



Vivir Mejor

# Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras



GOBIERNO  
FEDERAL

SAGARPA

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

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)  
[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)  
[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)



Adrián Raymundo QUERO CARRILLO, José Francisco VILLANUEVA AVALOS,  
Carlos Raúl MORALES NIETO, Javier Francisco ENRÍQUEZ QUIROZ,  
Eduardo Daniel BOLAÑOSAGUILAR, Javier CASTILLO HUCHIM,  
José de Jesús MALDONADO MENDEZ, Filiberto HERRERA CEDANO

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

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Pacífico Centro  
Campo Experimental Santiago Ixcuintla  
Santiago Ixcuintla, Nayarit. Octubre de 2012  
Folleto Técnico Núm. 22, ISBN: 978-607-425-890-5



Vivir Mejor

# Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras

**Ph. D. Adrián Raymundo QUERO - CARRILLO**

Profesor Investigador en Pastizales y Forrajes  
Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

**Ph. D. José Francisco VILLANUEVA – AVALOS**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “Santiago Ixcuintla”

**Dr. Carlos Raúl MORALES – NIETO**

Profesor Investigador en Manejo de Pastizales  
Facultad de Zootecnia y Ecología  
Universidad Autónoma de Chihuahua

**Dr. Javier Francisco ENRÍQUEZ – QUIROZ**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “La Posta”

**Ph. D. Eduardo Daniel BOLAÑOS - AGUILAR**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “Huimanguillo”

**M.C. Javier CASTILLO - HUCHIM**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “Mocochá”

**M.C. José de Jesús MALDONADO - MENDEZ**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “Rosario Izapa, Chiapas.”

**Ph. D. Filiberto HERRERA - CEDANO**

Investigador en Pastizales y Cultivos Forrajeros  
Campo Experimental “Santiago Ixcuintla”

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Pacífico Centro  
Campo Experimental Santiago Ixcuintla  
Octubre de 2012**

**Folleto Técnico No. 22, ISBN: 978-607-425-890-5**

# Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras

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

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso Núm. 5, Colonia Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán  
CP: 04010. México, D.F.  
Tel. (55) 3871 8700

Primera edición 2012

Impreso en México  
Printed in Mexico

**ISBN:** 978-607-425-890-5

**Folleto Técnico Núm. 22, Octubre de 2012**

## **CAMPO EXPERIMENTAL SANTIAGO IXCUINTLA – INIFAP.**

Km. 2 Entronque Carr. Santiago Ixcuintla con Carr. Internacional México – Nogales.  
Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 63300, México. Tel. (323) 235-2031; Fax:  
(323) 235-0710; (311) 216-7012

Esta publicación se terminó de imprimir el mes de Octubre del 2012 en Talleres Gráficos de Prometeo Editores S.A. de C. V., Libertad 1457, Col. Americana, Guadalajara, Jalisco. C.P. 44160. Tel. (33) 3826-2726

Su tiraje consta de 2000 ejemplares

Impreso en México *printed in México*

## **La cita completa de esta obra es:**

Quero – Carrillo, A. R., J. F. Villanueva – Avalos, J. F. Enríquez – Quiroz, C. R. Morales – Nieto, E. D. Bolaños – Aguilar, J. Castillo – Huchim, J. J. Maldonado – Méndez y F. Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
LISTA DE CUADROS .....	<i>ii</i>
LISTA DE FIGURAS .....	<i>iv</i>
INTRODUCCIÓN.....	1
Importancia de los Recursos Genéticos .....	3
Usuarios del Pastizal .....	8
Tecnología para el Aprovechamiento de Especies Forrajeras en México.....	10
¿Como se define un centro de origen de especie? ....	17
¿Porqué evaluar sistemáticamente los recursos genéticos de especies forrajeras?.....	22
¿Cuánto material vegetal es representativo de la diversidad? .....	23
Atributos a evaluar .....	25
Estructura de la colecta .....	26
Morfología forrajera .....	30
Rendimiento de materia seca .....	30
Componentes del rendimiento .....	30
CONCLUSIONES.....	38
LITERATURA CITADA .....	39

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	PRESENTACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD ADECUADA PARA EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE Y SONORENSE Y OPORTUNIDADES PARA INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN . . . . .	13
2	LEGUMINOSAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA ZONAS TROPICALES Y ÁRIDAS DE MÉXICO. . . . .	16
3	CENTRO DE ORIGEN GENÉTICO DE ALGUNAS ESPECIES FORRAJERAS DE IMPORTANCIA PARA MÉXICO. . . . .	17
4	GRAMÍNEAS NATIVAS E INTRODUCIDAS CON BUENA ADAPTACIÓN A CONDICIONES PREVALECIENTES EN MÉXICO Y DE USO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL . . . . .	20
5	LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS E INTRODUCIDAS CON BUENA ADAPTACIÓN A CONDICIONES PREVALECIENTES EN MÉXICO. . . . .	21
6	VARIABLES MORFOLÓGICAS A EVALUAR EN LA COLECTA BASE DE GRAMINEAS DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS DE ESTUDIO. . . . .	31
7	VARIABLES MORFOLÓGICAS A EVALUAR EN LA COLECTA BASE DE LEGUMINOSAS DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS DE ESTUDIO. . . . .	32
8	DIVERSIDAD DE PROBLEMAS A SOLUCIONAR A PARTIR DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA POR REGIÓN FISIOGRAFICA. . . . .	36

9 ESTUDIOS ESPECIALIZADOS PARA EL  
APROVECHAMIENTO PROFESIONAL DE LOS  
RECURSOS GENÉTICOS FORRAJEROS ..... 37

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	El pastoreo extensivo de ecosistemas nativos frágiles ejerce un efecto devastador sobre el ecosistema, contribuyendo a la pérdida de la diversidad genética vegetal y animal . . . . .	6
2	A) Al muestrear la diversidad genética se encuentra amplia diversidad intraespecífica. Inflorescencias de <i>Setaria vulpiset</i> (Lam.) Roemer & Schultes ( <i>S. macrostachya</i> ) del norte de Durango. B) Pastizal de <i>Leptochloa dubia</i> en Valle de Allende, Chih., pueden verse, al frente, inflorescencias de <i>Bothriochloa barbinoides</i> (Lag.) Herter . . . . .	7
3	Sobrepastoreo y factores de estrés vegetal y su efecto sobre las especies perennes deseables en el pastizal. . . . .	12
4	Recolecta, conservación, evaluación y multiplicación de recursos genéticos forrajeros (FAO, 2012) . . . . .	15
5	Fases de organización, evaluación y manejo de la colecta de recursos genéticos. . . . .	25
6	Conservación propuesta de recursos genéticos de especies valiosas. Conservación y evaluación sistemática de recursos genéticos de <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr. Muchos genotipos (380) del centro de origen genético de una sola especie valiosa. Foto. Junio de 2006. . . . .	27
7	Conservación tradicional de recursos genéticos de especies valiosas. Colecta base de leguminosas forrajeras herbáceas disponible en el Sitio Experimental “El Verdineño”. Al fondo, la	

---

	<b>Colecta Base de las gramíneas forrajeras <i>Pennisetum spp.</i> y <i>Tripsacum spp.</i> Foto: Agosto de 2012. ....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Parcelas experimentales en hileras para la evaluación agronómica y productiva de gramíneas (<i>Tripsacum spp.</i>) y leguminosas arbóreas (<i>Cajanus cajan</i> y <i>Moringa oleifera</i>) forrajeras. Foto: Sitio Experimental “El Verdineño”, Septiembre de 2012. ....</b>	<b>34</b>

## Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras

Adrián Raymundo QUERO - CARRILLO<sup>1</sup>

José Francisco VILLANUEVA – AVALOS<sup>2</sup>

Javier Francisco ENRIQUEZ – QUIROZ<sup>2</sup>

Carlos Raúl MORALES - NIETO<sup>3</sup>

Eduardo Daniel BOLAÑOS – AGUILAR<sup>2</sup>

Javier CASTILLO – HUCHIM<sup>2</sup>

José de Jesús MALDONADO – MÉNDEZ<sup>2</sup>

Filiberto HERRERA – CEDANO<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras para pastoreo extensivo, silvestres en su mayoría, se encuentran escasamente estudiadas en su diversidad y, por tanto, en su capacidad para responder a las necesidades de producción actual en México, tales como: alta rentabilidad económica, alta presión de utilización, amplia exposición a la degradación de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema bajo pastoreo (desertificación), baja participación de los usuarios para enaltecer la condición de las áreas de pastoreo y mayor productividad, entre otras de gran importancia. Se ha reportado como constante, una amplia variabilidad intraespecífica en plantas colectadas en el centro de origen de la especie de interés. Una vez disponibles, estos recursos genéticos deben ser evaluados para responder a las demandas de

---

<sup>1</sup> Profesor Investigador en Pastizales y Forrajes. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. [queroadrian@colpos.mx](mailto:queroadrian@colpos.mx).

<sup>2</sup> Investigadores del Programa de Investigación e Innovación en Pastizales y Cultivos Forrajeros del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

<sup>3</sup> Profesor Investigador en Manejo de Pastizales. Facultad de Zootecnia – Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua.

mayor impacto para el país, acorde a una priorización bien definida: por impacto geográfico, por número de productores atendidos y por su efecto en la conservación del ecosistema. Algunos aspectos de amplia importancia incluyen: alto rendimiento de materia seca (MS), mayor producción de hoja, mayor calidad de forraje, resistencia a sequía, resistencia a heladas y facilidad de establecimiento en condiciones de temporal, entre otras.

La investigación en especies forrajeras para condiciones de pastoreo en temporal, principalmente gramíneas, ha incluido en México como actor principal a variedades novedosas, generalmente introducidas y de estirpe desconocida, en la cual, las instituciones de investigación se han avocado a determinar los atributos de éstas de forma expedita a su arribo, tales como: producción de forraje, producción de semilla, dosis de fertilización, frecuencias de corte, atributos de calidad y digestibilidad, entre los de mayor importancia. Por ejemplo, el pasto Buffel en México, del cual se han evaluado bajo este esquema más de veinte variedades, inicialmente seleccionadas en Australia: Biloela, Molopo, Gaiindah, Lawes, Nunbank, Mbalambala, Tarewinnbar y, posteriormente, seleccionadas en Estados Unidos: Americano (T-4464, Común), Higgins, Llano, Nueces, Frío, Laredo y Pecos, entre otros con resistencia a frío.

Así, en cada una de estas variedades se determinaron los atributos mencionados, perdiendo de vista que en México tenemos requerimientos específicos de producción; i.e. los niveles de frío en México no son tan intensos y de alta duración como al norte del

paralelo 35 en Estados Unidos, por tanto, la resistencia a frío disponible en varios genotipos atendería la necesidad de Buffel para gran parte de la región árida de México. El propósito de este folleto es establecer la importancia de la obtención de recursos genéticos altamente representativos de la diversidad natural de la(s) especie(s) de mayor interés, así como su evaluación sistemática con el fin de aprovecharlos de forma ordenada, evitando la pérdida de recursos económicos y humanos en evaluaciones tradicionales y sin objetivos claros a mediano y largo plazo.

Por otro lado, conocer el impacto de evaluar recursos genéticos representativos de la diversidad natural de cada especie, definir atributos forrajeros a evaluar en gramíneas y leguminosas forrajeras en México y establecer una ruta para su evaluación sistemática y conservación *ex situ*, para atender las necesidades actuales y futuras de la sociedad mexicana.

### **Importancia de los Recursos Genéticos**

La disponibilidad de la variabilidad genética es básica para lograr el mejoramiento y estabilidad económica y ecológica de los ecosistemas bajo pastoreo, ante factores que amenazan su persistencia. Las gramíneas son la base de la producción en pastoreo en México y en el mundo; existe una especie adecuada para cada condición fisiográfica de producción y capacidad de inversión (Quero *et al.*, 2007); similarmente, debido a que los pastos no son plantas domesticadas y por tanto escasamente estudiadas, se ha comprobado la existencia de gran diversidad intra-específica en gramíneas

templadas (Asay, 1991) y tropicales (Quero *et al.*, 2010a), así como en cultivos básicos e industriales (Thompson *et al.*, 1992). Numerosos materiales forrajeros tropicales e intertropicales se mantienen escasamente estudiados (Quero *et al.*, 2007); toda vez que se tiene acceso a la evaluación de recursos genéticos representativos del centro de origen de la especie de interés, según determinaron Nikolái Vavilov, Jack Harlan y J.M. de Wet, hace varios años (Abbo *et al.*, 2010).

Para la producción en pastoreo en ambientes de temporal, México posee amplia diversidad de recursos genéticos de gramíneas para zonas áridas, pero es dependiente de recursos genéticos para zonas tropicales y templadas (Quero *et al.*, 2010a), como consecuencia de la mayor presión evolutiva entre gramíneas y rumiantes en África, Asia Menor y Europa, donde la diversidad de herbívoros, dominancia cíclica de una especie animal y el ambiente, condicionaron la evolución de especies de pastizal para desarrollar estrategias de desarrollo morfológico en sus componentes: raíz, tallo, hoja, filocrón, almacenamiento de carbohidratos, etc., todos con amplia variabilidad intraespecífica y siempre ante la premisa de la extinción. Lo anterior ocurrió, al menos, durante 15 millones de años de relación simpátrica entre gramíneas y herbívoros y un ambiente dinámico (Kellogg, 2001). Los pastizales norteamericanos, de menor antigüedad a los Asiáticos, Africanos y Sudamericanos, sufrieron además la extinción de rumiantes (73% de los mamíferos) a final del pleistoceno, lo que redujo la presión selectiva de rumiantes en los pastos forrajeros. América tropical, por su parte, se mantenía como selva arbórea durante la mayor parte de su territorio y la función de los

pastos era controlar la toxicidad de aluminio provocada por el aumento de la acidez del suelo, ciclos denominados escleromórficos (Hubber, 1987; D'antonio y Vitousek, 1992), en los cuales las gramíneas nativas controlaban la toxicidad de fósforo y una vez controlada, la selva volvía a cubrir los llanos tropicales. Por tanto, la presión evolutiva que sufrieron las gramíneas en América tropical no generó atributos destacados de adaptación y tolerancia al pastoreo.

El pastoreo extensivo sigue siendo la aptitud evolutiva natural de los ecosistemas naturales en zonas áridas y tropicales (Figura 1); las áreas con vegetación xerófila a menor precipitación de 250 mm de precipitación media anual, por su fragilidad poseen bajo potencial para la producción en pastoreo; sin embargo, en estas zonas, de mayor fragilidad, existen otras oportunidades de desarrollo como paisajismo, cacería de mesteños (burros, caballos y ganado), desarrollo de ecocultivos (ornamentales xerófitas, industrializables específicas), fauna silvestre y evitar el pastoreo al máximo. Se requiere usuarios avezados e interesados en el mejoramiento de la condición del pastizal (Figura 2). En pastizales aptos para el pastoreo (precipitación anual mayor a 300 mm), la única fuente de riqueza renovable es el aprovechamiento de los recursos naturales, mientras no se consoliden y generalicen los mecanismos de pago de importantes servicios del pastizal como son: vida silvestre, cosecha de agua, captura de carbono, paisajismo, reducción de tolvaneras, entre otros que impactan a los habitantes urbanos y rurales de México. El pastoreo es la actividad más difundida y devastadora del ecosistema. Las áreas de pastoreo extensivo en México adolecen de problemáticas diversas, ampliamente

conocidas por los profesionales dedicados al manejo y uso sustentable de éstos.



**Figura 1. El pastoreo extensivo de ecosistemas nativos frágiles ejerce un efecto devastador sobre el ecosistema, contribuyendo a la pérdida de la diversidad genética vegetal y animal.**



**Figura 2. A) Al muestrear la diversidad genética se encuentra amplia diversidad intraespecífica. Inflorescencias de *Setaria vulpisetata* (Lam.) Roemer & Schultes (*S. macrostachya*) del norte de Durango. B) Pastizal de *Leptochloa dubia* en Valle de Allende, Chih., pueden verse, al frente, inflorescencias de *Bothriochloa barbinoides* (Lag.) Herter.**

La problemática del uso de tierras de pastoreo debe jerarquizarse y atacarse en base al impacto en la condición del pastizal y de la población inmersa en éstos, entre ellos, algunos referidos en dos grandes grupos: 1) Usuarios del pastizal y 2) Tecnología para el aprovechamiento de especies forrajeras en México. Muchos aspectos, principalmente la capacidad tecnológica y relaciones sociales de producción (propiedad compartida) quedan fuera del alcance del investigador en forrajes y pastizales pero determinan la condición de los pastizales naturales y praderas. No podemos incidir en éstos; sin embargo, podemos caracterizarlos y evaluar su impacto, dado que en México, la alta tecnología en forrajeras no impactará a los usuarios si no existe un aprovechamiento educado (profesionalizado) por parte de los usuarios.

## Usuarios del Pastizal

Diversas problemáticas inciden sobre la condición y prevalencia de las tierras de pastoreo en la mejor condición ecológica. Sin importar la tecnología aplicada en el mejoramiento de recursos forrajeros (selección y mejoramiento genético, i.e. mérito genético de plantas y mérito genético del ganado), la diversidad de sistemas de propiedad de la tierra en México y la diversidad en capacidad tecnológica de los usuarios del pastizal en aspectos de conservación del ecosistema y explotación ganadera, son un agente sistemáticamente devastador del recurso; por tanto, para lograr un impacto de la selección y mejora sistemática de las forrajeras y ganado, se debe tener claridad en diversos aspectos a mejorar para lograr el enaltecimiento de los recursos forrajeros y los ecosistemas bajo pastoreo.

**Relaciones sociales de producción.** Principal problema a nivel nacional. Los usuarios no establecen relaciones enaltecedoras de la condición del pastizal, siendo el ejemplo más claro la *Tragedia de los Comunes* (Hardin, 1968). Existen sociedades de pastoreo en propiedad compartida, exitosas (máxima producción sostenida sin afectar a la vegetación) en el mundo. Seguir sus principios (ó intentarlo) de uso de la vegetación sería tecnológicamente obligado, para una comunidad pastoril culta y responsable de la condición de los recursos vegetales. Sin embargo, otros aspectos que ayudarían a mejorar la condición del recurso (Nowak, 2012) son: 1) reconocer la veracidad del problema; esto es, la condición del pastizal como resultado del manejo a que es

sometido, como conocimiento socializado y 2) publicitar acciones (positivas y negativas) hacia el pastizal, superando el rampante anonimato.

**Lealtad al pastizal.** No perciben el impacto positivo de su participación entusiasta en actividades de apoyo a la condición del pastizal: semilleros de especies valiosas, cosecha de semilla, establecimiento de praderas y producción de plántula (ó partición de macollos) y trasplante, entre otras tecnologías disponibles y de fácil desarrollo.

**Demanda de tecnología.** No demandan profesionalización para el uso eficiente del pastizal y del ganado: 1). Eficiencia de hato 2) Eficiencia ecológica (máxima producción sostenida) y 3) Tecnología para conservar y mejorar la condición del pastizal árido.

**Flujo de energía.** No conocen y, por tanto, no respetan el flujo de energía del pastizal, lo cual condiciona las épocas de utilización y descanso de las plantas forrajeras. La sequía y bajas temperaturas invernales (heladas, “nortes” y “sures”) son factores normales cíclicos que condicionan la planeación de uso profesional del pastizal y las praderas tropicales.

**Ganaderos.** Se requiere de ganaderos “de registro” en pastizales de condición excelente, antes que en razas de ganado. Seguir, para las áreas de pastoreo, el mismo esquema de desarrollo al declarar “pueblos mágicos”, puede ser una buena estrategia para declarar también “ejidos mágicos” y “potreros mágicos”.

## Tecnología para el Aprovechamiento de Especies Forrajeras en México

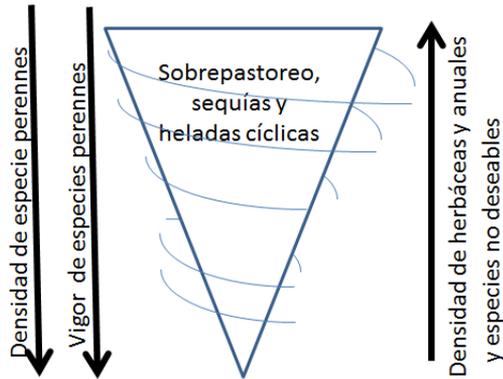
En México, la tecnología aplicada a la utilización altamente tecnificada de especies forrajeras ha sido notoria por su ausencia, especialmente para el pastoreo extensivo en ecosistemas de temporal. En países desarrollados se trabaja en mejoramiento genético de forrajeras desde principios del siglo XX y el enfoque de obtención y aprovechamiento sistemático de recursos genéticos de forrajeras data desde el siglo XIX. En países con similar desarrollo cultural y económico a México se realiza investigación para el aprovechamiento sistemático de recursos genéticos y mejoramiento de forrajeras desde el último cuarto del siglo XX, siendo Brasil el ejemplo más destacado (da Silva *et al.*, 2008). Sin embargo, antes de iniciar programas de mejora genética de especies forrajeras se debe verificar la diversidad natural de la(s) especie(s) de interés, con muestras representativas de esta diversidad recolectadas en el centro de origen de la especie, ya que se trata de materiales silvestres, en su mayoría y es en los centros de origen genético donde se encuentra la mayor diversidad intraespecífica.

Los pastizales áridos en México enfrentan sobrepastoreo generalizado y no hay especie forrajera que soporte la combinación de un mal manejo del pastoreo y ganaderos con baja conciencia del impacto de éste sobre el pastizal. Lo anterior, provoca que los pastizales se encuentren, desde hace 70 años, en constante detrimento y pérdida de su productividad; sin embargo, los efectos de mayor importancia incluyen: reducción de la diversidad genética

vegetal, animal y de microflora (aún inexploradas) y el avance de la desertificación (erosión física).

El sobrepastoreo continuo provoca reducción de especies perennes valiosas, las cuales son las que exhiben resistencia a sequía, así como a las heladas de baja frecuencia y alta intensidad, reduciendo su resiliencia, provocando ciclos constantes de reducción de perennes en densidad y vigor, abundancia de herbáceas y anuales (lo que enmascara la condición del pastizal en época de lluvias), abundancia de especies indeseables, pérdida de suelo y su actividad biótica y, por tanto, menor contenido de materia orgánica y mineralización, entre otros aspectos (Figura 3).

Hanna y Anderson (2010) en un documento sobre el aprovechamiento profesionalizado del primer híbrido selecto de Bermuda de la Costa (*Cynodon dactylon*) reportaron lo siguiente: *“Rinde el doble ó más del forraje producido por Bermuda Común, revolucionó la industria ganadera y heno en el Sur de los Estados Unidos, siendo factor principal de rentabilidad de la industria de carne y leche en la Planicie Costera y de suelos arenosos por más de 50 años”*. Por otro lado, Hallawer *et al.* (1988), mencionan que la aplicación de genotecnia en maíz, ha resultado en un incremento anual de 90 kg en el rendimiento de grano desde 1920 hasta 1980 solo por concepto del mejoramiento genético, lo que ofrece una idea de la respuesta que se puede obtener en materiales silvestres como son las especies forrajeras del pastizal



**Figura 3. Sobrepastoreo y factores de estrés vegetal y su efecto sobre las especies perennes deseables en el pastizal.**

Debido a que la temperatura adecuada para mayor velocidad de crecimiento (filocrón) y un régimen veraniego de lluvias, predominante en más de 95% del territorio nacional, la diversidad de tipos vegetativos bajo pastoreo se deben enfocar a soportar el vigor y densidad de los pastos durante épocas no aptas para el crecimiento, *i.e.* proteger a los pastizales y praderas inducidas en dos aspectos básicos: 1) Mayor vigor para lograr una elevada producción de bayonetas ó pseudotallos productores de hoja y 2) Lograr la densidad máxima de especies valiosas. Ambos aspectos para alcanzar la máxima expresión del potencial genético de producción al presentarse condiciones optimas para el crecimiento (temperatura y humedad; Cuadro 1).

**CUADRO 1. PRESENTACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD ADECUADA PARA EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE Y SONORENSE Y OPORTUNIDADES<sup>1</sup> PARA INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN<sup>2</sup>.**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura óptima				0	0	0	0	0	0			
Presentación de lluvias	*					X	XX	XX	X		*	
Crecimiento activo				*		X0	X0	X0	X0	**		

<sup>1</sup>. Si no existe crecimiento, los pastos no se deben pastorear, es aquí donde la capacidad de inventiva del productor, limitada siempre por el presupuesto disponible, debe entrar en acción para lograr la conservación del potencial elevado de producción en temporal (rebrote): arbustivas forrajeras, empaçado de forraje, desarrollo de pequeñas áreas agrícolas para apoyo del resto del rancho, bancos de proteína, programación de ventas de ganado, producción de plántula, trasplante, resiembras, etc. Todas éstas evitando sobrepastorear en épocas críticas (invierno y primavera) y enfocando las actividades trabajos para mantener alta densidad y vigor de gramíneas valiosas, en el área de temporal.

\* Cuando se dispone de humedad residual (cabañuelas y huracanes tardíos), el crecimiento de los pastos puede restablecerse al inicio de la primavera, en suelos con buena cobertura vegetal y contenido de materia orgánica.

\*\* Cuando se tienen variedades o genotipos resistentes a frío puede prolongarse la época de crecimiento y pastoreo.

<sup>2</sup>. Factores similares afectan la productividad de los pastos en zonas de trópico seco (sequía, temperatura invernal) y húmedo (sequías cortas, nubosidad, temperatura, “nortes” y “sures”).

Las plantas de las familias Poaceae y Fabaceae, son y serán la base de la producción en pastoreo en México y el mundo y así continuará por muchos años; por tanto, es importante la evaluación ordenada y sistemática de los recursos genéticos para obtener, en el menor plazo posible, lo mejor que ofrece la diversidad intraespecífica para los factores de producción en pastoreo de mayor importancia. En otras palabras, el crecimiento de los pastos está condicionado por la sequía y heladas, por lo que en estas épocas todos los esfuerzos de planeación de manejo del pastoreo se deben enfocar a proteger los

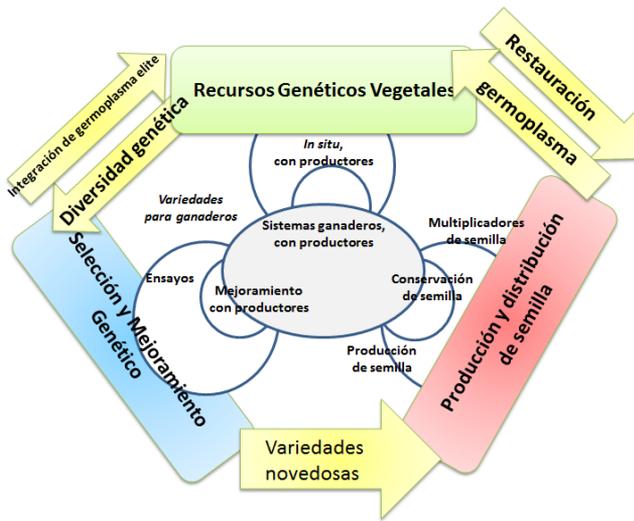
recursos forrajeros valiosos en vigor y densidad, para una mejor respuesta durante las lluvias de verano (Cuadro 1).

Las leguminosas poseen potencial para lograr la máxima estabilidad productiva y ecológica del ecosistema bajo pastoreo, como banco de proteína y/o en asociación. Se pueden lograr praderas multiespecíficas y multi-estratificadas, tanto en el espacio (diversidad de arreglos topológicos) como en el tiempo (especies con diferente comportamiento fenológico durante el año) y constituyen la oportunidad para lograr avances en rentabilidad y pertinencia ecológica de los sistemas de pastoreo.

Las leguminosas herbáceas requieren manejos planeados del pastoreo para lograr su persistencia en la pradera pastoreada, lo que se ha vuelto el factor clave para su utilización en pastoreo; por tanto, requieren cuidados específicos durante la temporada de floración, rendimiento de semilla y reclutamiento de nuevos individuos. El manejo educado del pastoreo no es la norma generalizada en el país; por tanto, mientras no se desarrollen usuarios profesionalizados hacia el recurso, se deben enfocar esfuerzos en arbustivas y arbóreas forrajeras que mantengan características morfológicas adecuadas para su aprovechamiento en pastoreo. Aunque no evolucionaron con el pastoreo, las leguminosas desarrollaron atributos de resistencia a la herbivoría contra especies no rumiantes, principalmente insectos, lo que generó especies con resistencia a defoliación ante ambientes desafiantes, combinado con los atributos morfológicos valiosos para evitar los efectos del sobrepastoreo: desarrollo de raíces pivotantes

(alcanzando estratos estables en humedad) y arquitectura adecuada, en ocasiones promovida con manejo específico de cortes y pastoreo, estrategias de sobrevivencia para escapar al efecto del sobrepastoreo al quedar fuera del alcance del ganado.

Las selvas caducifolias son especialmente ricas en especies arbóreas y arbustivas (Cuadro 2). Bajo este esquema, el aprovechamiento sistemático de los recursos genéticos para la producción en pastoreo se ajusta a los propuestos por FAO (2012), Figura 4.



**Figura. 4. Recolecta, conservación, evaluación y multiplicación de recursos genéticos forrajeros (FAO, 2012).**

**CUADRO 2. LEGUMINOSAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO PARA LAS ZONAS TROPICALES Y ÁRIDAS DE MÉXICO.**

Especie	pH < 5.5	Temperatura 15 - 25 °C	Precipitación (mm)			Inundación	Salinidad
			Sequia <500mm	500-1000 mm	>1000mm pp máxima		
<i>Acacia aneura</i>	T	T	T	NT	NT	NT	NT
<i>A. nilotica</i>	NT	NT	NT	NT	NT	T	T
<i>A. tortilis</i>	NT	NT	T	NT	NT	NT	NT
<i>Albizia chinensis</i>	T	T	NT	T	T	NT	NT
<i>A. lebeck</i>	T	T	T	T	T	NT	T
<i>A. saman</i>	T	NT	NT	NT	T	T	NT
<i>Calliandra calothyrsus</i>	T	NT	NT	NT	T	NT	NT
<i>Chamaecytisus</i>	NT	T	NT	T	NT	NT	NT
<i>Cratylia argentea</i>	T	NT	NT	NT	T	NT	NT
<i>Dalea bicolor</i>	NT	T	T	T	NT	NT	T
<i>Faidherbia albida</i>	NT	NT	T	NT	NT	T	NT
<i>Flemingia macrophylla</i>	T	NT	NT	NT	T	T	NT
<i>Leucaena diversifolia</i>	NT	NT	NT	T	T	NT	NT
<i>L. leucocephala</i>	NT	NT	NT	T	T	NT	NT
<i>L. pallida</i>	NT	T	NT	T	T	NT	NT
<i>L. trichandra</i>	NT	T	NT	T	T	NT	NT
<i>Sesbania grandiflora</i>	NT	NT	NT	NT	T	T	T
<i>S. sesban</i>	NT	T	NT	NT	T	T	T

T: Tolerante; NT: No tolerante (FAO, 2012)

## ¿Como se define un centro de origen de especie?

Dentro de los principales aspectos que se consideran para definir un centro de origen durante la recolecta son:

**1) Riqueza de morfotipos.** Individuos de diferente altura de planta, altura total de forraje, ancho de hoja, longitud de hoja, filocrón, diferente relación hoja:tallo, composición morfológica diversa, capacidad de rebrote, renovación y longevidad de tallos, entre otros aspectos de interés para la producción de materia seca (MS), lo cual se observa al evaluarlos en un sitio común, una vez aclimatados a las mismas condiciones de ambiente y manejo (Cuadro 3).

**CUADRO 3. CENTRO DE ORIGEN GENÉTICO DE ALGUNAS ESPECIES FORRAJERAS DE GRAN IMPORTANCIA PARA MÉXICO.**

Especie	Centro de origen	Región de importancia
<i>Megathyrus máximum</i>	Etiopia	Trópico húmedo y seco
<i>Hemarthria altissima</i>	Sudáfrica y Tanzania	Trópico húmedo
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Sahel Africano	Trópico seco y zonas áridas
<i>Brachiaria</i> spp.	África tropical	Trópico húmedo
<i>Chloris gayana</i>	Sudáfrica	Tróp. seco y ecotono a templado
<i>Paspalum</i> spp.	Argentina, Brasil y Bolivia	Trópico húmedo
<i>Arachis</i> spp.	Argentina, Brasil y Bolivia	Trópico húmedo
<i>Lolium multiflorum</i>	Costa mediterránea	Templado (irrigación y secano)
<i>Medicago sativa</i>	Afganistán e Irán	Templado (irrigación)
<i>Echinochloa polystachya</i>	Costas e islas del caribe	Trópico húmedo
<i>Zoizia</i> spp.	Islas del Pacífico tropical	Trópico húmedo (forraje/césped)
<i>Tripsacum</i> spp.	México	Trópico seco y zonas áridas
<i>Agropyron</i> spp.	Rusia	Bosque frío (secano)
<i>Andropogon gerardii</i>	Estados Unidos	Zonas áridas
<i>Schyzachirium scoparium</i>	Estados Unidos	Zonas áridas
<i>Bouteloua</i> spp.	México	Zonas áridas
<i>Lycurus phleoides</i>	México	Zonas áridas
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Latinoamérica tropical	Trópico húmedo

Quero et al. (2010a)

**2) Riqueza de citotipos.** Muchas especies de gramíneas son poliploides y también poseen tipos reproductivos diversos: apomixis, autoincompatibilidad, casmogamia, autogamia, cleistogamia, entre otras. Los centros de origen genético son ricos en individuos con flujo genético dinámico: riqueza de niveles de ploidía, individuos sexuales y apomícticos simpátricos, individuos autocompatibles y autoincompatibles simpátricos, etc.

**3) Cultura hacia el uso, conservación y aprovechamiento del recurso.** En maíz, la cultura desarrollada en México es amplia y escasamente representada fuera, lo que no ocurre con forrajeras. La diversidad en estos tres aspectos es informativa sobre la definición del centro de origen genético de la especie.

Aunque muchas especies de pastos se distribuyen ampliamente en el mundo (i.e. *Cenchrus ciliaris* es una especie pantropical; *Bouteloua curtipendula* se encuentra desde Canadá hasta Argentina), el centro de origen de especie es donde se encuentra abundancia de niveles de ploidía (euploides y aneuploides); diploides sexuales de estas dos especies apomícticas y, además, amplia diversidad de morfotipos: la más amplia variabilidad en atributos visibles fácilmente medibles como son: hoja:tallo, tamaño de hoja, altura total de planta, altura del forraje, etcétera y otros atributos que requieren herramientas para su valoración como: fijación de nitrógeno, digestibilidad, senescencia, composición de hoja, tasas de crecimiento de hoja, resistencia a sequía, tipos reproductivos, componentes del rendimiento de semilla, entre otros condicionados genéticamente.

México árido es el centro de origen de *Bouteloua curtipendula*, donde 10 a 12 especies de la sección *Bouteloua* conforman un complejo que pueden hibridar, una vez superadas las barreras de ploidía sin ningún problema (Quero *et al.*, 2010). Similarmente, México es centro de origen genético de importantes especies de gramíneas y leguminosas forrajeras en las diferentes zonas agroecológicas (Cuadro 4; Cuadro 5).

**CUADRO 4. GRAMÍNEAS NATIVAS E INTRODUCIDAS CON BUENA ADAPTACIÓN A CONDICIONES PREVALECIENTES EN MÉXICO Y DE USO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.**

<b>Especies Nativas</b>	<b>Especies Introducidas</b>
<b>Zonas áridas:</b>	
<i>Bouteloua gracilis</i> (Navajita)	<i>Eragrostis curvula</i> (Llorón)
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Banderita)	<i>Eragrostis lehmaniana</i> (Lemaniana)
<i>Sporobolus airoides</i> (Zacatón alcalino)	<i>Chloris gayana</i> (Rhodes)
<i>Sporobolus wrightii</i> (Zacatón gigante)	<i>Panicum coloratum</i> (Klein)
<i>Panicum obtusum</i> (Panizo)	<i>Cenchrus ciliaris</i> (Buffel)
<i>Setaria leucopila</i> (Tempranero)	<i>Cynodon dactylon</i> (Bermuda, Agrarista)
<i>Bouteloua dactyloides</i> (Búfalo)	<i>Sorghum halepense</i> (Jhonson)
<i>Tripsacum dactyloides</i> (Maicillo)	
<i>Leptochloa dubia</i> (Lobero)	
<i>Hilaria mutica</i> (Toboso)	
<i>Sorghastrum nutans</i> (Sorguillo)*	
<i>Zchizachyrium scoparium</i> (Azul)*	
<i>Andropogon gerardii</i> (Azul gigante)*	
<i>Distichlis spicata</i> (Salado)	
<b>Zonas tropicales:</b>	
<i>Leersia hexandra</i> (Alambre)	<i>Megathyrsus maximus</i> (Guinea)
<i>Paspalum notatum</i> (Zacatón)	<i>Urochloa decumbens</i> (Señal)
<i>Paspalum dilatatum</i> (Zacatón)	<i>Urochloa brizantha</i> (Señal)
<i>Paspalum plicatulum</i> (Zacatón)	<i>Urochloa dictyoneura</i> (Señal)
<i>Tripsacum andersonii</i> (Guatemala)	<i>Digitaria eriantha</i> (Pangola)
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Azuche)	<i>Pennisetum purpureum</i> (Elefante)
<i>Echinochloa polystachya</i> (Egipto; Alemán)	<i>Pennisetum</i> spp.
<b>Zona Templada:</b>	
<i>Brachipodium mexicanum</i>	<i>Bromus catharticus</i> (bromo)
<i>Calamagrostis rubescens</i>	<i>Cynodon dactylon</i> (Sección Eleucida)
<i>Poa annua</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
	<i>Lolium perenne</i>
	<i>L. multiflorum</i>

\*Nativos de los pastizales Norteamericanos (Estados Unidos y Canadá poseen mayor riqueza en comparación con México).

**CUADRO 5. LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS E INTRODUCIDAS CON BUENA ADAPTACIÓN A CONDICIONES PREVALECIENTES EN MÉXICO.**

Región Tropical	Región templada	Región árida y semiárida
<b>Leguminosas nativas:</b>		
<i>Neonotonia wightii</i>	<i>Trifolium</i> spp	<i>Medicago</i> spp
<i>Rhynchosia minima</i>	<i>Medicago</i> spp	<i>Vicia</i> spp
<i>Centrosema</i> spp	<i>Leucaena</i> spp	
<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Vicia sativa</i>	
<i>Macoptilium</i> spp		
<i>Leucaena</i> spp		
<i>Gliricidia sepium</i>		
<i>Desmanthus</i>		
<i>Cajanus cajan</i>		
<i>Bahuinia</i> spp		
<b>Leguminosas Introducidas:</b>		
<i>Pueraria phaseloides</i>		
<i>Stylosanthes</i> spp		
<i>Arachis pintoi</i>		
<i>Centrosema macrocarpum</i>		
<i>Mucuna deringiana</i>		
<i>Cratylia argentea</i>		
<b>Otras:</b>		
<i>Hybiscus rosa-sinensis</i>		
<i>Brosimum alicastrum</i>		
<i>Guazuma ulmifolia</i>		
<i>Morus</i> spp		
<i>Moringa oleifera</i>		

## ¿Porqué evaluar sistemáticamente los recursos genéticos de especies forrajeras?

Se consolidaría un programa a largo plazo, con resultados sólidos y difíciles de superar por materiales desarrollados en otras partes del mundo, como no existe a la fecha en México, para mejorar la pertinencia de la investigación ante necesidades prácticas (aplicadas) y futuras (básicas) para la sociedad, entre los cuales se incluye:

1. Desarrollar esquemas de aprovechamiento de las especies forrajeras nativas accesibles a bajo costo y desarrollar programas de selección y mejoramiento genético de éstas en México, una vez reconocida la diversidad natural y priorizadas las necesidades de investigación.
2. Obtener mediante intercambio ó acuerdos internacionales, colectas representativas de la diversidad de especies exóticas y de gran importancia para México (Quero y Miranda, 2012).
3. Modificar el esquema tradicional de evaluación de múltiples especies con pocos ecotipos, como ha ocurrido a la fecha, hacia la evaluación de muchos ecotipos de pocas especies, las de mayor importancia para cada región fisiográfica del país.
4. Incrementar la oportunidad de evaluar con tecnología de punta, la amplia disponibilidad de variación de los recursos genéticos tales como: capacidad de establecimiento de praderas, morfogénesis del rebrote, tasas de crecimiento, embriología, citología, marcadores moleculares, latencia en semilla, senescencia, calidad de forraje, digestibilidad de

forraje, transformación genética, fijación de nitrógeno en gramíneas, entre otros de gran importancia.

5. Sentar las bases para desarrollar políticas nacionales para recolectar, compartir y resguardar estratégicamente recursos genéticos de forrajeras nativas con potencial desconocido para responder a las necesidades actuales y futuras de la sociedad en términos de producción de MS, calidad y digestibilidad de forraje, control de la contaminación del suelo, protección contra la erosión, bioenergía y paisajismo, entre otras de importancia.
6. Desarrollar cuadros de investigadores jóvenes que eliminen o reduzcan la tradicional dependencia de la importación de variedades, de semilla y la validación de recursos seleccionados para otras regiones, entre otros de importancia, como ocurre hasta la fecha.

### **¿Cuánto material vegetal es representativo de la diversidad?**

Recolectar para lograr la representatividad de la diversidad existente para la(s) especie(s) de interés y atender las necesidades inmediatas y a largo plazo de la producción en pastoreo en México, debe considerar el objetivo de alcanzar la producción máxima sostenida y sustentabilidad ecológica de los ecosistemas bajo pastoreo por tiempo indefinido. En este caso, se trata de recolectar recursos genéticos nativos, los cuales resultan baratos de recolectar y de detectar en épocas definidas y condicionadas por el temporal para su identificación, en otras palabras, están al alcance de la mano. El

número de sitios a muestrear para obtener una recolecta representativa de la diversidad que ofrece la naturaleza queda determinado por el interés de utilización sistemática de los mismos y el ámbito geográfico de influencia de los agentes recolectores y evaluadores implicados. A nivel nacional, se debe recolectar de 500 a 750 sitios de cada especie de gramínea nativa, para compartirlos y evaluarlos, en al menos dos sitios fisiográficos adecuados para el desarrollo de la especie. En cada sitio de colecta, se debe levantar *in situ* el pasaporte correspondiente, en el cual se especifique claramente la geolocalización (altitud, longitud, latitud, etc.) y descriptores adoptados para la recolecta de plantas (Reid y Lazier, 1979; Morales, 2008), mismos que se encuentran en el pasaporte para la recolecta de recursos genéticos forrajeros nativos de México (Villanueva *et al.*, 2012).

Dependiendo del número de responsables ó Campos Experimentales inmersos en la región geográfica de la especie de interés, será el número de sitios a muestrear por investigador. Por ejemplo, el pasto Banderita [*B. curtipendula* (Michx.) Torr.] es importante para el Desierto Chihuahuense y existen, al menos, diez ó doce Sitios y Campos Experimentales dentro de esta región geográfica, por lo que los mismos deberán explorar su área de influencia hasta lograr de 500 a 750 sitios con material colectado. El objetivo será continuar con las evaluaciones necesarias para su aprovechamiento organizado.

Por ejemplo, con *Tripsacum* spp., gramínea nativa de México, se incluyeron más de 1000 sitios de recolecta en México, lo que representó una sólida base para lograr estudios reproductivos, evolutivos y de atributos genéticos en este género, mismo que recibió financiamiento durante varios años por su importancia y valor potencial por su parentesco con el maíz (*Zea mays* L.; Berthaud, 2001).

### Atributos a evaluar

Durante la recolección de especies y establecimiento del vivero (Fase 1; **Colecta Base**), se evalúan atributos generales de morfología y producción de forraje. Lo anterior con el fin de reducir rápidamente el número de genotipos a evaluar en la Fase 2 (**Colecta núcleo**), en la cual se empiezan a manejar repeticiones para evaluar el comportamiento de los atributos agronómicos de los materiales sobresalientes detectados en la primera exploración (Figura 5).

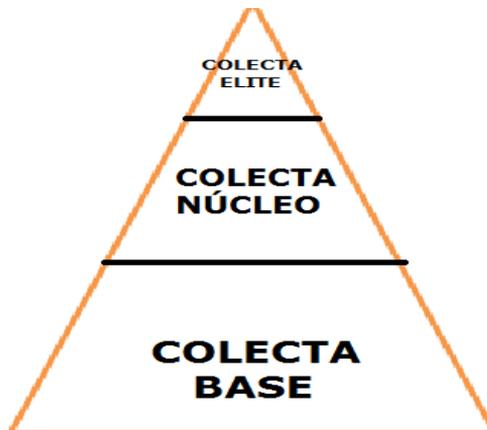


Figura 5. Fases de organización, evaluación y manejo de la colecta de recursos genéticos.

**Colecta Base (Fase 1).** Se incrementa los primeros dos años y se evalúa rápidamente la morfología forrajera a nivel macro, pudiéndose evaluar componentes del rendimiento y, en caso de que exista suficiente muestra de forraje algún análisis de calidad, siempre considerando que deben estar en las mismas condiciones de ambiente (edad de rebrote, fertilización, riego/temporal, etc.).

**Colecta núcleo (Fase 2).** A partir de la colecta base, se seleccionan, durante el primero y segundo año, los materiales más destacados, en base a análisis morfológicos y comportamiento productivo. Los materiales que se evalúan en esta fase ya tienen repeticiones de cuatro a cinco plantas multiplicadas de forma clonal, dado que aquí influye la variabilidad del tipo reproductivo de la especie que se trate.

**Colecta Elite (Fase 3).** Basados en los estudios previos, se seleccionan de dos a cinco materiales destacados para establecer praderas de multiplicación y evaluación en corte y pastoreo. Asimismo, se cuenta con la colecta base para revisar necesidades específicas y fuentes de variación para atender alguna necesidad específica detectada.

### **Estructura de la recolecta**

Una vez disponible, la diversidad de especies recolectada debe trasplantarse ó sembrarse en un (ó dos) vivero(s) común(es) en la región fisiográfica de crecimiento y adaptación de la especie de interés (Figura 6). Se debe hacer una revisión del “estado del arte” sobre dicha especie, el cual incluye la recopilación de información sobre diversos temas como origen, historia, fórmula floral, tipo reproductivo,

citología, calidad forrajera, ruta fotosintética, taxonomía, producción de forraje en otras latitudes y variedades liberadas, entre los aspectos de mayor importancia (Moser *et al.*, 2004). En campo, se deben evaluar atributos en las tres fases:



**Figura 6.** Conservación propuesta de recursos genéticos de especies valiosas. Conservación y evaluación sistemática de recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Muchos genotipos (380) del centro de origen genético de una sola especie valiosa. Foto. Junio de 2006.

**Colecta Base.** Constituida por todo el material colectado, el cual será colocada en un sitio común con una repetición por individuo colectado dentro de cada sitio, en caso de que se tenga en más de uno. A este nivel y durante dos años, solo se evaluarán aspectos generales de descripción morfológica forrajera y rendimiento de forraje a *grosso modo*; lo anterior, con el fin de ser asertivo en la selección de

materiales base para la Colecta Núcleo. Es importante recordar que el propósito de la evaluación morfológica no es taxonómico; contrariamente, es sobre atributos forrajeros.

**Fase 1.** En un sitio común, se debe colocar el material recolectado, manejado sin fertilización y con mantenimiento homogéneo para lograr un vivero libre de maleza. Durante el primer y segundo año de crecimiento, se evalúan atributos morfológicos básicos en gramíneas y leguminosas, informativos para pasar a ensayos con repeticiones (Fase 2), de acuerdo a un programa básico de evaluación sistemática establecido. La evaluación de la diversidad genética implica calificar, idealmente, de 500 a 700 genotipos de una sola especie, en nativas y, en la diversidad de exóticas, la(s) que sea posible adquirir de instituciones que posean recolectas representativas del centro de origen de especies de importancia para México. A la fase tradicional de ensayos agronómicos con repeticiones (Figura 7); cuya metodología no es el objetivo de este folleto, se debe acceder con los mejores 10 a 20 genotipos, para finalizar con ensayos de pastoreo con dos o tres genotipos destacados, evitando lo que ha ocurrido hasta la fecha, donde la variedad novel (de importación) a caracterizar resultaba de mayor importancia que los objetivos de la investigación en forrajes: mayor MS para la época seca, resistencia a sequía, facilidad de establecimiento, digestibilidad, rendimiento de semilla y respuesta a la fertilización, entre otros.



**Figura 7. Conservación tradicional de recursos genéticos de especies valiosas. Colecta base de leguminosas forrajeras herbáceas disponible en el Sitio Experimental “El Verdineño”. Al fondo, la Colecta Base de las gramíneas forrajeras *Pennisetum* spp. y *Tripsacum* spp. Foto: Agosto de 2012.**

Se deben eliminar factores que interfieran en la expresión de los atributos morfológicos de los materiales y promover la misma, sin influencias ambientales. Dentro de estos factores, se incluye aquellos relacionados con el suelo y crecimiento de las plantas:

1. **Factores de suelo:** Fertilidad, nivelación (evitando inundaciones, principalmente), variación de la textura, estructura y salinidad, entre otros. Si se da un riego de auxilio, debe ser el mismo para todos los materiales.
2. **Factores de crecimiento.** Eliminar factores como tamaño de macollo original, días de rebrote a la evaluación, competencia

con maleza que pueda favorecer a unos y perjudicar a otros materiales, etc., los cuales influyen los atributos forrajeros (tanto la morfología como la producción de forraje y sus componentes) a evaluar en plantas individuales.

1) **Morfología forrajera.** Esta se caracteriza mediante descriptores informativos del potencial de producción de forraje. Se debe recordar que no se pretende realizar clasificaciones taxonómicas, sino lograr la organización de atributos morfológicos expresivos de su potencial de producción de forraje en el ambiente evaluado. Los descriptores deben evaluarse al mismo estado fenológico de los genotipos colectados, preferentemente en la etapa de antesis al 40% (Cuadro 6).

2) **Rendimiento de MS.** Durante esta fase será exploratorio. Se deben detectar diferencias a nivel macro, dividiendo los materiales en altos, medianos y bajos rendidores de forraje.

3) **Componentes del rendimiento.** Dentro de cada muestra, cosechada a la misma edad del rebrote, se debe evaluar la composición del material forrajero en una sub-muestra separando hoja, tallo, espiga y material muerto (senescente). Lo anterior, con el fin de detectar diferencias, a nivel macro, en la composición del forraje entre materiales evaluados.

En zonas áridas, esta evaluación puede incluir un solo corte el primer año, después de evaluar morfología forrajera en una etapa fenológica definida, preferentemente al 40% de antesis. Durante el segundo año, una vez establecido el material se pueden evaluar varios

cortes durante el verano a intervalos de 28 días. En regiones tropicales se debe evaluar morfología en la misma fase de desarrollo fenológico (40% de antesis) y cortes de producción de forraje cada 28 días desde el primer año.

**CUADRO 6. VARIABLES MORFOLÓGICAS A EVALUAR EN LA COLECTA BASE DE GRAMINEAS DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS DE ESTUDIO<sup>1</sup>.**

Descriptor	Descriptor
Altura total de planta	Rendimiento de forraje
Número de espiguillas/infloresc.	Vigor de planta (al 50% antesis)
Longitud de inflorescencia	Suavidad de hoja (cualitativo)
Número de flores por espiguilla	Relación hoja:tallo
Densidad espiguillas/cm pedúnculo	Producción secas: total anual
Capacidad de rebrote	Producción de hoja (a misma edad)
Color de estigma	Material muerto en forraje
Longitud de espiguillas	MS de tallo
Distribución de la floración	MS de hoja
Color de lema	MS de material muerto
Desarrollo de plántula <sup>2</sup>	Ancho de hoja bandera
Color de anteras	Número de tallos vivos por unidad de macollo (misma superficie)
Tamaño de semilla <sup>3</sup>	NDF (concentración) <sup>5</sup>
Color de gluma	ADF (concentración) <sup>5</sup>
Semillas por kg <sup>3</sup>	PC (concentración) <sup>5</sup>
Arquitectura forrajera <sup>4</sup>	Lignina (concentración) <sup>5</sup>
Longitud de hoja	Digestibilidad ( <i>in vivo e in situ</i> ) <sup>5</sup>
Ancho de hoja	Tasas de degradabilidad <sup>5</sup>
Longitud de hoja bandera	

<sup>1</sup>. Pueden agregarse o removerse los descriptores que el investigador considere importantes. Se debe recordar que se evalúa potencial de producción de forraje y no se pretende hacer ordenaciones de taxonomía sistemática.

<sup>2</sup>. En plántulas representativas de la diversidad. Informativa para agresividad de establecimiento.

<sup>3</sup>. En genotipos donde se logre obtener suficiente semilla, al menos diez genotipos.

<sup>4</sup>. Entendida como la altura total de la planta respecto a la altura de distribución de la una proporción de 80% del forraje.

<sup>5</sup>. Solamente se realizará a los materiales seleccionados para la Colecta Núcleo.

En leguminosas, se medirá cobertura, producción de forraje, relación hoja:tallo, producción de semilla y tolerancia a plagas y enfermedades. También se mediría peso de la raíz, peso de los nódulos y color de los nódulos entre otras variables de importancia (Cuadro 7).

**CUADRO 7. VARIABLES MORFOLÓGICAS A EVALUAR EN LA COLECTA BASE DE LEGUMINOSAS DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS DE ESTUDIO<sup>1</sup>.**

Descriptor morfológico	Descriptor morfológico
Hábito de crecimiento	Semilla: Porcentaje de cascara
Ramificaciones laterales	Resistencia a pudrición de la vaina
Altura al 20% de floración	Resistencia al tizón: ( <i>Puccinia arachielis</i> )
Hoja: Longitud del foliolo central	Presencia de espinas
Hoja: Anchura del foliolo central	Vigor planta
Tiempo para el inicio de la floración	Color de hoja
Flor: Color	Forma de hoja
Frecuencia de plantas con flores de otro color	Inicio de floración
Floración: distribución general	Tipo de flor/ forma
Floración: Distribución en el tallo principal	Tamaño de flor
Vaina: estrangulaciones	Color de flor
Vaina: Textura de la superficie	Forma de vaina
Vaina: Número de semillas	Fecha presencia de semilla
Vaina: Prominencia de la punta	Fecha de madurez a cosecha semilla
Vaina: Forma de la vaina y el pico	Color de vaina
Semilla: Color de la testa	Capacidad de dehiscencia
Semilla: color de la testa madura (sin tostar)	
Semilla: Forma y tamaño	
Peso de 1000 semillas (7% de humedad)	
Semilla: Periodo de latencia (a cosecha)	

Adaptado por Villanueva y Herrera (2012; Datos sin publicar).

<sup>1</sup>. Pueden agregarse o removerse los descriptores que el investigador considere importantes.

**Fase 2.** Una vez disponible la diversidad y seleccionados los genotipos sobresalientes por atributos morfológicos, de producción y calidad de forraje, se procede a establecer ocho plantas a 40 x 40 cm multiplicadas clonalmente de cada genotipo. A estas plantas, se les evaluarán los atributos morfológicos y de producción de forraje (producción en la época de estiaje, producción anual de materia seca, etc.); asimismo, se dejan dos o tres clones para evaluar producción de semilla, vigor, latencia y otros atributos de la semilla (Figura 8).

En este caso, también se particiona el forraje producido en componentes y se evalúa su calidad y digestibilidad *in situ* por componentes del forraje, frecuencias de corte en verano y por épocas del año en el trópico, entre otros. Esta información definirá los materiales que pasarán a la siguiente etapa. Los materiales se evalúan por dos años, al menos. En base a los resultados, se seleccionan en esta fase de tres a cinco materiales sobresalientes de los cuales se cosecha semilla para establecer superficies mayores y poder compartir con otros campos experimentales de la región de influencia, por ejemplo, aquellos situados en el trópico seco, húmedo o bien en el área de influencia de los Desiertos Chihuahuense y Sonorense, donde se inicie con la multiplicación y evaluación de los mismos materiales en ambientes similares. Estos materiales constituyen la Colecta Elite (Spagnoletti y Qualset, 1993; Laird, 1993).



**Figura 8. Parcelas experimentales en hileras para la evaluación agronómica y productiva de gramíneas (*Tripsacum* spp.) y leguminosas arbóreas (*Cajanus cajan* y *Moringa oleifera*) forrajeras. Foto: Sitio Experimental “El Verdineño”, Septiembre de 2012.**

**Fase 3.** Una vez multiplicados los materiales de la Colecta Elite, se sigue evaluando la Colecta Núcleo pero para atributos no fácilmente medibles y cuya evaluación necesita la interacción con especialistas de otras áreas de las ciencias vegetales y/o capacitación dirigida de los investigadores en forrajes participantes sobre: Análisis del crecimiento vegetal, morfogénesis del rebrote, fijación de nitrógeno, senescencia, recalcitrancia de la latencia, manejo del establecimiento de praderas en condiciones de ambientes adversos, marcadores moleculares y transformación genética, entre otros. Por ejemplo, los aspectos que actualmente se están trabajando en la colecta de pasto Banderita [ *B. curtipendula* (Michx.) Torr.], incluyen: respuesta en asociación con *Azospirillum*, calidad del forraje en hoja senescente, transformación genética para reducir la agregación/concentración y balance de lignina con el fin de incrementar la digestibilidad del forraje (Bernal *et al.*, 2012) y la caracterización del crecimiento al establecimiento de plántulas originadas de cariósipos de diferente tamaño (Hernández *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2012a; Quero *et al.*, 2012a).

Con el fin de evaluar la Colecta Núcleo y la Colecta Elite (la cual pretende dar pertinencia social rápidamente al trabajo de investigación), se debe plantear y jerarquizar la problemática de cada región, a la cual los recursos genéticos responderán (Cuadro 8). Una vez detectados y jerarquizados los problemas que se deben atender en la práctica, se puede continuar jerarquizando los problemas a largo plazo (de investigación básica) que pueden escudriñarse entre los recursos genéticos de la colecta base (Fase 4; Cuadro 9). Muchos de los estudios de la fase 4 pueden no ser de importancia visible para los

productores y usuarios de la tecnología; sin embargo, son de gran importancia a largo plazo para el mejoramiento de las oportunidades de mayor rentabilidad y profesionalización de los productores.

**CUADRO 8. DIVERSIDAD DE PROBLEMAS A SOLUCIONAR A PARTIR DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA POR REGIÓN FISIAGRÁFICA<sup>1</sup>.**

<b>Trópico seco</b>	<b>Trópico húmedo</b>	<b>Zonas áridas</b>
Sequía prolongada	Tolerancia a “sures”	Establecimiento de plántula
Baja calidad del forraje	Estacionalidad de la producción	Resistencia a sequía interestival
Producción en época de secas	Asociatividad con leguminosas	Producción en sequía
Asociatividad con leguminosas	Tolerancia a mosca pinta	Resistencia a frío
Germinación de semilla	Tolerancia a alta nubosidad	Senescencia de hoja
Disponibilidad de semilla	Menor temperatura de filocrón	Calidad de forraje
Costo de semilla	Tolerancia a inundación	Rendimiento
Baja calidad de forraje maduro	Tolerancia a plagas	Latencia de semilla
	Rendimiento de semilla	Vigor de plántula ante pastoreo excesivo

<sup>1</sup>. Un análisis debe ser realizado para cada región y basado en la experiencia de los investigadores locales, para definir las limitantes de la producción de mayor importancia, con el fin de responder rápidamente a las necesidades del productor.

**CUADRO 9. ESTUDIOS ESPECIALIZADOS PARA EL APROVECHAMIENTO PROFESIONAL DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORRAJEROS<sup>1</sup>.**

Organización con marcadores moleculares	Niveles de ploidía y relaciones filogenéticas	Tipos reproductivos (embriología)
Asociatividad con <i>Azospirillum</i>	Variabilidad en la senescencia de la hoja	Variabilidad en la calidad de la hoja senescente
Composición de lignina	Estructura foliar (anatomía de hoja)	Agregación de lignina
Calidad biológica de la unidad de dispersión	Tasas de renovación, vida media y senescencia de tallos	Dinámicas de crecimiento vegetal (tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento de cultivo y tasa de crecimiento relativo, entre otros)
Respuesta al pisoteo	Desarrollo de raíz	Tratamientos para eliminar latencia en la semilla

<sup>1</sup>. La variabilidad genética permite seleccionar para atributos de mayor productividad y estabilidad ecológica de la pradera. Una vez disponible, la limitante es la visión, calidad de los objetivos planteados y equipo (material y humano) disponible para escudriñar eficientemente (en tiempo y avances) la diversidad genética.

## CONCLUSIONES

- La evaluación sistemática de muestras representativas de la diversidad natural en especies forrajeras escasamente estudiadas, es fundamental para lograr avances sólidos y ecológicamente viables en la producción en pastoreo.
- En México, habrá que definir y no perder de vista, que las necesidades inmediatas y de mayor importancia para la producción en pastoreo y conservación de los recursos vegetales debe ser una constante en ejecución de experimentos con recursos genéticos forrajeros para pastoreo.
- La innovación tecnológica en forrajes para pastoreo extensivo ofrece avances sustanciales en producción, dado que éstos se encuentran lejos del límite biológico de producción.

## LITERATURA CITADA

- Abbo, S, S Lev-Yadun, and A Gopher. 2010. Agricultural origins: Centers and noncenters; a near eastern reappraisal. *Critical Reviews in Plant Sci.* 29: 317-328.
- Asay, KH. 1991. Contributions of introduced germplasm in the development of grass cultivars. In: HL Shands and LE Wiesner (eds.) *Use of Plant Introductions in Cultivar Development. Part 1.* CSSA Special Publication 17. Madison, WI, USA pp. 115-125.
- Bernal, FA, AR Quero C, ZW Yu, HA Zavaleta, ME Ortega C y P Pérez. 2012. Acumulación total de lignina entre ecotipos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., en tejido vascular foliar. In: *Memorias del III Congreso Internacional de Pastizales.* Zacatecas, Zac. pp 19-23.
- Berthaud, J. 2001. Apomixis and the management of genetic diversity. In: Y Savidan, JG Carman, and T Dresselhaus (eds.). *Apomixis. From Mechanisms to Genetic Engineering.* pp. 8-23.
- D'Antonio, CM and PM Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle and global change. *Ann. Rev. Eco. Syst.* 23: 63-87.
- Food and Agriculture United Nations Organization. FAO. 2012. Visitada en Septiembre 2012. <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-hemes/theme/seeds-pgr/it/>
- Hallauer AR, WA Russell and KR Lamkey. 1988. Corn Breeding. In: GF Sprague and JW Dudley (eds.) *Corn and Corn Improvement.* ASA-CSSA-SSSA Publisher. Agronomy Series 18. Third Ed. Madison, WI. pp. 463-554.
- Hanna, WW and WF Anderson. 2010. Development and impact of vegetative propagation in forage and turf Bermudagrasses. *Agronomy J (Centennial Supplement)* S-103-S-107.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science.* 162: 1243-1248.
- Hernández, GFJ, P Pérez, G García, ME Ortega, E Ramírez B, ME Carranco, AR Quero C y R Plascencia J. 2012. Siembra y establecimiento de cuatro gramíneas con diferentes métodos y

- unidades de dispersión. *In*: Memorias del III Congreso Internacional de Pastizales. Zacatecas, Zac. pp. 167-171.
- Hernández, GFJ, G García de los S, ME Ortega, P Pérez R y AR Quero C. 2012a. Tamaño de cariósipide y desarrollo de gramíneas para temporal. *In*: Memorias del III Congreso Internacional de Pastizales. Zacatecas, Zac. pp. 172-176.
- Hubber, O. 1987. Neotropical savannas: Their flora and vegetation. *Tree* 2 (3): 67-71.
- Laird, SA. 1993. Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development. *In*: Contracts for biodiversity prospecting. World Resources Institute, Washington, DC. pp. 99-130.
- Kellogg, EA. 2001. Evolutionary history of the grasses. *Plant Physiol.* 125 (3): 1198-1205.
- Morales, NCR. 2008. Metodología para la recolecta y conservación de germoplasma de plantas forrajeras en las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto Técnico No. 21. Sitio Experimental “La Campana”, INIFAP. Chihuahua, Chih. 21 p.
- Moser, LE, BL Burson, and LE Sollenberger. 2004. Warm season (C4) grasses. *Agronomy Series No. 45.* ASA, CSSA, SSSA. Madison, WI. pp. 1171p.
- Nowak, MA. 2012. Evolution. Why we help. *Scientific American.* July. 20-25.
- Reid, R and JR Lazier. 1979. Description of the collection site. *In*: Mott, G.O. (Ed.). Handbook for the collection, preservation and characterization of tropical forage germplasm resources. Cali, Colombia. CIAT. pp. 15-16.
- Quero, CAR, JF Enríquez Q y L Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. *Interciencia.* 32 (8): 566-571.
- Quero, CAR, JF Enríquez Q, CR Morales N, L Miranda J. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu* 1(1): 25-42.
- Quero, C, AR, A Hernández G, L Miranda J, J Pérez P y M Sánchez H. 2010a. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. *In*: ME

- Velasco, A Hernández G, RA Perezgrovas G y B Sánchez M (eds.) Los Forrajes y su Impacto en el Trópico. pp. 1-21. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis. ISBN: 978-607-00-3177-9.
- Quero, CAR, L Miranda J. 2012. Gramíneas forrajeras nativas de México: recolecta y aprovechamiento sistemático. *In: Memorias del III Congreso Internacional de Pastizales*. Zacatecas, Zac. 1182p.
- Quero, CAR, J Molina, L Miranda J y FJ Hernández G. 2012a. Beneficio de diásporas de Banderita y sus efectos en pureza y germinación. *In: Memorias del III Congreso Internacional de Pastizales*. Zacatecas, Zac. pp. 302-306.
- Spagnoletti, ZPL and CO Qualset. 1993. Evaluation of five strategies for obtaining a core subset from a large genetic resource collection of durum wheat. *Theor. and Applied Genetics* 87 (3): 295-304.
- Silva da, SC, D do Nascimento J y V Pacheco BE. 2008. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa: Suprema 2008. ISBN: 978-85-60249-23-7. Brasil. 115p.
- Thompson, AE, DA Dierig, and GA White. 1992. Use of plant introductions to develop new industrial crop cultivars. *In: HL Shands and LE Weisner (eds.) Use of Plant Introductions in Cultivar Development. Part 2. CSSA Special Publication 20*. Madison, WI, USA pp. 9-48.
- Villanueva – Ávalos, JF, CR Morales – Nieto, JF Enríquez – Quiroz, AR Quero – Carrillo, F Herrera – Cedano, R Jiménez – Guillen y M Silva – Luna. 2012. Manual para la recolección y conservación de germoplasma forrajero en México. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 20. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 46 p.

## **CAMPO EXPERIMENTAL SANTIAGO IXCUINTLA**

### **MC Luis Enrique Fregoso Tirado**

Director de la Unidad de Coordinación y Vinculación en Nayarit y Encargado de la Jefatura del Campo Experimental Santiago Ixcuintla

### **Ing. Eulises Javier Escobedo Rodríguez**

Jefe Administrativo

### **PERSONAL INVESTIGADOR**

Ing. Arturo Álvarez Bravo	Agrometeorología y Modelaje
M.C. Feliciano Gerardo Balderas Palacios	Plantaciones y sistemas agroforestales
Ing. Juan Carlos Baltazar Barajas	Arroz
Dr. Jorge Armando Bonilla Cárdenas	Leche
M.C. Aurelio Borrayo Zepeda	Carne de rumiantes
M.C. Jose De Jesús Bustamante Guerrero	Carne de rumiantes
M.C. Jesús Alberto Cárdenas Sánchez	Carne de rumiantes
M.C. Nadia Carolina García Álvarez	Frijol y Garbanzo
Dr. Rafael Gómez Jaimes	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra. Irma Julieta González Acuña	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ph.D. Isidro José Luis González Durán	Frutales
Dr. Luis Martín Hernández Fuentes	Sanidad Forestal y Agrícola
Ph.D. Filiberto Herrera Cedano	Pastizales y cultivos forrajeros
Ph.D. Guillermo Martínez Velázquez	Recursos Genéticos Pecuarios
Dra. Adriana Mellado Vázquez	Frutales
Ing. Yolanda Nolasco González*	Frutales e Inocuidad de Alimentos
Ph.D. Jorge Alberto Osuna García	Frutales e Inocuidad de Alimentos
M.C. José Antonio Palacios Fránquez	Salud Animal
M.C. María Hilda Pérez Barraza	Frutales
Ing. Raúl Plascencia Jiménez*	Recursos Genéticos
M.C. J. Vidal Rubio Ceja	Carne de rumiantes
Ph.D. Samuel Salazar García	Frutales
Ing. Roberto Sánchez Lucio*	Inocuidad de Alimentos
Ph.D. Mario Alfonso Urías López	Sanidad Forestal y Agrícola
M.C. Jesús Valero Garza	Inocuidad de Alimentos
Ph.D. Víctor Antonio Vidal Martínez	Maíz y Sorgo
Ph.D. José Francisco Villanueva Avalos	Pastizales y cultivos forrajeros
	* Realizan estudios de postgrado

## **COORDINADORES DE LA INFORMACIÓN**

Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez  
MC Luis Enrique Fregoso Tirado

## **EDICIÓN**

Ph. D. José Francisco Villanueva Ávalos

## **REVISIÓN TÉCNICA**

Dr. Luis Ortega Reyes  
Dr. Alfredo González Sotelo  
M.C. Manuel Silva Luna  
Ing. Pablo Montañéz C.

## **FORMACIÓN Y DISEÑO**

Ph. D. José Francisco Villanueva Ávalos

## **FOTOGRAFÍAS**

Ph. D. José Francisco Villanueva Ávalos  
Sitio Experimental “El Verdineño”

## **CODIGO INIFAP**

MX-0-310402-06-05-24-09-22

Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de Octubre del 2012 en Talleres Gráficos de Prometeo Editores S.A. de C. V., Libertad 1457, Col. Americana, Guadalajara, Jalisco. C.P. 44160. Tel. (33) 3826-2726

Su tiraje consta de 2000 ejemplares

## Directorio Institucional

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

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda**  
Secretario

**Dr. Everardo González Padilla**  
Coordinador General de Ganadería

**Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo**  
Subsecretario de Agricultura

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

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

**MSc. Jesús Antonio Berumen Preciado**  
Oficial Mayor

**Lic. Emeterio Carlón Acosta**  
Delegado de la SAGARPA en Nayarit

### INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES, FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**  
Director General

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

**MSc. Arturo Cruz Vázquez**  
Encargado de la Coordinación de Planeación y Desarrollo

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

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL PACÍFICO CENTRO

**Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez**  
Encargado de la Dirección Regional del CIRPAC  
y Director de Investigación

**MC. Primitivo Díaz Mederos**  
Director de Planeación y Desarrollo

**Lic. Miguel Méndez González**  
Director de Administración

**M.C. Luis Enrique Fregoso Tirado**  
Director de Coordinación y Vinculación del INIFAP en Nayarit y  
Encargado del Despacho de los Asuntos de la Jefatura del Campo  
Experimental Santiago Ixcuintla

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de investigación Disciplinaria, Centros  
de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental