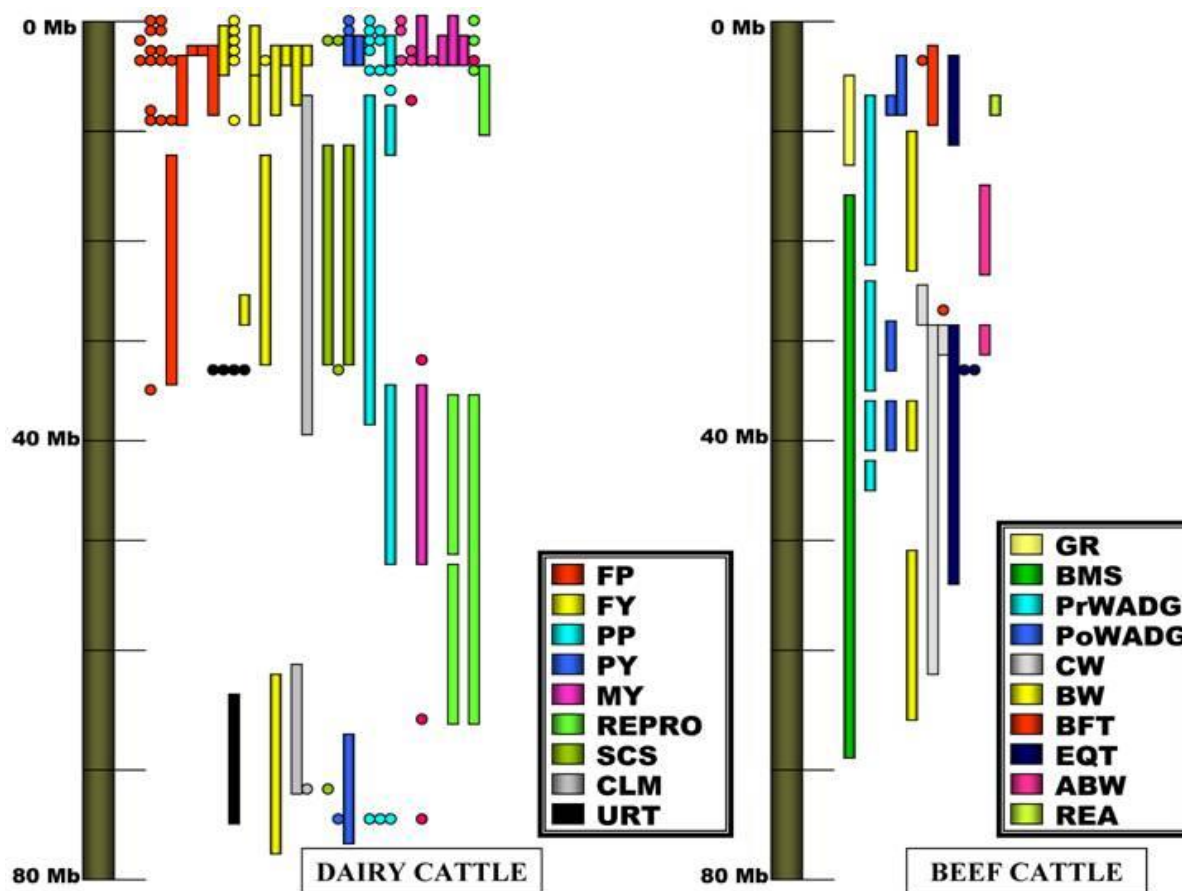
Mapeo de QTL

- Modelo infinitesimal asume que las características están determinadas por un infinito de loci que no están ligados y son aditivos, cada uno con un efecto muy pequeño.
- 30,000 genes y 3000 cM
 - ~10 genes por cM
 - 40 cM => 400 genes
 - 20 cM => 200 genes
- **Metodología imprecisa:**
 - 5% de la varianza genética => mapeando intervalos de 40 cM
 - 10% de la varianza genética => mapeando intervalos de 20 Cm

Distribución QTL's



Cromosoma 14 - Bovino



Y la distribución de estos efectos de los genes???

Ganancia diaria promedio pre-destete (PrWADG); Ganancia diaria promedio post-destete (PoWADG); Peso al nacimiento (BW); Peso de la canal (CW); Espesor de grasa dorsal (BFT); Marmoleo (BMS); Promedio de peso corporal (ABW); Calidad de canal (EQT); Tasa de crecimiento (GR); Area del Rib eye (REA)

- **Mutación**
- **Selección**

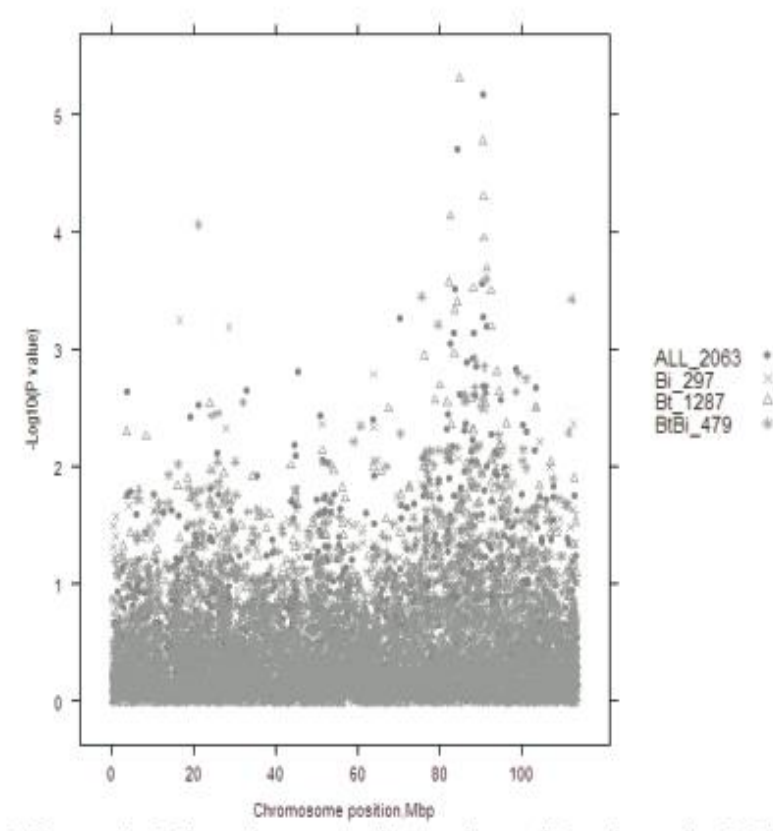


Genome-Wide Association Studies

Genome-Wide Association Studies

- **GWAS** => mapeo de LD usando un SNP a la vez.
 - En lugar de utilizar los haplotipos
 - Se basa en LD entre un solo SNP y genes
- **Ventajas:**
 - También funciona para genes no completamente recesivos
 - Trabaja con características complejas o continuas (QTL)
- **Desventajas:**
 - Asociación con un SNP puede ser igual por casualidad
 - Las señales para los QTL pueden ser erráticas
 - Problemas de asociaciones espurias => solucionado efecto poligénico

Valores de p para consumo de alimento neto (NFI) a lo largo del cromosoma 8 en *Bos indicus* (Bi), *Bos taurus* (Bt) y compuestos (Bt x Bi) líneas de raza, combinando todos los datos.



- **SNP chips** disponibles para bovinos, cerdos, caballos, perros, gallinas, ovinos
 - No tan denso como en los seres humanos
 - Humanos No muy grandes => segmentos cortos de LD
 - Animales No pequeñas => largos segmentos de LD
 - Dentro de raza: 50.000 SNP parece suficiente
 - Entre Raza: muchos más (~ 300.000)
- **La confirmación de la muestra independiente:**
 - No se realiza en la mayoría de los casos
 - Permite evitar falsos positivos

EVALUACIONES GENÉTICAS

ESTIMACIÓN TRADICIONAL DE VALORES GENÉTICOS

Modelo Animal:

$$y = Xb + Za + e$$

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \sigma_e^2 / \sigma_a^2$$

$$EBV = \hat{a}$$

EVALUACIONES GENOMICAS

VARIOS PASOS

PUNTOS A CONSIDERAR

- **SNP chips** disponibles para bovinos, cerdos, caballos, perros, gallinas, ovinos
 - **Animales Ne pequeñas** => largos segmentos de LD
 - **Dentro de raza:** 50,000 SNP parece suficiente
 - **Entre Raza:** muchos más (~ 300,000)

- **Mapeo de QTL explica limitada proporción de la varianza genética**
 - $\sim 10\%$ V_g
 - Identifica pocos QTL
 - Muchos QTL sin detectar
- **Utiliza todos los marcadores SNP en el chip**
 - Densidad del genotipo de SNP “asegura” LD
 - QTL pequeños pueden ser identificados
 - Potencialmente explica el 100% de varianza genética

Predecir el merito genético a través de la información adquirida por los paneles densos de marcadores en una población de referencia (entrenamiento) con genotipos y fenotipos.

- En animales sin información productiva propia.
- Con alta confiabilidad / precisión

EL MODELO

$$y = Xb + \sum_{j=1}^n S_j g_j + e$$

- $n = \#$ de SNP (vr.gr. 50,000)
- S_j es la matrix de incidencia de SNP j
i.e. S_{ij} = no. de '1' alelos del animal i para SNP j

$$EBV = \sum_{j=1}^n S_j \hat{g}_j$$

EVALUACIONES GENOMICAS

UN SOLO PASO

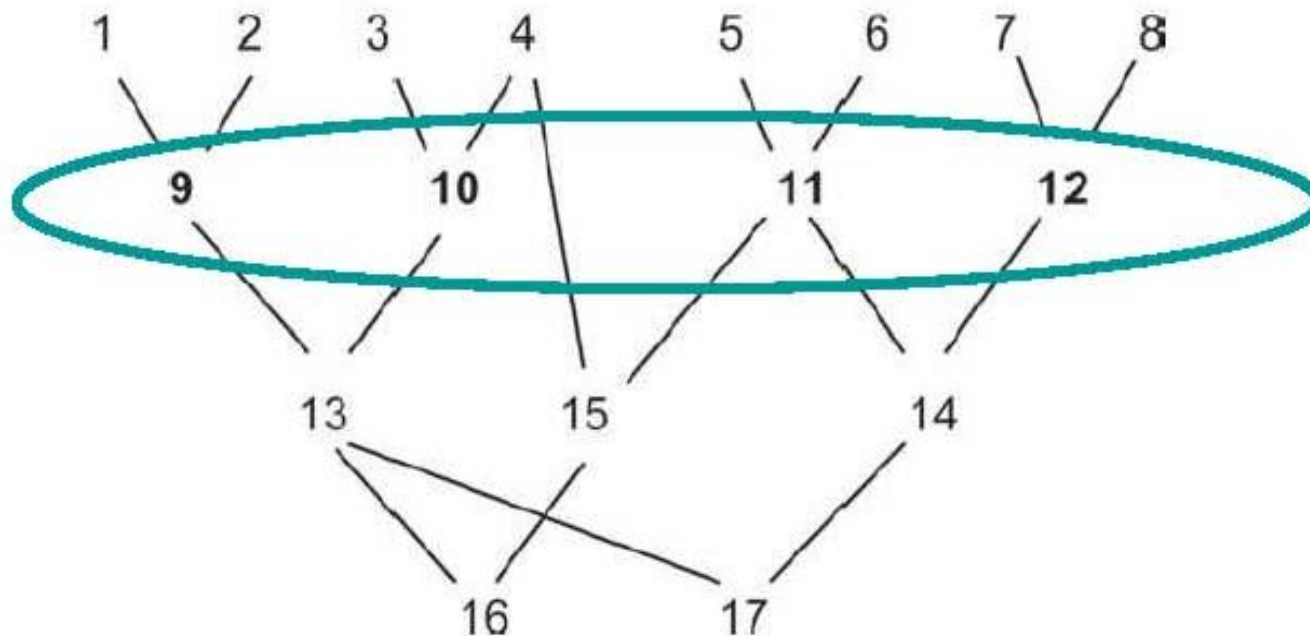
- La matriz numérica de relaciones (**A**) esta basada en el pedigrí: es un promedio de relaciones asumiendo el modelo infinitesimal.
 - “Las relaciones reales” difieren debido al tamaño finito del genoma(Hill and Weir, 2010).
- La matriz **A** es la esperanza de la realización de la matriz
 - SNP son mas informativos que **A**
 - Dos medios hermanos podrían tener una correlación entre 0.20 a 0.30
- Se requiere muchos marcadores para obtener esta relación mas precisa

Realizado vs esperado

- Con **G**, nosotros estimamos la matriz de relaciones **REALIZADA**
- **A** es una matriz de relaciones **ESPERADAS**
- $E(\mathbf{G})=\mathbf{A}$

- Selección Genómica (GBLUP)
- Estimación de Componentes de Varianza (GREML, G-Gibbs)
 - En poblaciones **SIN** registros genealógicos
 - En poblaciones **CON** registros genealógicos: cuanta variación debida a los SNP?, cuanta al pedigrí?

PEDIGRÍ = GENEALOGÍA



“SOLO PEDIGRÍ”

1.00								0.50						0.25			0.13	0.13
	1.00							0.50						0.25			0.13	0.13
		1.00												0.25			0.13	0.13
			1.00											0.25	0.50		0.38	0.13
				1.00										0.25	0.25		0.13	0.13
					1.00									0.25	0.25		0.13	0.13
						1.00								0.25			0.13	0.13
							1.00							0.25			0.13	0.13
								1.00						0.25			0.13	0.13
									1.00					0.25			0.13	0.13
0.50	0.50							1.00						0.50			0.25	0.25
		0.50	0.50						1.00					0.50			0.38	0.25
				0.50	0.50					1.00				0.50	0.50		0.25	0.25
						0.50	0.50				1.00			0.50			0.25	0.25
0.25	0.25	0.25	0.25					0.50	0.50					1.00			0.56	0.50
				0.25	0.25	0.25	0.25							1.00			0.13	0.13
				0.25	0.25	0.25	0.25							1.00			0.13	0.13
0.13	0.13	0.13	0.38	0.13	0.13	0.13	0.13							0.13	0.25	1.00	0.56	0.19
0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.25	0.38	0.25	0.25	0.25	0.50	0.13	0.13	0.56	1.06	0.34
								0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.50	0.50	0.19	0.34	1.00	1.00

Animales con genotipos

MATRIZ H = GENÓMICA (G) + PEDIGRÍ (A)

1.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.50	0.35	0.35	0.35	0.43	0.35	0.26	0.34	0.39
0.18	1.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.50	0.35	0.35	0.35	0.43	0.35	0.26	0.34	0.39
0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.35	0.50	0.35	0.35	0.43	0.35	0.18	0.30	0.39
0.18	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.35	0.50	0.35	0.35	0.43	0.35	0.68	0.55	0.39
0.18	0.18	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	0.18	0.35	0.35	0.50	0.35	0.35	0.43	0.34	0.34	0.39
0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.00	0.18	0.18	0.35	0.35	0.50	0.35	0.35	0.43	0.34	0.34	0.39
0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.00	0.18	0.35	0.35	0.35	0.50	0.35	0.43	0.26	0.31	0.39
0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.00	0.35	0.35	0.35	0.50	0.35	0.43	0.26	0.31	0.39
0.50	0.50	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	1.00	0.70	0.70	0.70	0.85	0.70	0.53	0.69	0.78
0.35	0.35	0.50	0.50	0.35	0.35	0.35	0.35	0.70	1.00	0.70	0.70	0.85	0.70	0.60	0.73	0.78
0.35	0.35	0.35	0.35	0.50	0.50	0.35	0.35	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70	0.85	0.68	0.69	0.78
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.50	0.50	0.70	0.70	0.70	1.00	0.70	0.85	0.53	0.61	0.78
0.43	0.43	0.43	0.43	0.35	0.35	0.35	0.35	0.70	0.70	0.70	0.70	1.35	0.70	0.56	0.96	1.03
0.35	0.35	0.35	0.35	0.43	0.43	0.43	0.43	0.70	0.70	0.85	0.85	0.70	1.35	0.60	0.65	1.03
0.26	0.26	0.18	0.68	0.34	0.34	0.26	0.26	0.53	0.60	0.68	0.53	0.56	0.60	1.18	0.87	0.58
0.34	0.34	0.30	0.55	0.34	0.34	0.31	0.31	0.69	0.73	0.69	0.61	0.96	0.65	0.87	1.41	0.80
0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.78	0.78	0.78	0.78	1.03	1.03	0.58	0.80	1.53

Animales emparentados

Animales con genotipos

Animales consanguíneos

- Se reemplaza la ***Matriz de relaciones aditivas*** (tradicionalmente construida con información de Pedigrí) por la ***Matriz que combina la información genómica y pedigrí***

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + \lambda H^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{b}^0 \\ \widehat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

- Se reemplaza la ***Matriz de relaciones aditivas*** (tradicionalmente construida con información de Pedigrí) por la ***Matriz que combina la información genómica y pedigrí***

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + \lambda H^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{b^0} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

$$H^{-1} = A^{-1} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & G^{-1} - A^{-1} \end{bmatrix}$$

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

5 ANIMALES

ID	Sire	Dam	Fenotipo	Valor Genético Verdadero	Lambda
1	0	0	0	0.00	0.5
2	1	0	-2	-2.00	
3	1	0	2	2.00	
4	1	0	ND	-2.00	
5	1	0	ND	2.00	

BLUP

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}W \\ WR^{-1}X & WR^{-1}W + A^{-1}\sigma_U^{-2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ W'R^{-1}Y \end{bmatrix}$$

GBLUP

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}W \\ WR^{-1}X & WR^{-1}W + G^{-1}\sigma_U^{-2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ W'R^{-1}Y \end{bmatrix}$$

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

	A							G				
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1	1.00						1	1.00				
2		1.00					2		1.00			
3			1.00				3			1.00		
4				1.00			4				1.00	
5					1.00		5					1.00

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

	A							G				
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50		1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.50	1.00					2	0.50	1.00			
3	0.50		1.00				3	0.50		1.00		
4	0.50			1.00			4	0.50			1.00	0.20
5	0.50				1.00		5	0.50				1.00

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

	A							G				
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50		1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.50	1.00	0.25	0.25	0.25		2	0.50	1.00			
3	0.50	0.25	1.00	0.25	0.25		3	0.50		1.00		
4	0.50	0.25	0.25	1.00	0.25		4	0.50			1.00	
5	0.50	0.25	0.25	0.25	1.00		5	0.50				1.00

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

	A							G				
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50		1	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.50	1.00	0.25	0.25	0.25		2	0.50	1.00	0.20	0.30	0.20
3	0.50	0.25	1.00	0.25	0.25		3	0.50	0.20	1.00	0.20	0.30
4	0.50	0.25	0.25	1.00	0.25		4	0.50	0.30	0.20	1.00	0.20
5	0.50	0.25	0.25	0.25	1.00		5	0.50	0.20	0.30	0.20	1.00

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

X		Z						y
1		1	0	0	0	0		0
1		0	1	0	0	0		-2
1		0	0	1	0	0		2
X'X	X'Z						X'y	
Z'X	Z'Z						Z'y	
3	1	1	1	0	0		0	
1	1	0	0	0	0		0	
1	0	1	0	0	0		-2	
1	0	0	1	0	0		2	
0	0	0	0	0	0		0	
0	0	0	0	0	0		0	

EJEMPLO CON 5 ANIMALES

X'X	X'Z		X'y		BetaHat		X'X	X'Z		X'y		BetaHat
Z'X	Z'Z+Ainvλ		Z'y		Uhat		Z'X	Z'Z+Ginvλ		Z'y		Uhat
LHS							LHS					
3	1	1	1	0	0		3	1	1	1	0	0
1	2.17	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33		1	2.21	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36
1	-0.33	1.67	0.00	0.00	0.00		1	-0.36	1.67	0.04	-0.04	0.04
1	-0.33	0.00	1.67	0.00	0.00		1	-0.36	0.04	1.67	0.04	-0.04
0	-0.33	0.00	0.00	0.67	0.00		0	-0.36	-0.04	0.04	0.67	0.04
0	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.67		0	-0.36	0.04	-0.04	0.04	0.67
LHSinv							LHSinv					
1.55	-1.27	-1.18	-1.18	-0.64	-0.64		1.52	-1.26	-1.15	-1.15	-0.63	-0.63
-1.27	1.64	1.09	1.09	0.82	0.82		-1.26	1.63	1.07	1.07	0.81	0.81
-1.18	1.09	1.53	0.93	0.55	0.55		-1.15	1.07	1.49	0.88	0.58	0.50
-1.18	1.09	0.93	1.53	0.55	0.55		-1.15	1.07	0.88	1.49	0.50	0.58
-0.64	0.82	0.55	0.55	1.91	0.41		-0.63	0.81	0.58	0.50	1.90	0.32
-0.64	0.82	0.55	0.55	0.41	1.91		-0.63	0.81	0.50	0.58	0.32	1.90

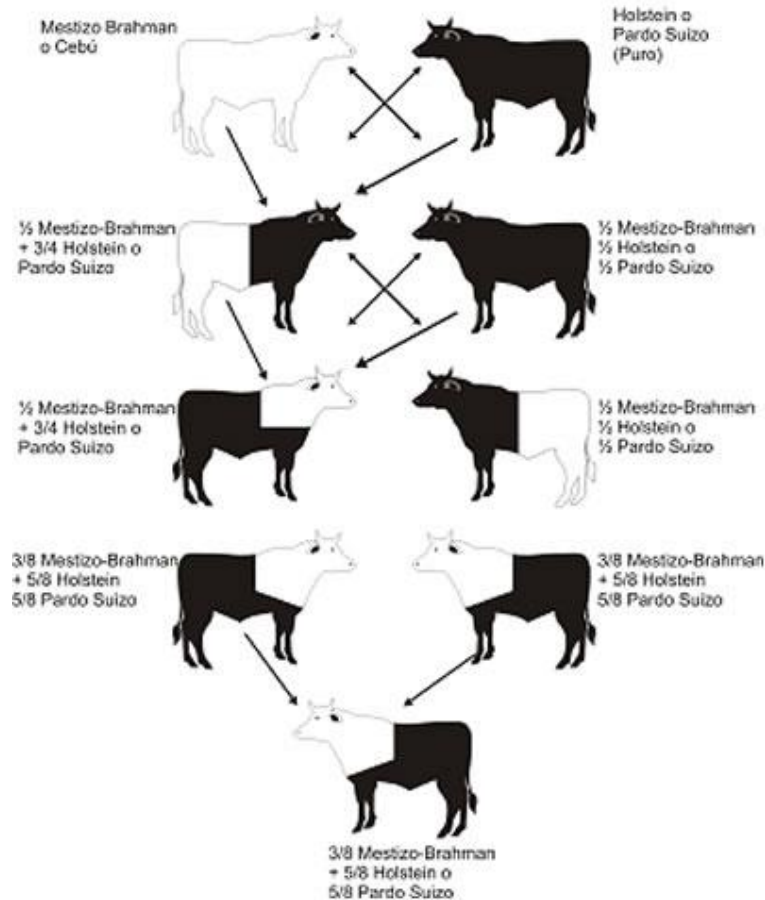
5 ANIMALES

Soluciones Valores Genéticos			Soluciones Valores Genómicos	
Mean	0.00		Mean	0.00
1	0.00		1	0.00
2	-1.20		2	-1.23
3	1.20		3	1.23
4	0.00		4	-0.15
5	0.00		5	0.15

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GENÉTICA DE RAZAS O POBLACIONES

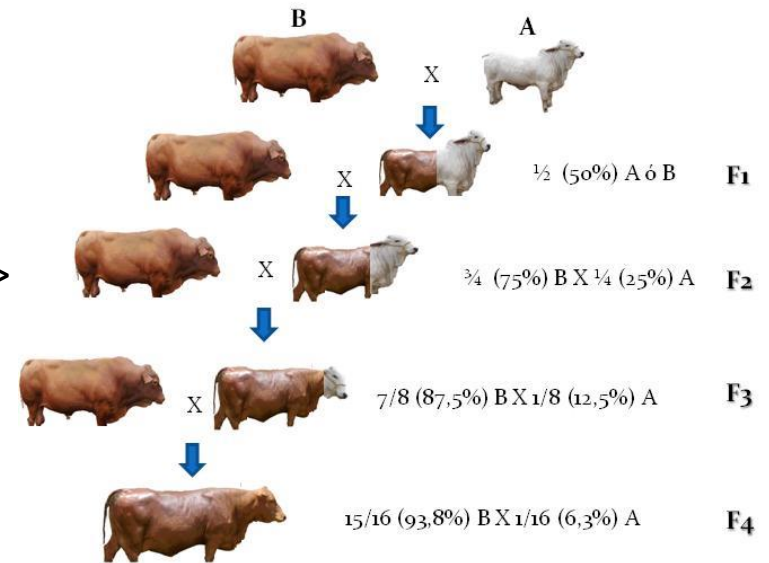
Mejoramiento de la predicción de la evaluación genética “Multirraciales”

Como llegar a 5/8 de leche

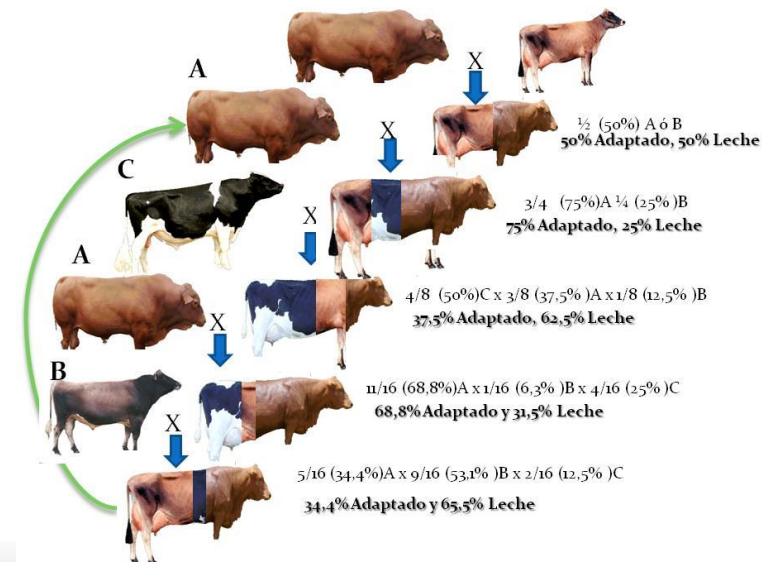


Raza Sintética

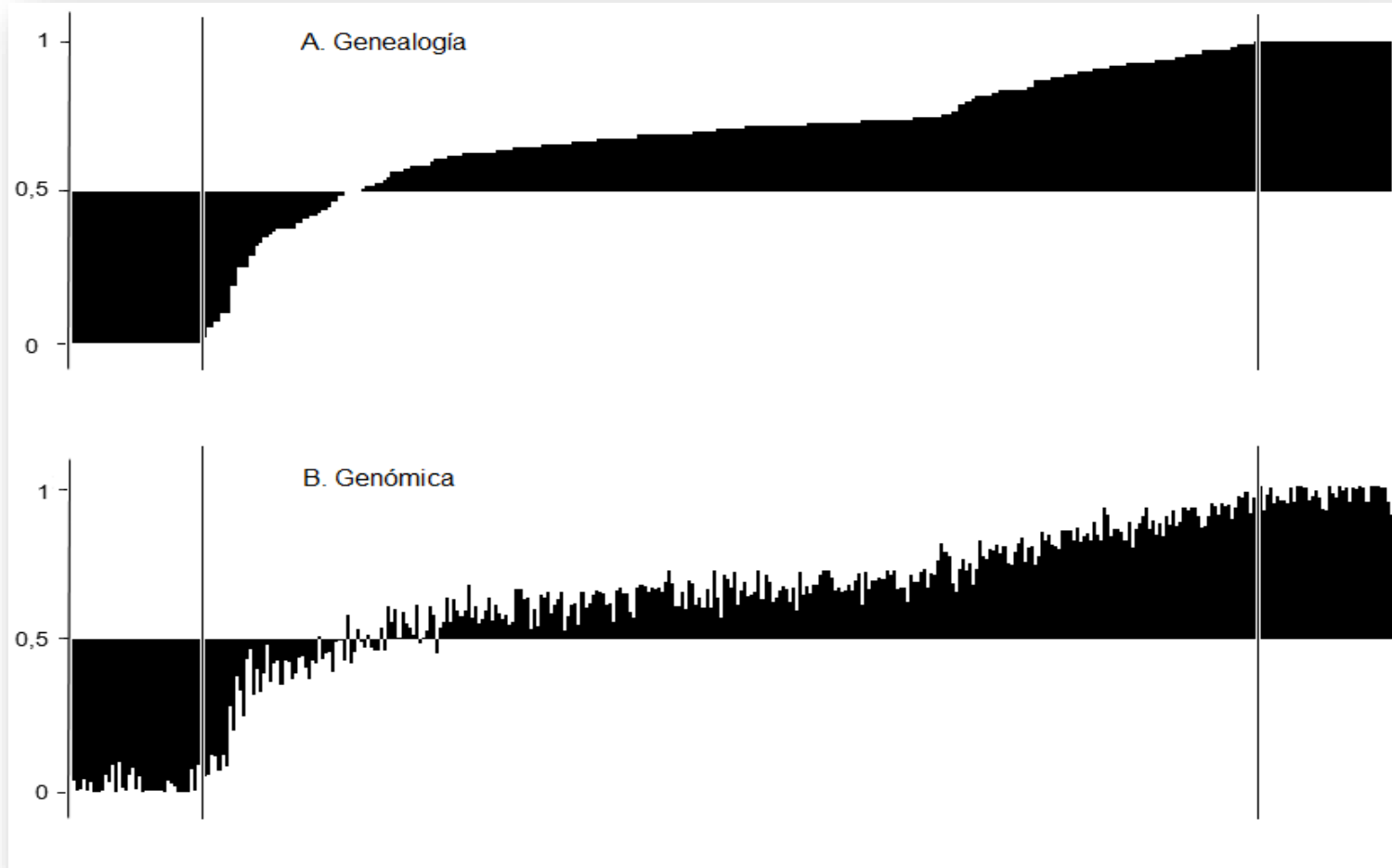
Absorbente =>



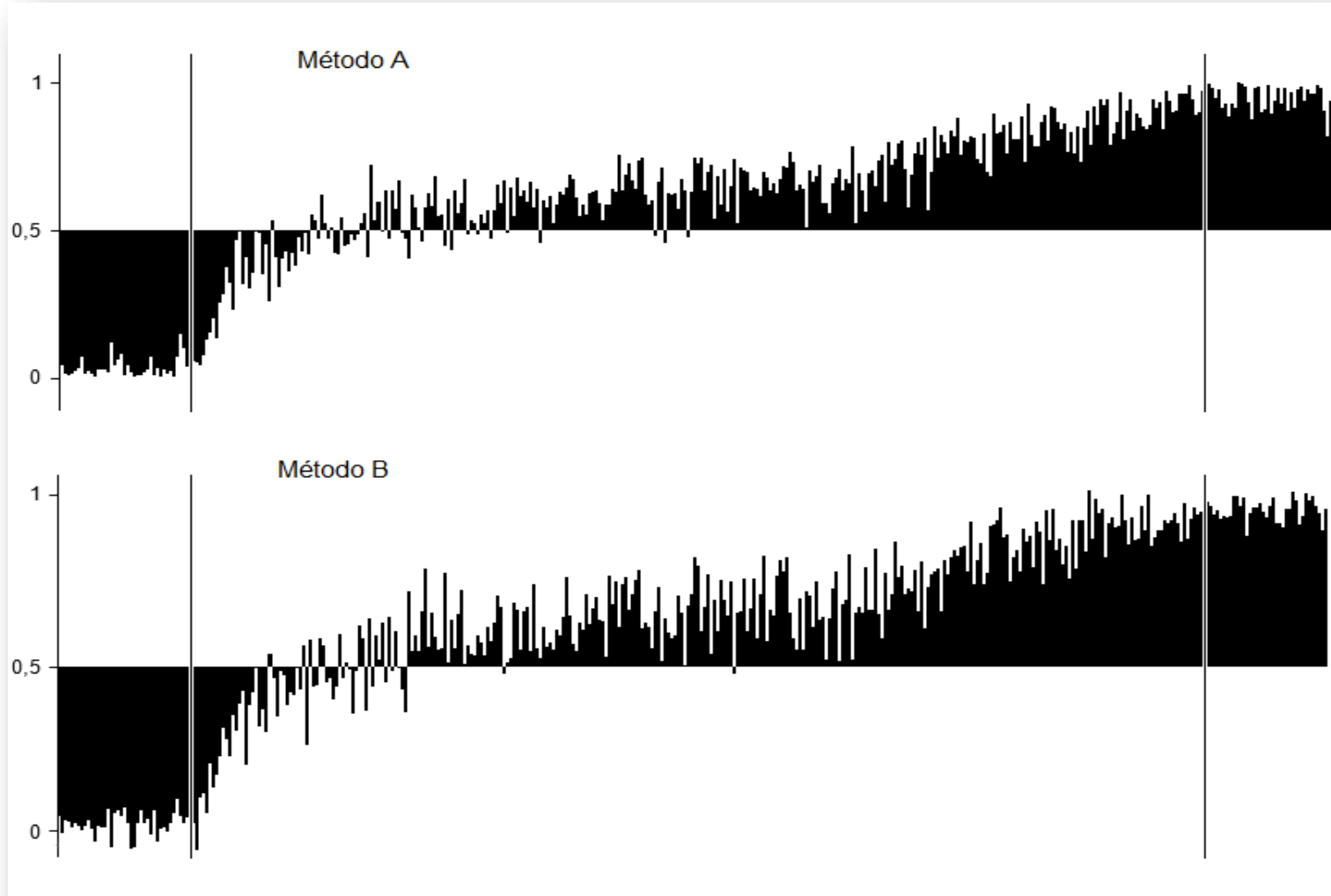
Rotacional =>



COMPOSICIÓN RACIAL OBTENIDA USANDO LA GENEALOGÍA (A) Y LA INFORMACIÓN GENÓMICA (B) UTILIZANDO 40,492 SNP



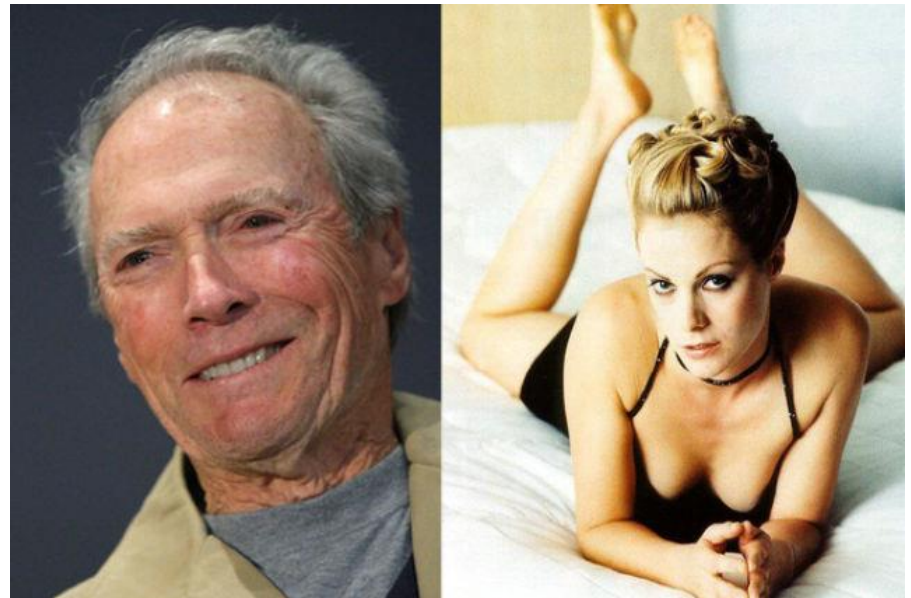
COMPOSICIÓN RACIAL OBTENIDA MEDIANTE EL USO DE 96 SNP INFORMATIVOS UTILIZANDO DOS MÉTODOS



Muestreo Mendeliano



Muestreo Mendeliano



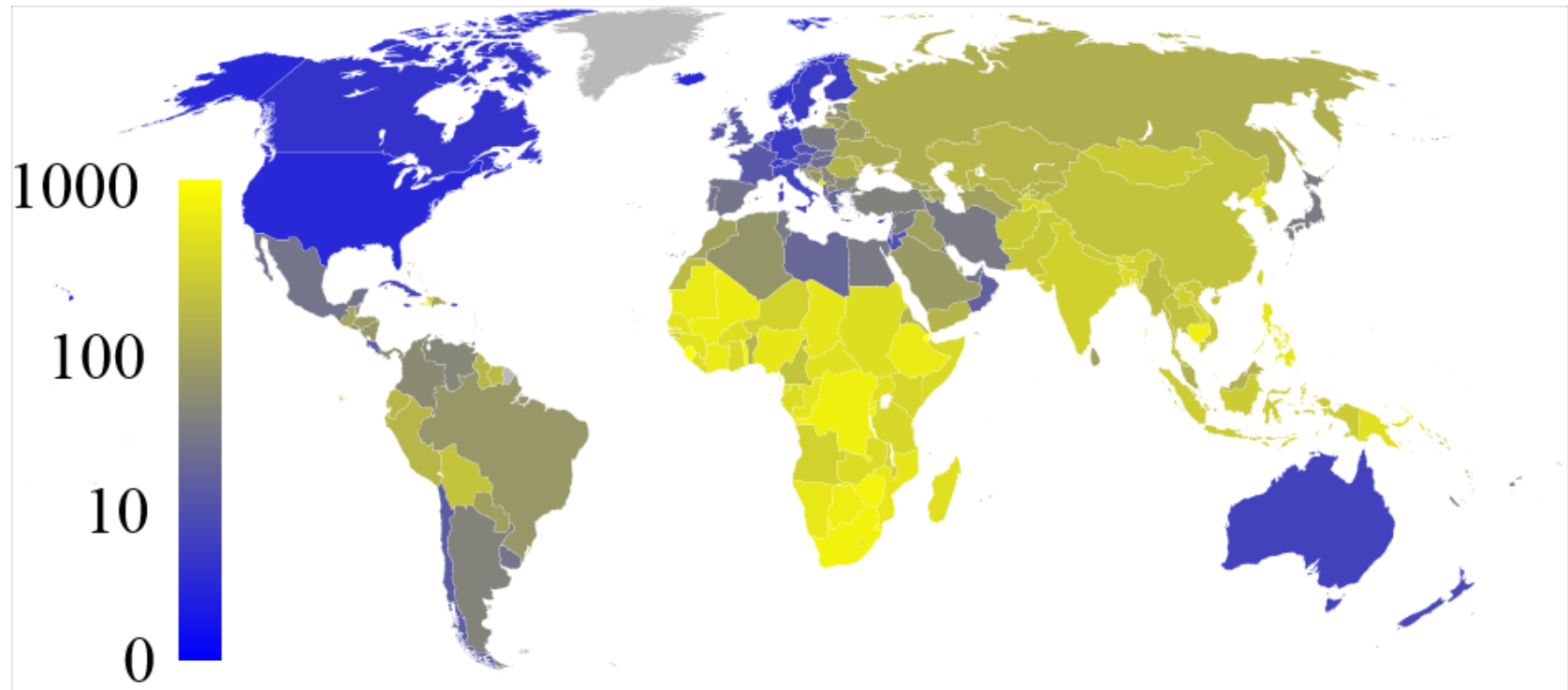
APLICACIÓN EN LA MEDICINA VETERINARIA

SALUD ANIMAL

- La presencia de variación genética de resistencia del huésped a enfermedades infecciosas.
- SNP Chips abren la oportunidad hasta ahora no prevista de:
 - Analizar la variación genética del huésped
 - Identificar genes a través de GWAS

Tuberculosis (Tb)

Casos de tuberculosis por cada 100,000 habitantes (2007)

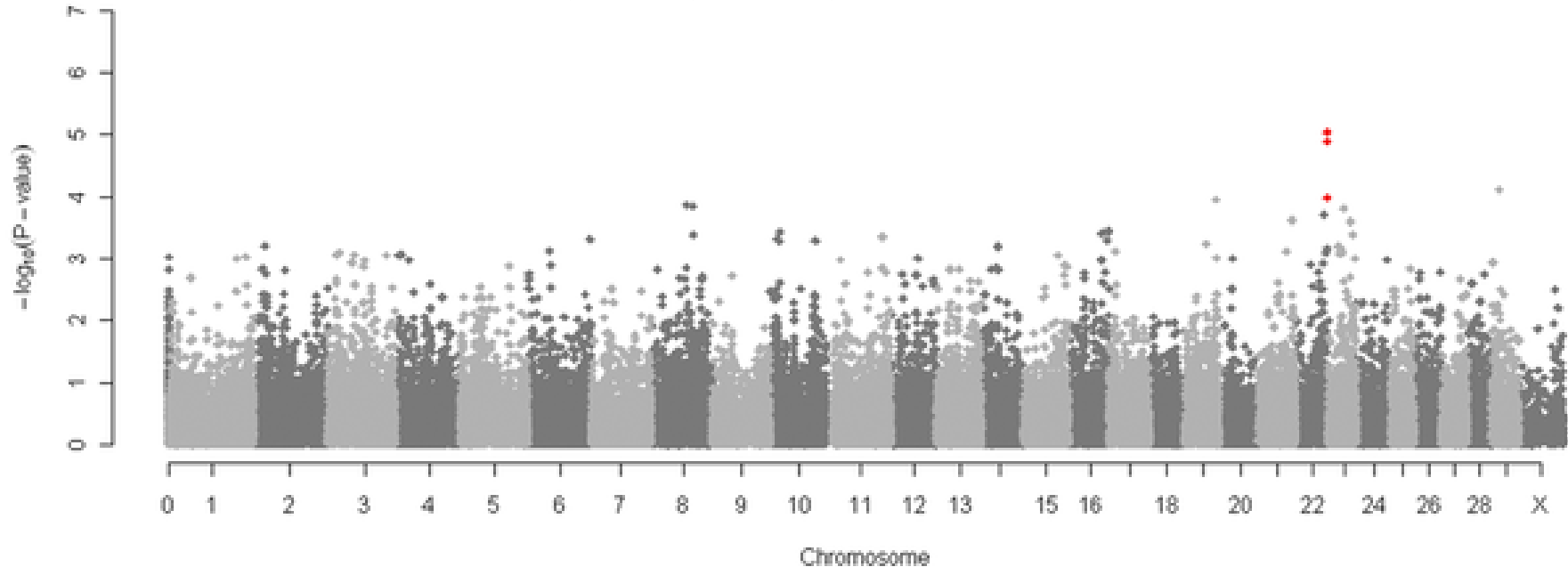


- Diagnostico: Intradermorreacción PPD
 - Baja especificidad
 - No distingue entre *Micobacterium bovis* y *M. Avís*.
- En Reino Unido: 68, 497 vacas en 818 hatos.

Parametros Geneticos	Todos los animales	Solo casos confirmados	Modelo Hato de Prueba
h^2	0.163 (0.019)	0.181 (0.044)	0.073 (0.013)
c^2	NA	NA	0.329 (0.013)

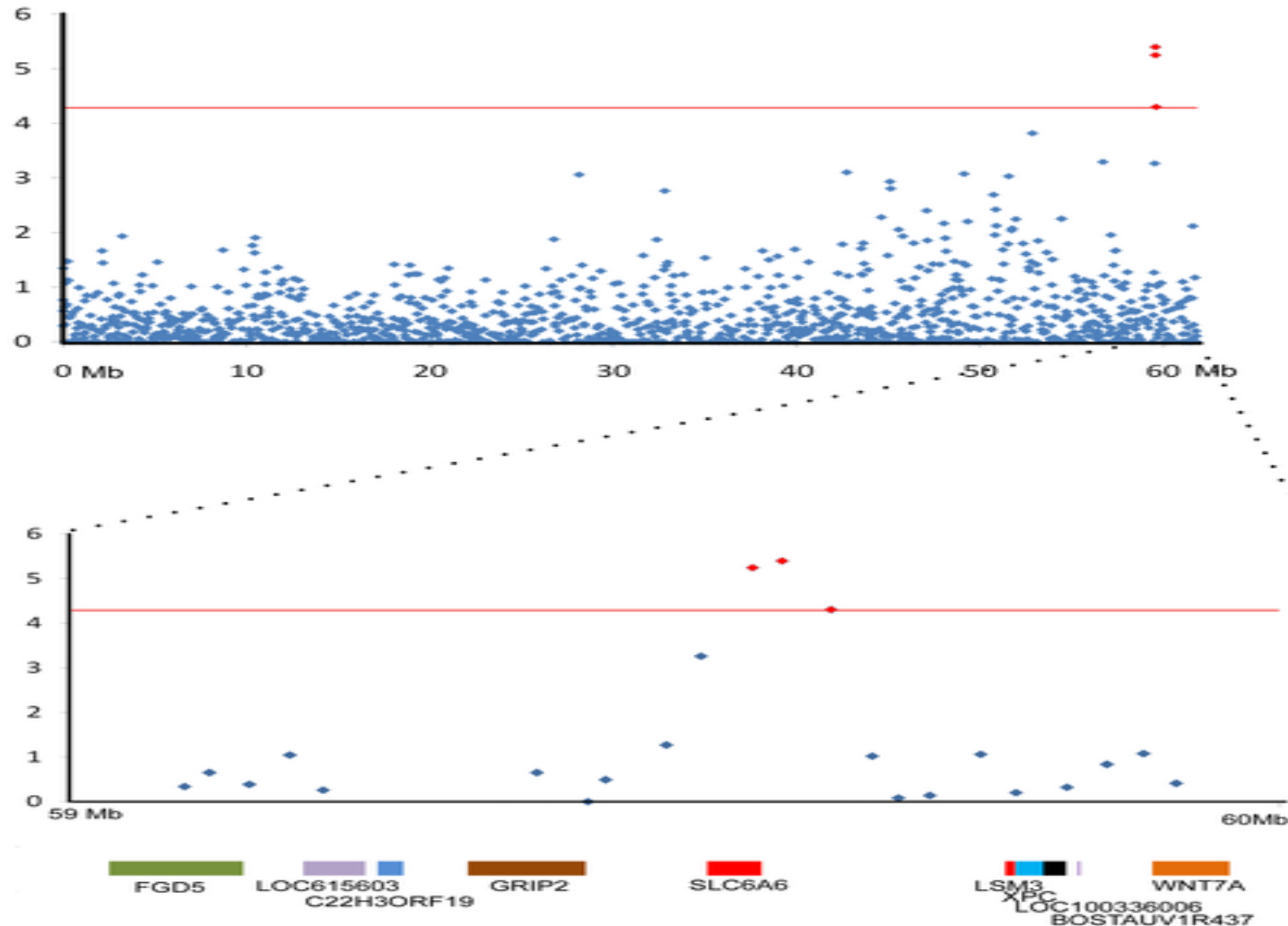
Resistencia a Tuberculosis

Manhattan plot displaying the results ($-\log_{10}$ of p-values) of the genome wide scan with respect to genomic position.



Resistencia a Tuberculosis

Manhattan plot displaying the results ($-\log_{10}$ of p-values) of the genome wide scan with respect to



Scatter plot of the p values on chromosome 22 and a 1 Mb region surrounding the three most significant SNPs.

Resistencia a Tuberculosis

Manhattan plot displaying the results ($-\log_{10}$ of p-values) of the genome wide scan with respect to genomic position.

SNPs with chromosome wide ($p < 5.19 \times 10^{-5}$) significant associations to TB EBV.

SNP	BTA	Position	p-value	Call rate	P.11	P.12	P.22
ARS-BFGL-NGS-60576	22	59588069	4.02×10^{-6}	0.999	29	140	137
ARS-BFGL-NGS-21481	22	59563696	5.67×10^{-6}	0.999	128	150	28
ARS-BFGL-NGS-102776	22	59628616	5.0×10^{-5}	0.999	20	126	160

BTA: Bos taurus Chromosome. Position: base pair on the chromosome. P-value: p-values with one degree of freedom. CallRate: proportion of samples in which SNP was successfully called. P.11: number of samples with AA genotype. P.12: number of samples with AB genotype. P.22: number of samples with BB genotype.
doi:10.1371/journal.pone.0030545.t001

Scatter plot of the p values on chromosome 22 and a 1 Mb region surrounding the three most significant SNPs.

NUTRICIÓN ANIMAL

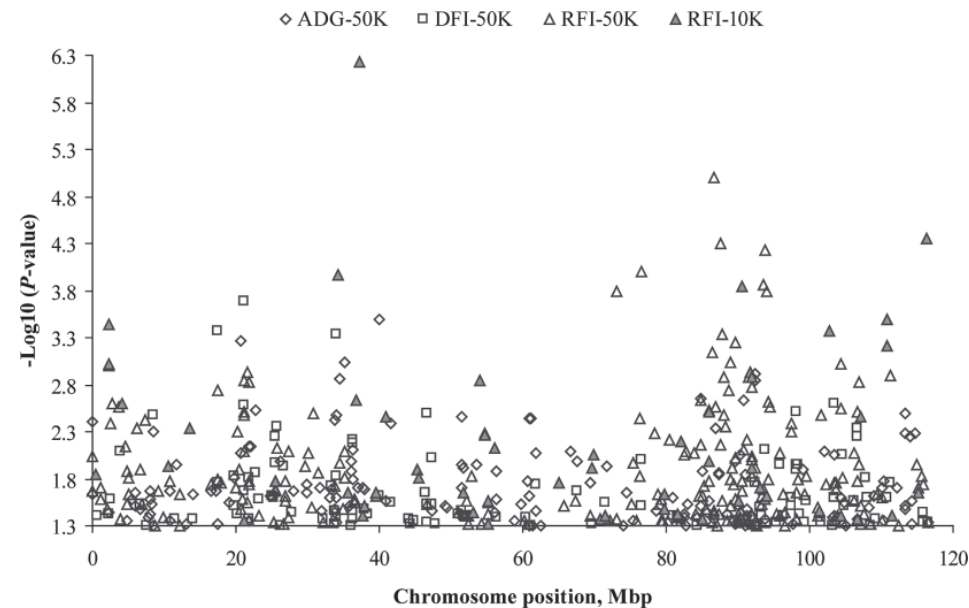
- **Medida de elección en la evaluación de la eficacia de la alimentación en el ganado bovino.**
- Independiente del crecimiento y peso vivo.
- Elevada dificultad y su alto costo de medición.



Consumo de Alimento Residual (CAR)

- **Resultados de GWAS** => existen entre **67 y 96** SNP muy asociados con CAR.
 - En los cromosomas 3, 5, 7 y 8 los de mayor efecto.
- Del **58 al 71%** de los **marcadores** fue identificado para consumo de **materia seca, ganancia diaria de peso y peso metabólico**.
 - Relaciones genéticas
- **Predicciones del merito genético** para este grupo de características con un numero no mayor de **100 SNP**

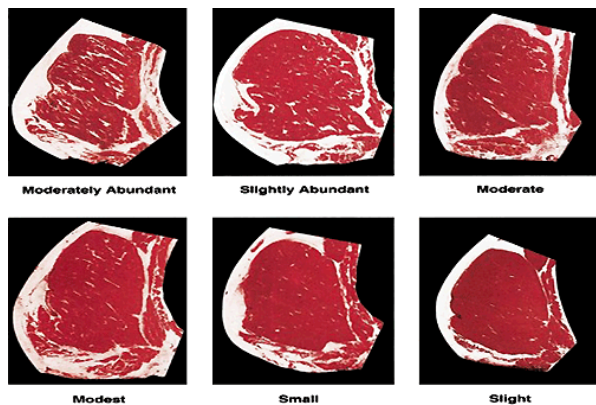
Significant SNP ($P < 0.05$) for residual feed intake (RFI), ADG, and daily feed intake (DFI) on BTA 8.



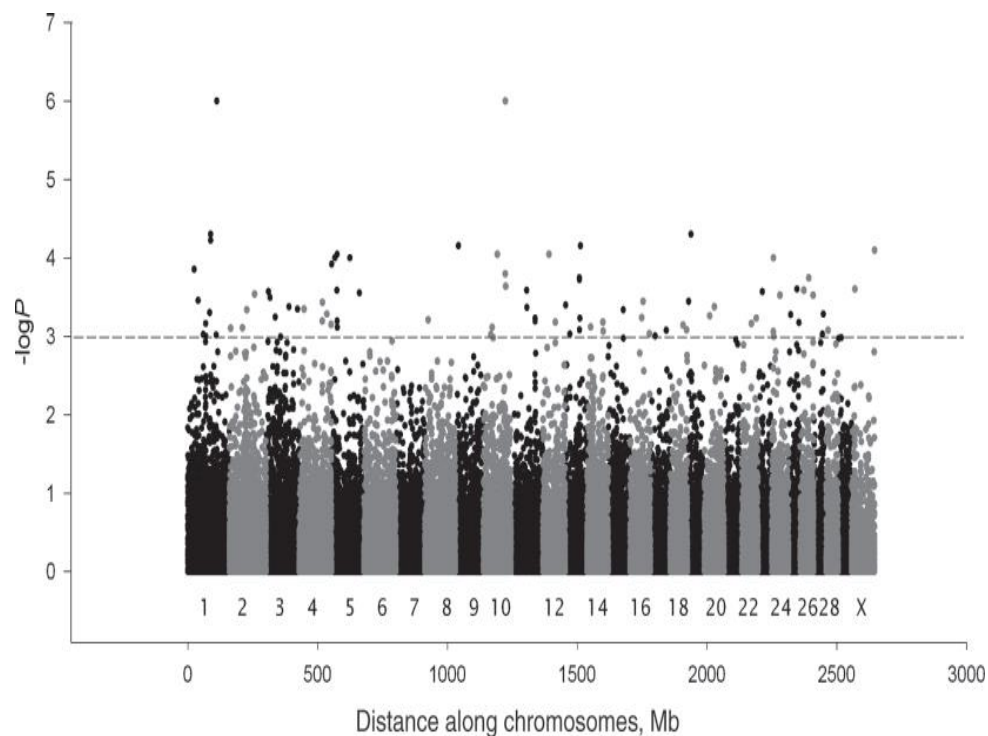
(Bolormaa *et al.*, 2011; Snelling *et al.*, 2012)

Características y calidad de la canal

- En 18 cromosomas de la Raza Brangus (Peters et al., 2012):
- 140 SNP => el área del musculo del lomo
- 121 SNP => porcentaje de grasa intramuscular
- 109 SNP => deposición de grasa en las costillas



MANHATTAN PLOT DE LOS SNP ASOCIADOS CON PORCENTAJE DE GRASA INTRAMUSCULAR



Valores arriba de $-\log P > 3$ son equivalentes a $P < 0.001$

Bolormaa et al., 2011

En México están incluidas en los programas de mejoramiento genético

NUEVAS FUENTES DE VARIACIÓN

- Variaciones estructurales que producen un numero de copias en una región genómica.
- El tamaño varia entre 1 Kb a varios Mb.
- Porcentaje del genoma humano
 - Los CNV cubren 112 Mb (3.7%) (Conrad et al., 2010)
 - 13 % del genoma humano (Stankiewicz y Lupski, 2010)

Fenotipos Causados por CNVs

(a, b) El color de la capa blanca en cerdos y ovejas

(c) La cresta tipo guisante en pollo es atribuible a un CNV

(d) Displasia ectodérmica anhidrótica en Bovinos.

(e) El fenotipo piel arrugada y el trastorno fiebre característica del perro de Shar-Pei



- La genómica es una herramienta de la genética animal y que puede ser útil para el mejoramiento genético.
- El fenotipo es y seguirá siendo la pieza de información mas importante.
- Y en la ganadería bovina tropical que estamos haciendo....

IDEAS PARA LLEVAR A CASA



© Gary Roberts



MUCHAS GRACIAS

Dr. Sergio Ivan Roman Ponce

*Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento
Animal - INIFAP - SAGARPA*

Telefono: 01 800 088 22 22 EXT. 80208

Correo Electronico: roman.sergio@inifap.gob.mx



Experiencias con productores en la implantación y manejo de sistemas silvopastoriles.

MC. Javier Castillo Huchim

9 de diciembre de 2015

Temas

- A. Sistemas de alimentación tradicionales
- B. Sistema silvopastoril y silvopastoreo
- C. Especies arbóreas con potencial forrajero
- D. Experiencias con sistemas silvopastoriles
- E. Establecimiento de SSP Leucaena-tanzania



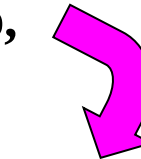
A. Sistemas de alimentación tradicionales



INTRODUCCIÓN

❖ Sistemas de producción animal tradicionales **Recurso Vegetal**

- Roza-tumba-quema
- Erradicación del estrato arbóreo
- Establecimiento de pradera (monocultivo)
- Manejo inadecuado (frecuencia de pastoreo, época de pastoreo, carga animal).



Degradación de los recursos (vegetación, suelo, agua)



INTRODUCCIÓN

❖ **Sistemas de producción animal tradicionales – El Animal**

- **Tipo de animal: Bovinos u ovinos**
- **Hábitos alimenticios**
- **Requerimientos nutricionales**
- **La cantidad y calidad de la vegetación afecta, la selectividad, el consumo de forraje y la productividad.**

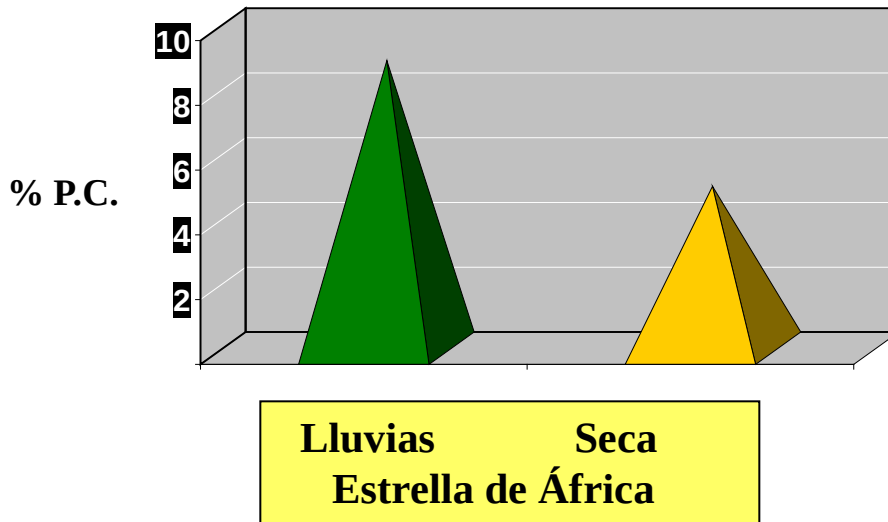


Las interacciones planta-animal son importantes!

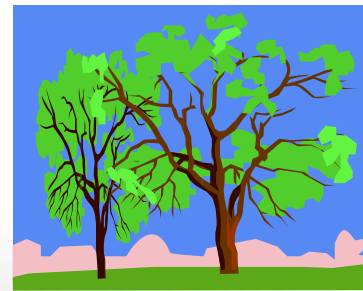


❖ Sistemas de producción animal tradicionales -pastoreo de gramíneas

- Por lo general una sola especie de gramínea
- Calidad variable (Lluvias vs. Seca)



¿ Alternativa?



B. Sistema silvopastoril y silvopastoreo



UN SISTEMA SILVOPASTORIL es aquel sistema caracterizado por integrar árboles, forraje y el pastoreo de animales domesticados, de una manera que sea benéfica para ambos.



EL SILVOPASTOREO

Es un tipo de **agroforestería** que implica la presencia de animales pastando entre o bajo árboles.



Permite ingresos al productor— A corto, mediano y largo plazo

■ Los Sistemas Silvopastoriles contribuyen a mayores ingresos al productor; a) A corto plazo por la venta de productos como el maíz, leña y semillas ; b) A mediano plazo por la economía en no comprar postes así como por la venta de frutos (naranja) y subproductos como aceites etc. y c) En el caso de cultivos Forestales por la venta de maderas.



C. Especies arbóreas con potencial forrajero



Los árboles pueden ser:

- De vegetación natural o plantados con fines maderables (cedro, caoba, teca).
- Para productos *industriales* (henequén, hule, palma de aceite).
- Frutales (mangos, cítricos, aguacate).
- Árboles multipropósito en apoyo a la producción animal.

ESPECIES ARBÓREAS CON POTENCIAL FORRAJERO

- Incluye un número elevado de especies por su potencial forrajero (hoja, frutos o ambos).
- Follaje con alto contenido de proteína.
- Digestibilidad entre 50-60%
- Fuente importante de proteína sobrepasante (cuando está ligada a compuestos antinutricionales).
- Calidad nutricional del forraje fluctúa menos que el de las gramíneas.
- Adaptadas a un amplio rango agroecológico



Permiten enriquecer la vegetación nativa – Cambios en el suelo y medio ambiente



- Reciclaje de nutrientes (Entre horizontes)
- Poseen raíces más profundas que las de una pastura de gramíneas
- Fijación biológica de N (Leguminosas)
- Contribuyen a los servicios ambientales

BENEFICIOS DE ÁRBOLES FORRAJEROS EN LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

- ❖ Permite asociar especies vegetales con requerimientos diferentes.
- ❖ Contribuyen a optimizar la productividad del sistema.
- ❖ Proveen de cobertura y sombra para el ganado y fauna silvestre, lo que representa una mayor productividad para el sistema, contribuyen a los servicios ambientales a través de la captura de carbono y la reducción en las emisiones de metano, restauración de suelos degradados, mejoramiento de la calidad del agua y conservación de la biodiversidad.



D. Experiencias con sistemas silvopastoriles



❖ Silvopastoreo de ovinos en Yucatán:

- Asociada a huertos de naranja
- Asociada a plantaciones de henequén
- Asociada a vegetación de acahuales



❖ Asociada a huertos de naranja:

- Diversificación Sistema
- Combinación de hierbas y arbustos
- Control biológico plagas
- Disminución costos de chapeo
- Prod. de forraje es baja
- Carga: 2-4 ovinos/ha
- Forraje varía de acuerdo a manejo
- Cítricos son muy palatables.



❖ Asociada a plantaciones de henequén:

- Diversificación Sistema
- Disminución costos de chapeo
- Disminución de uso de herbicidas
- Prod. de forraje es baja
- Carga: 2-4 ovinos/ha
- Forraje varía de acuerdo a manejo
- A falta de forraje consumen la penca.

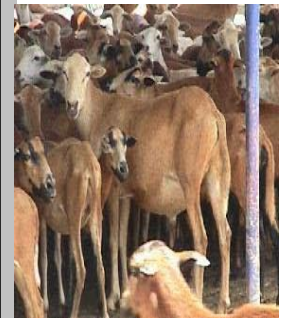
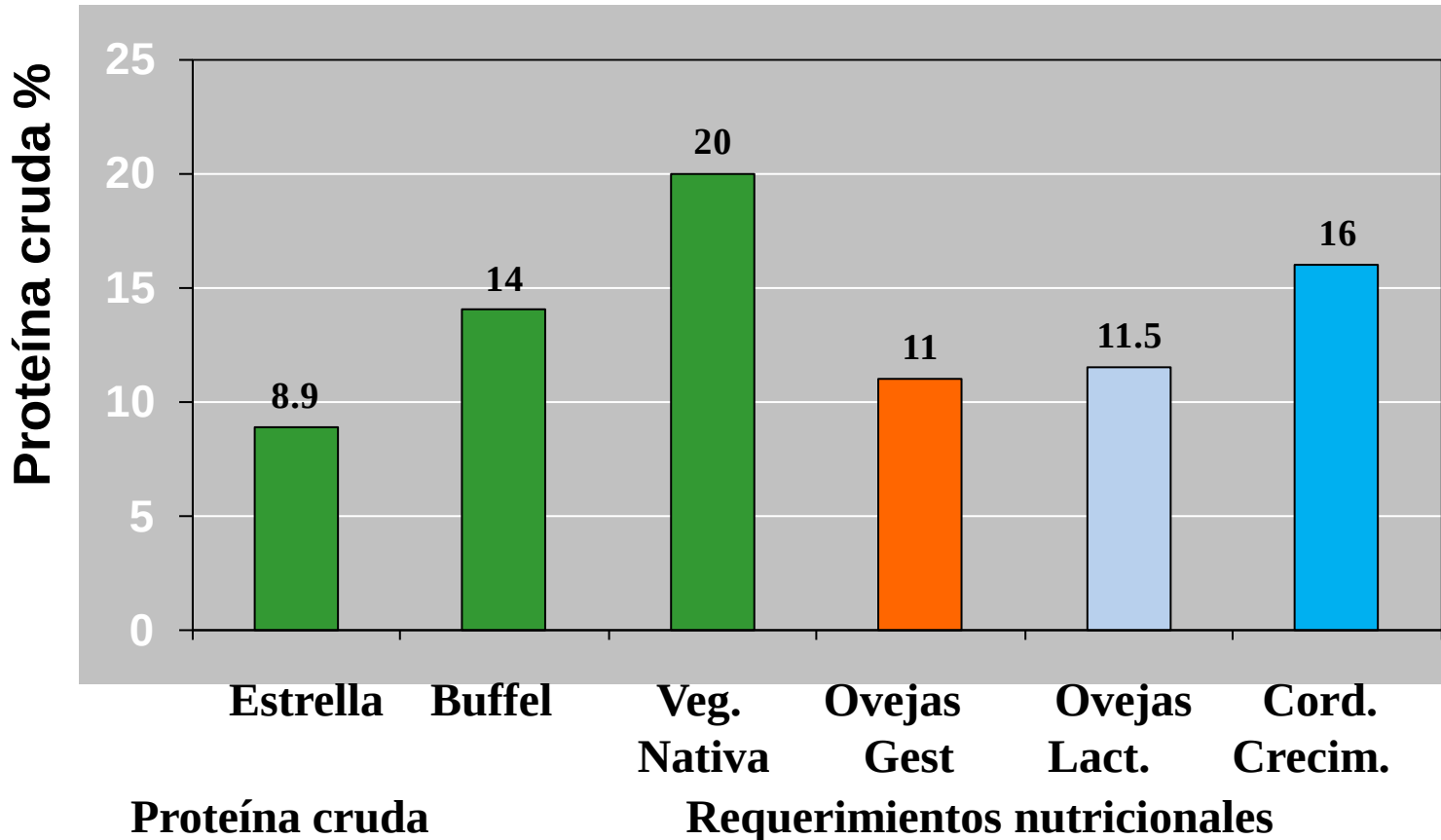


❖ Asociada a vegetación de acahuales:

- Permite manejo integral
- Conservación del medio ambiente
- Disminuye gastos de alimentación
- Protección a los animales
- Prod. de forraje es baja
- Carga: 2-4 ovinos/ha
- Manejar cargas adecuadas

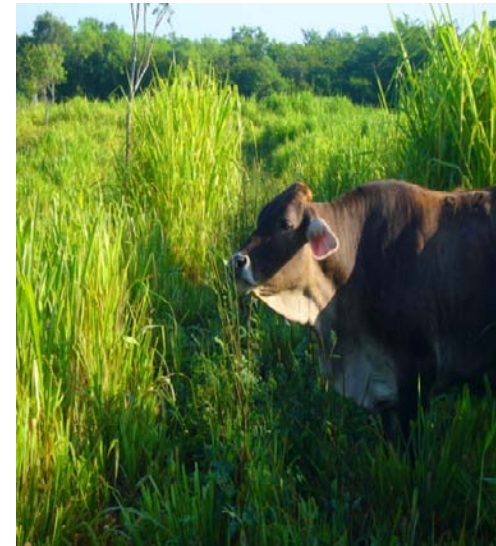
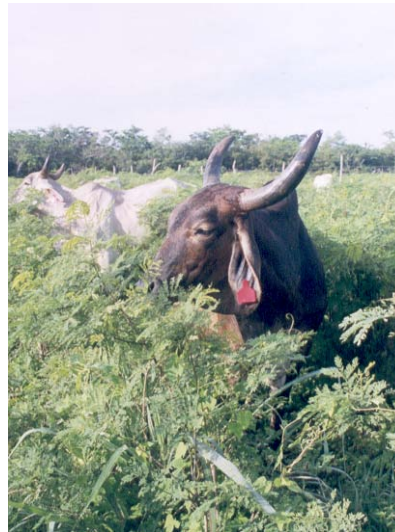


Proteína cruda de diferentes forrajes (lluvias) y requerimientos de ovinos



❖ Silvopastoreo de Bovinos en Yucatán :

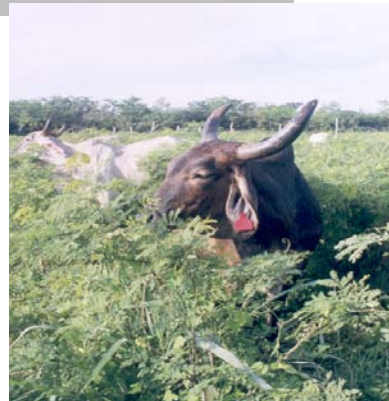
- Asociada a pradera-selva-Leucaena
- Asociada a Tanzania- Leucaena



❖ Asociada a pradera- selva Leucaena

Componentes

- Pradera de pasto Llanero
- Vegetación secundaria de selva
- Leucaena.



MODULO DE DEMOSTRACION SILVOPASTORIL "SAN JOSE KUCHE"



PROGRAMA DE ACCIÓN
FORESTAL TROPICAL, A.C.

INIFAP
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y
TECNOLOGÍA RURAL SUSTENTABLE
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NOROCCIDENTE

JUNIO DE 1999



❖ Objetivos:

- Enriquecimiento de vegetación nativa
- Substituir la vegetación secundaria de nulo valor forrajero
- Conservación de la selva baja caducifolia
- Diseñar el manejo del pastoreo
- Capacitación y transferencia de tecnología.



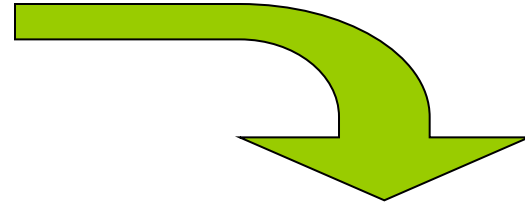
❖ Planificación de los sistemas SSP

- Llevar a cabo un inventario de los recursos (vegetación, suelo, etc)
- Tomar en cuenta la opinión de los productores en cuanto al conocimiento del área y las especies de uso potencial
- Plantar de preferencia especies arbóreas nativas y especies con diferentes usos (maderables, forrajeras, frutales, etc.).

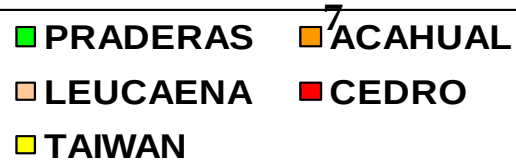
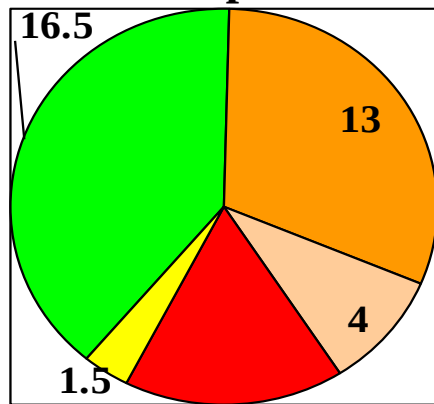


Pastoreo de *Bovinos* en un Sistema Pradera-Selva-Leucaena

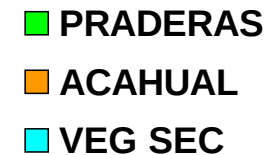
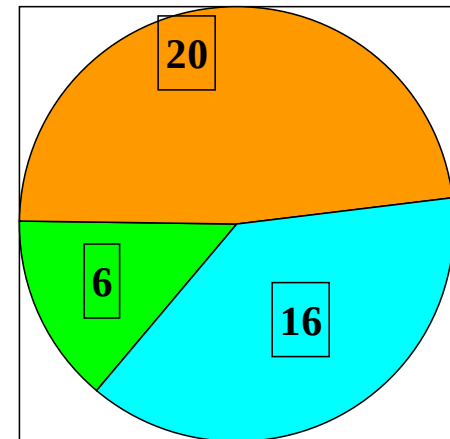
Inventario



Uso potencial



Uso actual



Estrategias de establecimiento

Componentes	Actividades realizadas
Establecimiento de especies arbóreas	1) Brechas (1.5m) alternando con franjas sin desmontar de 1.5m 2) Transplante en pocetas de 25cm y 2m entre plantas (1650 plantas/ha
Establecimiento de Leucaena	1) Densidad de siembra 8 kg semilla/ha 2) Escarificación a 80 ° C x 3 min. 3) Siembra a rayado 4) Distancia entre hileras de 2m
Establecimiento de praderas de Llanero	1) Rosa-Tumba-Quema 2) Densidad de siembra 8kg de semilla comercial 3) Siembra a rayado 4) Distancia entre hileras de 80cm
Área de bosque tropical caducifolio para el pastoreo del ganado	Cercado y división del área para el pastoreo del ganado. Extracción de postes.

Manejo del sistema

Componentes	Actividades realizadas
Especies arbóreas	Después de tres años de estudio el porcentaje de árboles vivos disminuyó a 63 %.
Leucaena (Banco de Proteína)	Periodos de ocupación de 5 días y descansos de 35, 60 y 90 días para las épocas de lluvias, nortes y secas respectivamente.
Praderas de Llanero	Periodos con periodos de ocupación de 14 días de ocupación y descansos de 30, 45 y 60 días para las épocas de lluvias, nortes y secas respectivamente.
Área de bosque tropical caducifolio	Esta área se utilizaba para el pastoreo en las épocas de nortes y seca, respectivamente y se dejaba descansar como complemento alimenticio para el próximo año. Extracción de postes.



Silvopastoreo de Bovinos en unidad de producción en Mocojá, Yucatán

VEG. SELVA (13 ha)				LLANERO 4 (ha)		TAIWAN (1,5 ha)		CEDRO (7 ha)	
LLANERO (3 ha)	LEUCAENA (2ha)	LLANERO (6 ha)				CORRAL			
LLANERO (3,5 ha)				LEUCAENA (2ha)					

Croquis del Sistema Silvopastoril “San José Kuche”



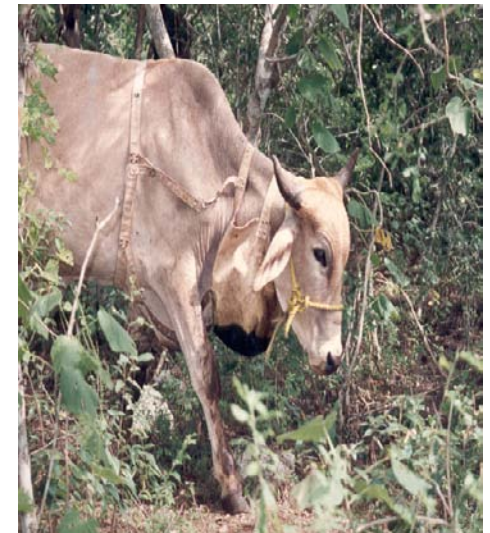
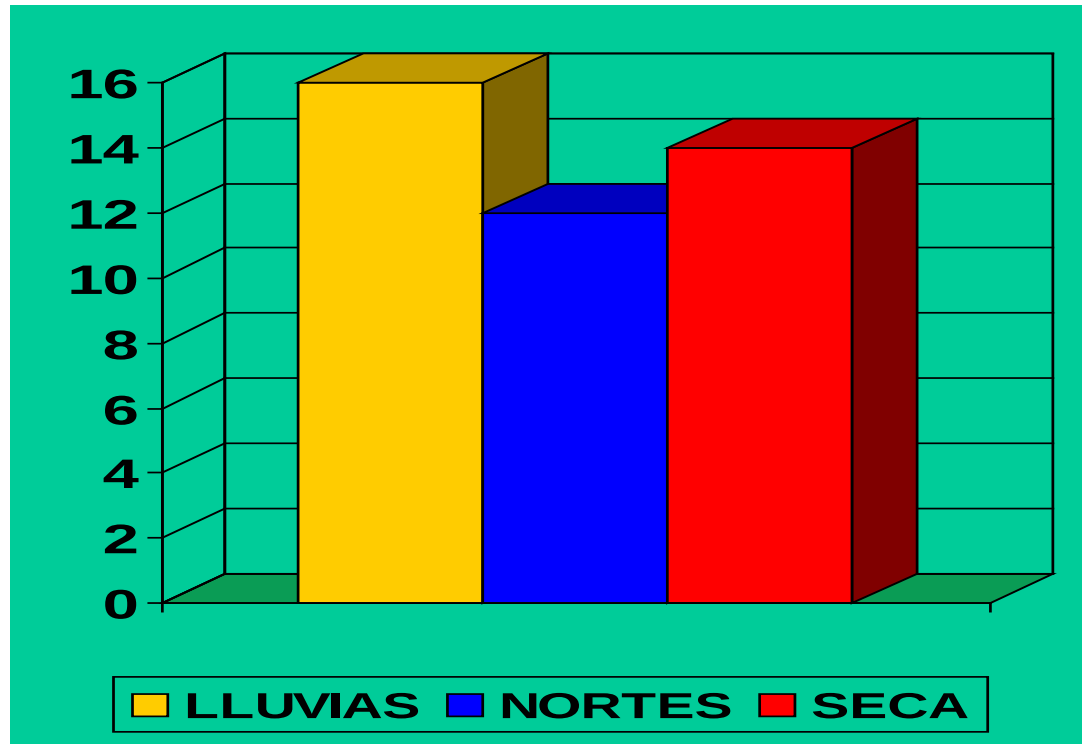
❖ Estudios realizados en el SSP

❖ Selección de la dieta y conducta ingestiva en:

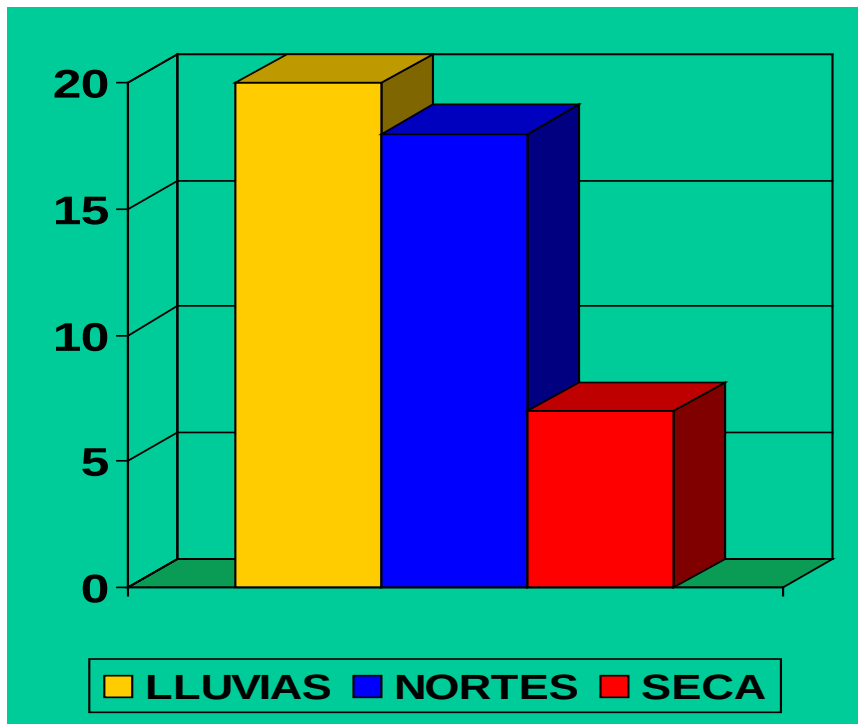
- Selva baja caducifolia (acahual)
- Potreros de Leucaena
- Potreros de Llanero.



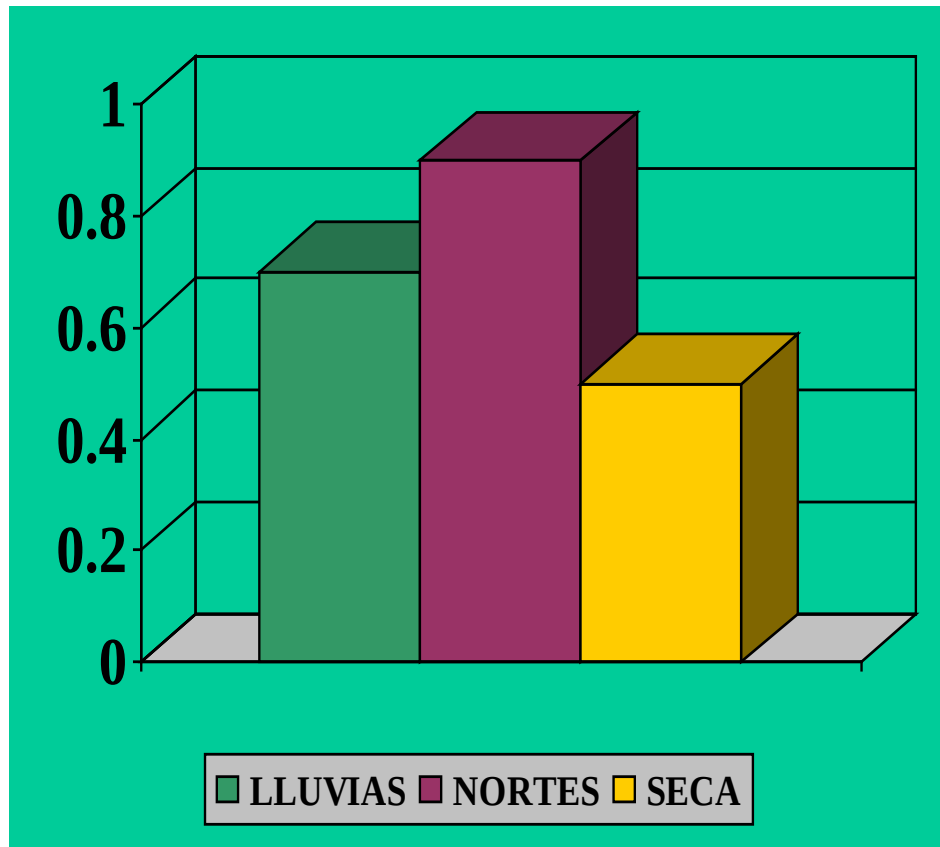
CONTENIDO DE P.C (%) EN LA DIETA DE BOVINOS EN ACAHUALES > 25 AÑOS



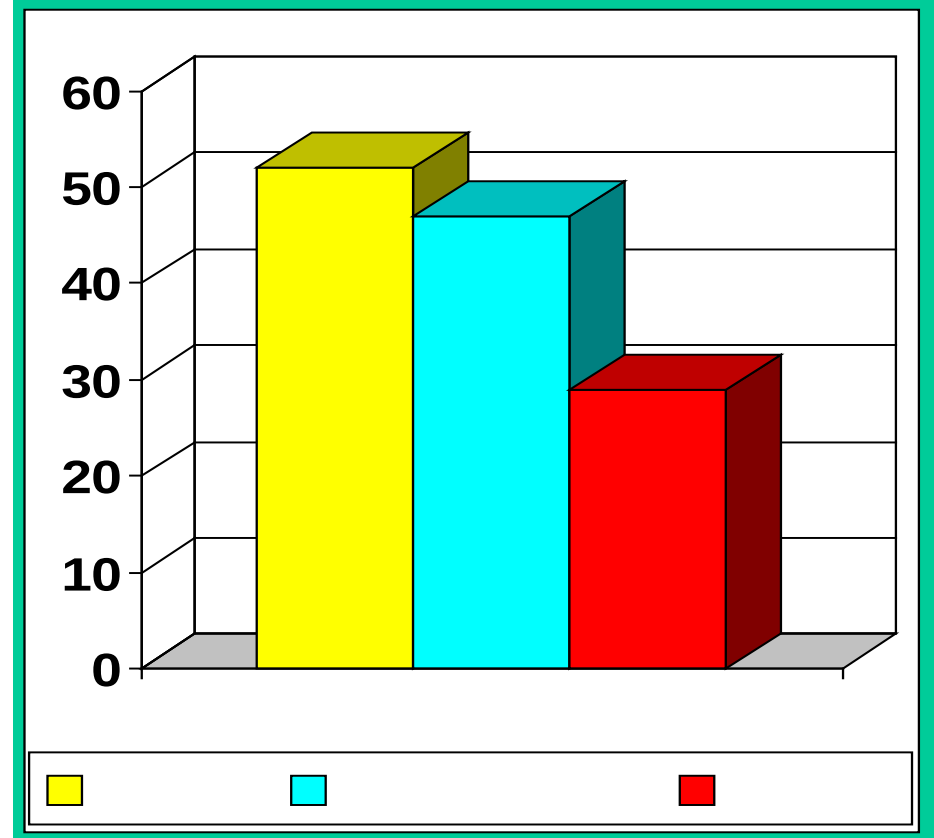
BOCADOS/MIN DE BOVINOS EN ACAHUALES > 25 AÑOS



RENDIMIENTO DE FORRAJE (Ton/MS) DE LEUCAENA



BOCADOS/MIN DE BOVINOS EN LLANERO



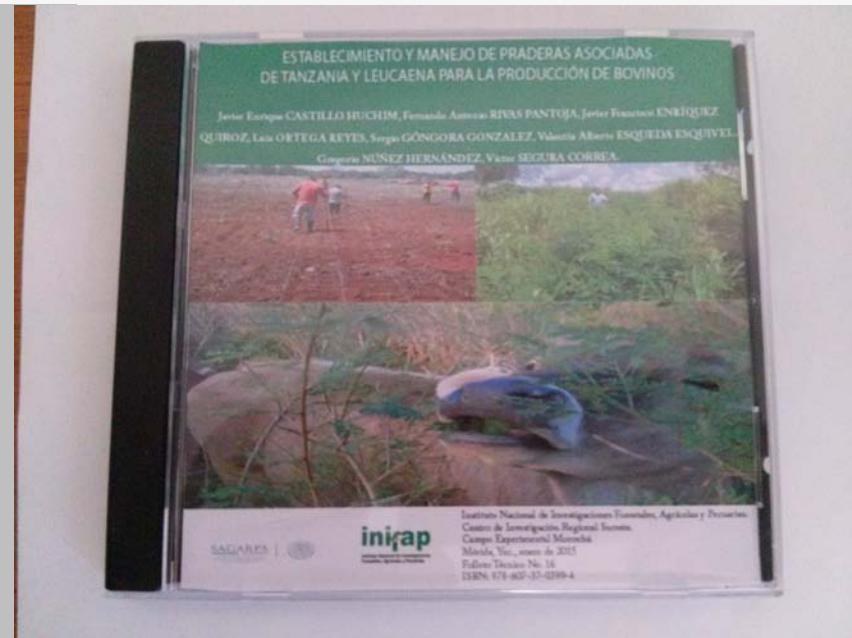
Problemática y cuidado en los sistemas silvopastoriles



❖ Asociada a pradera- Tanzania Leucaena

Componentes

- Pradera de pasto Tanzania
- Franjas de Leucaena



Estrategias de establecimiento y manejo del SSP

Componentes	Actividades realizadas
Establecimiento de franjas de Leucaena en siembra nueva	La Leucaena se debe sembrar en franjas tres surcos o líneas separadas a 50 cm y dejar una franja de 5 m sin sembrar para la siembra el fondo del surco, utilizando 1.5 kilogramos de semilla pura germinable por hectárea
Establecimiento de franjas de Leucaena en praderas establecidas	La siembra de Leucaena en praderas establecidas con pasto Tanzania se debe realizar después de eliminar las franjas de 2.5 m de ancho del pasto a lo largo del potrero y en la parte central, sembrar tres líneas separadas a 50 cm, dejando 75 cm de orilla entre Leucaena y Tanzania. La siembra de Tanzania debe realizarse a los siete días después de la siembra de la Leucaena, de esta forma las plántulas de la leguminosa son visibles y pueden servir de guía sobre todo si la siembra se realiza en forma mecanizada
Establecimiento de pasto Tanzania en siembra nuevas	1) La densidad de siembra recomendada para pasto Tanzania es de 3 kg de SPG/ha se tienen 3 kg por 100 y el producto se divide entre 56%,

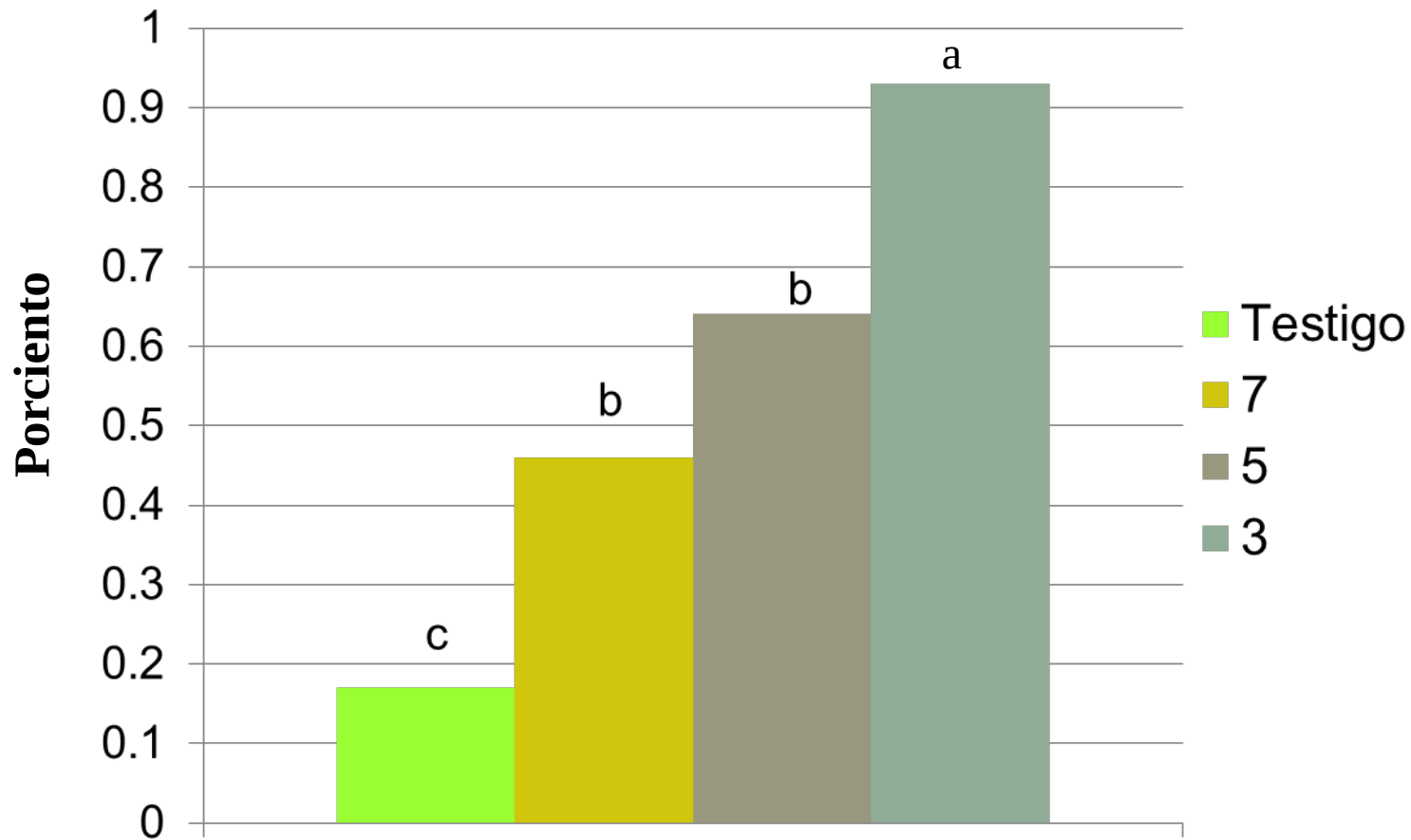


Manejo del sistema

Componentes	Actividades realizadas
Praderas de Tanzania	Se establecieron de septiembre a febrero y en junio-julio de 2011 se le dio un corte de homogenización (30 cm) para iniciar con los animales en pastoreo.
Leucaena	Es importante realizar un pastoreo o corte de homogenización, esto permite bajar al máximo los tallos florales en los pastos y consumir el forraje existente de Leucaena. Posteriormente se debe realizar un corte de homogenización a 50 centímetros en Leucaena .
Manejo del pastoreo	Utilización de tres días de ocupación y descansos de 42 días
Capacidad de carga	Se puede mantener (1.92 UA/haA) (junio a noviembre) y (0.67 UAha/) becerros para la época de menor producción de forraje (diciembre a mayo).



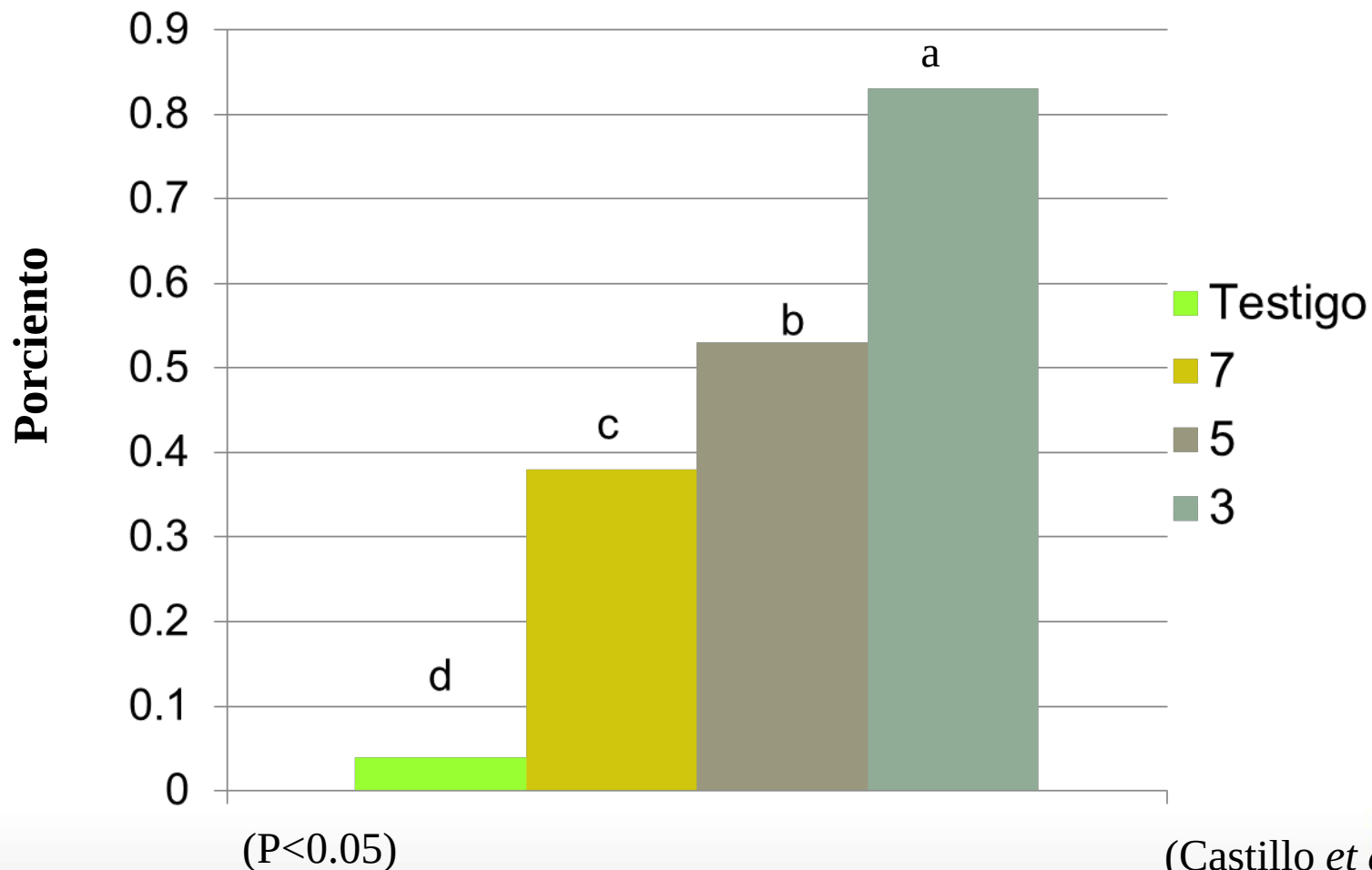
Contenido de N total en suelos de praderas de pasto Guinea Intercalando franjas de Leucaena cada 3, 5 y 7 m, en el oriente de Yucatán.



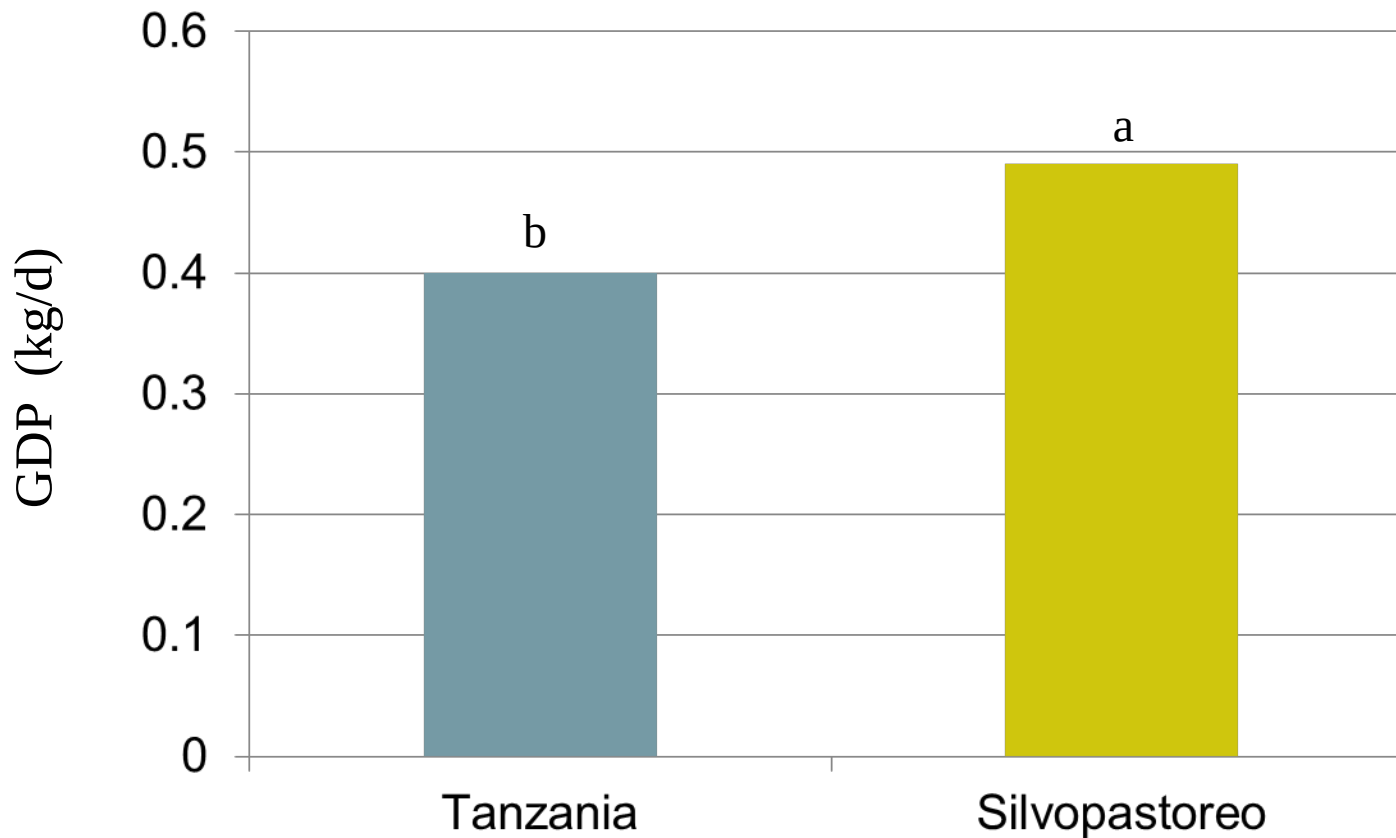
($P < 0.05$)

(Castillo *et al.*, 2011)

Contenido de materia orgánica en suelos de praderas de pasto Guinea Intercalando franjas de Leucaena cada 3, 5 y 7 m, en el oriente de Yucatán.



Ganancia diaria de peso de vaquillas doble propósito apacentando 271 días en un sistema silvopastoril a través de las épocas de nortes y seca en Yucatán.



($P < 0.05$)

(10, 200 plantas de *Leucaena*/ha)

(Castillo *et al.*, 2013)

E. Establecimiento del sistema silvopastoril Leucaena- Tanzania



1. SELECCIÓN DE LA ESPECIE FORRAJERA

El Primer paso para un adecuado establecimiento del modulo silvopastoril, es la selección de las especies forrajeras en asociación y el tipo de animal en pastoreo.



- 1.1 Adaptación
- 1.2 Preferencia
- 1.3 Inocuidad
- 1.4 Producción
- 1.5 Composición química
- 1.6. Recuperación
- 1.7 Disponibilidad

2. SIEMBRA

En esta etapa, se deben de procurar las condiciones ideales de germinación para las semillas y el crecimiento de las plántulas en asociación.

2.1 Preparación de la cama de siembra

2.2 Escarificación de la semilla

2.3 Densidad de siembra.

2.4 Época de siembra.

2.5 Método de siembra.

2.5 Forma de siembra



2.1.1 Preparación de la cama de siembra

El objetivo es de proveer las condiciones a la semilla para una óptima germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas.

Los principales implementos usados son el arado y rastra.



2.1.4 Sistema de Tumba y quema

Este método consiste en el chapeo, tumba y quema de la vegetación.

Es un sistema relativamente económico que requiere del conocimiento de quemas prescritas.

Desventajas: contaminante, las malas hierbas no se eliminan completamente, altamente dependiente de las condiciones del clima.



2.6 Siembra de asociaciones gramínea-leguminosa

El establecimiento de una asociación de pasto-leguminosa tiene como objetivo: incrementar la calidad del forraje, el rendimiento, CVMS y el rendimiento animal, entre otros factores.

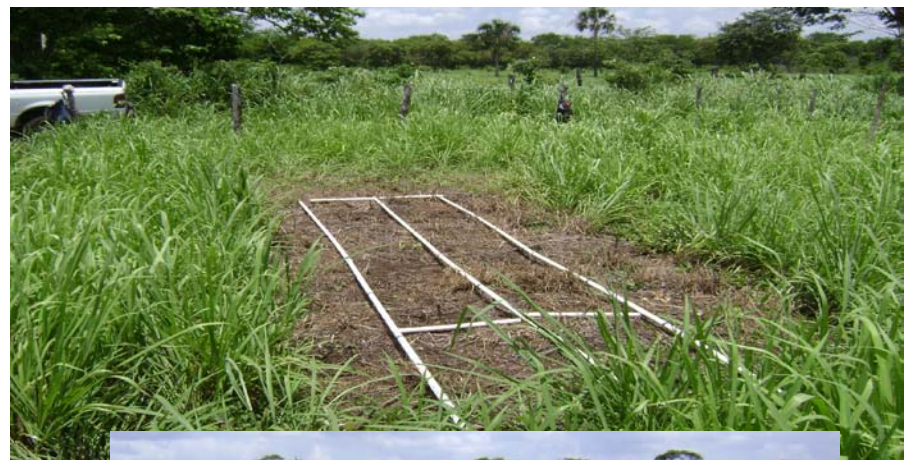
Requiere arreglos de siembra, para evitar competencia que provoque el dominio de alguno de los componentes.



Siembra de pradera asociada Tanzania-Leucaena en pradera siembra nueva



Siembra de pradera asociada Tanzania-Leucaena en pradera establecida



3. CONTROL DE MALEZA

Las malezas compiten por recursos del suelo e interfieren con el establecimiento y productividad de las praderas.

3. 1 Biología de la maleza

3. 2 Métodos de control

3.3 Clasificación de herbicidas

3.4 Control de maleza en praderas asociadas Tanzania-Leucaena

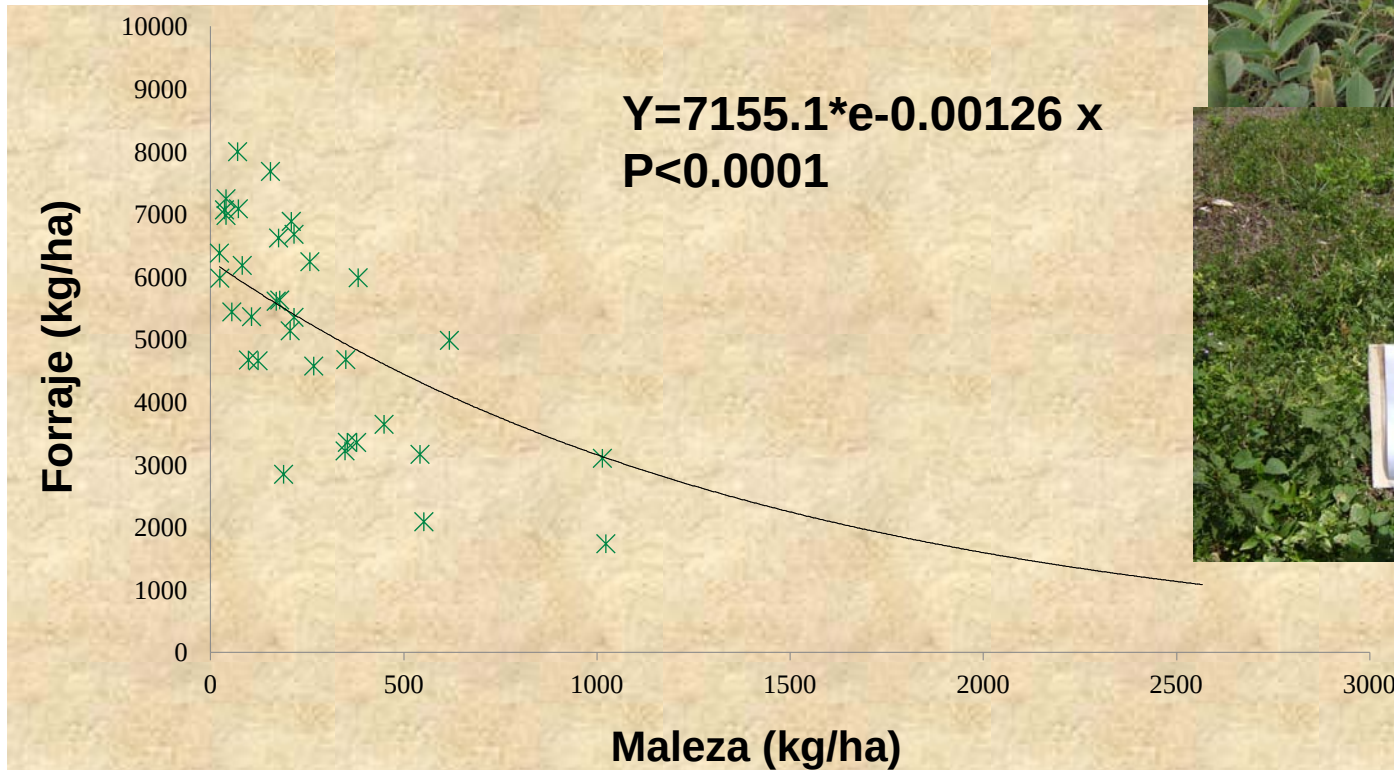


Densidad de arbustivas, gramíneas y herbáceas

Nombre científico	Nombre común	Densidad/ hectárea ^a
Arbustivas		
<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht. & Cham.) Benth	Chimay	49
<i>Bumelia obtusifolia</i> Roem. & Schult.	Xpetkitam	4,902
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> T.S. Brandegee ex Standley	Chikeh	49
<i>Colubrina</i> spp.	Churumay	245
<i>Croton flavens</i> L.	Ek-balam	637
<i>Dalbergia glabra</i> (Miller) Standley	Muk	1,520
<i>Guettarda combsii</i> Urban	Tastaab	254
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth	Kanasin	931
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	Xuul	1,520
Pendiente ID	Sak ok lob	1,225
<i>Piscidia piscipula</i> Sarg.	Jabin	392
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb	196
Herbáceas		
<i>Abutilon umbellatum</i> (L.) S	Sak miis	490
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Xanabmucuy	147
Pendiente ID	Piña kax	18,284
<i>Prockia crucis</i> L.	Sac bake kan	588
<i>Ruellia yucatana</i> Tharp et B	Kambaya'axnic	1,716
<i>Sida acuta</i> Burm.	Chichibé	7,598
	Total de herbáceas	28,823



Establecimiento del sistema silvopastoril Leucaena-Tanzania



Relación de forraje, de maleza herbácea y arbustiva en respuesta a la aplicación de tratamientos de rehabilitación al inicio de la época de lluvia de 2011, en una pradera de Guinea en Tizimín, yucatán, México.

3.4 Control químico de maleza para auxiliar el establecimiento y mantenimiento de praderas asociadas

Especie	Preemergencia	Postemergencia
Guinea, Insurgente, Llanero, Taiwán	Atrazina (1.5- 2.2 kg i.a./ha)	Triclopyr, picloam, 2,4-D, Dicamba, Metsulfuron (Dosis según fabricantes)
Leucaena y Clitoria	Imazethapyr (0.07- 0.12 kg i.a.(ha)	Bentazon (0.8-1.2 kg ia/ha)



3. COSTOS DEL ESTABLECIMIENTO

Costos de preparación de una hectárea de terreno.

Preparación del suelo	Unidad	\$ Costo
Desmonte	Servicio	5,000.00
Apilado	Servicio	1,000.00
Rastreo	Servicio	2,500.00
Quema	Jornal	300.00
Costo total		8,800.00

Costos de establecimiento de una hectárea de pradera asociada en siembra nueva.

Establecimiento de la pradera	Unidad	Cantidad	\$ Costo unitario	\$ Total
Semilla de Tanzania	Kg/ha	4	340.00	1,360.00
Semilla de Leucaena	Kg/ha	4.5	200.00	900.00
Siembra de Tanzania mecanizada	Servicio	1	1,000.00	1,000.00
Siembra Leucaena	Jornal	10	150.00	1,500.00
Inex	lt	4.0	90.00	225.00
Paraquat	lt	3.33	75.00	360.00
Picloram	lt	3.33	177.00	589.41
Dap-plus	lt	1.67	119.00	198.73
Glifosato	lt	3.33	78.00	259.74
Bentazón	lt	1.70	510.00	867.00
Chapeo (calles de Leucaena)	Jornal	15	150.00	2,250.00
Aplicación de herbicida	Jornal	8	150.00	1,200.00
Total de inversión				10,709.88

3. COSTOS DEL ESTABLECIMIENTO

Costos de preparación de una hectárea de terreno.

Preparación del suelo	Unidad	\$ Costo
Desmonte	Servicio	5,000.00
Apilado	Servicio	1,000.00
Rastreo	Servicio	2,500.00
Quema	Jornal	300.00
Costo total		8,800.00

Costos de establecimiento de una hectárea de pradera asociada en pradera establecida.

Establecimiento de la pradera	Unidad	Cantidad	\$ Costo unitario	\$ Total
Trazado de líneas	Jornal	3	150.00	450.00
Chapeo mecanizado (chapeadora)	Servicio	1	1,000.00	1,000.00
Semilla de Leucaena	Kg/ha	4.5	200.00	900.00
Escarificación semilla de Leucaena	Jornal	1	150.00	150.00
Siembra Leucaena	Jornal	10	150.00	1,500.00
Chapeo manual	Jornal	15	150.00	2,250.00
Inex	lt	1.67	90.00	150.03
Dap-plus	lt	0.50	119.00	59.50
Glifosato	lt	3.33	78.00	259.74
Chapeo (calles de Leucaena)	Jornal	15	150.00	2,250.00
Aplicación de herbicida	Jornal	4	150.00	600.00
Bentazón	lt	1.70	510.00	867.00
Total de inversión				10,436.27

Cuadro 8. Costos, Ingresos y rentabilidad (\$) por ha de dos sistemas de producción.

Concepto	Praderas	
	Tanzania	Asociado
Costo fijo (\$)	1,362	1,472
Costo variable (\$)	9,719	9,803
Costo total (\$)	11,081	11,275
Peso final de carne en pie (kg/ha)	500	537
Precio por kg (\$)	25	25
Valor de la producción (\$)	12,495	13,426
Ganancia neta (\$)	1,414	2,151
Rentabilidad sobre costos totales (%)	12.76	19.00

CONSIDERACIONES FINALES

- 1. La implementación de un sistema silvopastoril requiere de una planeación cuidadosa.**
- 2. Plantar preferiblemente árboles de especies nativas.**
- 3. Las especies vegetales, son más susceptibles a problemas durante sus fases tempranas.**
- 4. Los sistemas silvopastoriles, contribuyen a la diversificación del sistema tradicional de producción.**
- 5. El sistema silvopastoril, permite al agricultor generar empleo adicional y tener ingresos a corto, mediano y largo plazo.**
- 6. El consumo animal (bovinos y ovinos) cambia drásticamente de una época a otra, debido a cambios en calidad y disponibilidad de forraje.**





MC. Javier Castillo Huchim
(castillo.javier@inifap.gob.mx)
INVESTIGADOR EN MANEJO DE PRADERAS Y
CULTIVOS FORRAJEROS
INIFAP CAMPO EXPERIMENTAL MOCOCHÁ
Km 25 Antigua carretera Mérida Motul
Tels. 01 (55) 38 71-87-00 Ext. 88223
01 800 088-22-22 Ext. 88223