



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

J. N. Márquez-Godoy^a, E. Ramírez-Segura^{b*}, O. G. Gutiérrez-Gutiérrez^a

Muchas tierras de pastoreo en zonas áridas y semiáridas presentan signos de sobrepastoreo, lo que ha provocado la degradación del suelo y la disminución de la cobertura vegetal. Los ecosistemas en estas áreas se caracterizan por la presencia de condiciones ambientales adversas como escasez de agua, temperaturas altas, suelos superficiales con una capa arable de 30 a 40 cm y pobres en nutrientes, lo que los vuelve entornos desafiantes para el establecimiento y proliferación de las especies forrajeras. Desarrollar programas de mejoramiento genético en especies forrajeras permite aprovechar y fijar características deseables a partir de un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura.

¿Qué es el mejoramiento genético?

El mejoramiento genético es el arte y la ciencia de incrementar el rendimiento o productividad, mejorar la calidad nutricional, la resistencia o tolerancia a agentes bióticos y abióticos adversos,

rango de adaptación de las especies domésticas o la belleza y calidad de sus productos, por medio de modificaciones del genotipo de los individuos.

¿De qué depende el método de mejoramiento genético a emplear?

Para seleccionar el método de mejoramiento a emplear, es importante conocer el tipo de reproducción que tiene la planta que se desea mejorar. Las gramíneas forrajeras y pratenses pueden dividirse en cuatro grupos:

1. Autógamas anuales
2. Alógamas anuales
3. Autógamas perennes
4. Alógamas perennes

Una planta alógama, es aquella que requiere polen de otra flor para fecundar su óvulo, mientras que las plantas autógamas, son aquellas en las que el polen y el óvulo provienen de la misma flor.

^aInstituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa C. P. 80398, México. ^bCentro Nacional de Investigaciones Disciplinaria en Agricultura Familiar (CENID-AF), Ojuelos, Jalisco, México. Correspondencia: ramirez.edith@inifap.gob.mx



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS



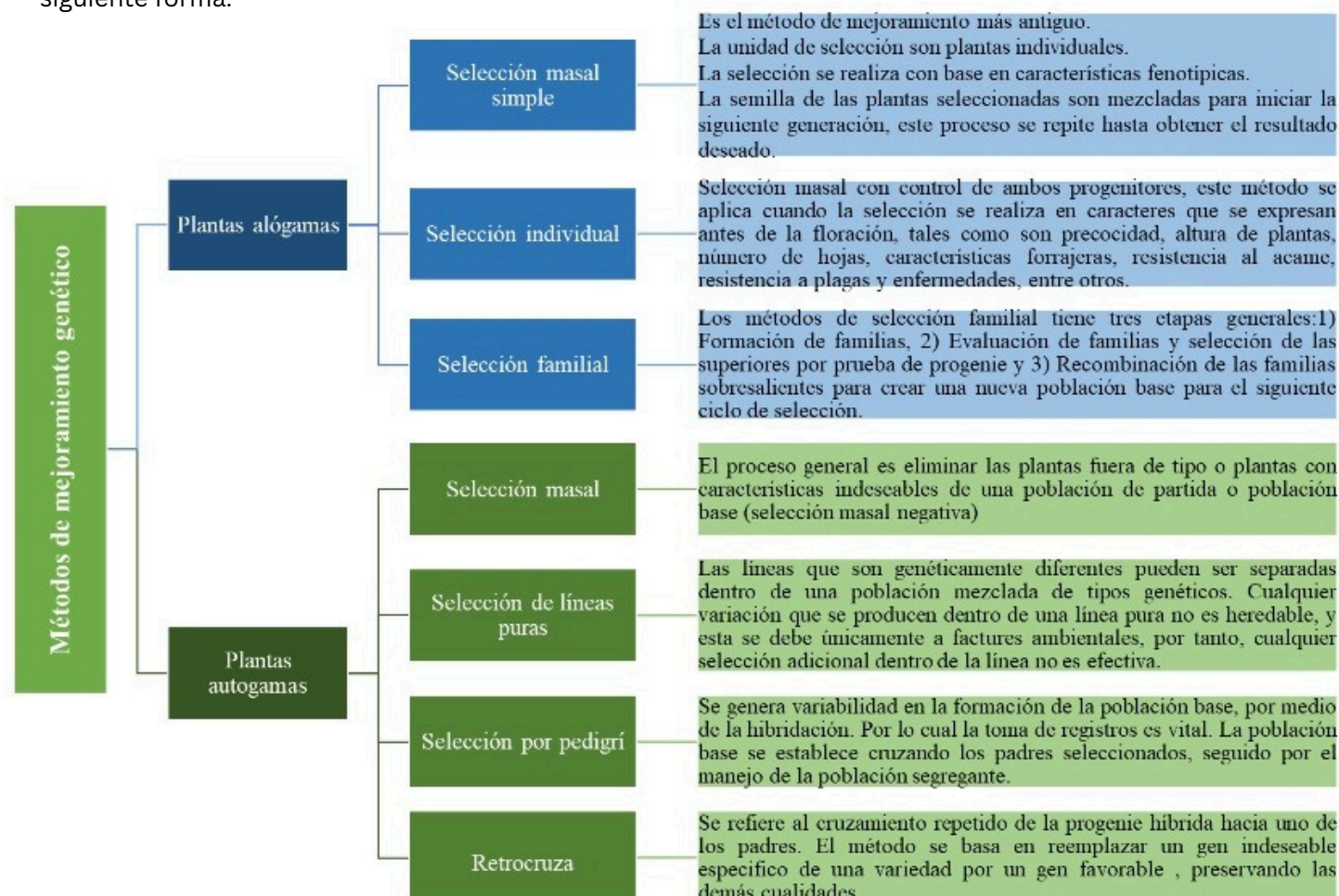
Figura 1. A) Zacate búfalo (*Bouteloua dactyloides*), B) Navajita azul (*B. gracilis*).

Las plantas alógamas se caracterizan por ser dioicas, como el Zacate búfalo (*Bouteloua dactyloides*; Figura 1A) donde existen plantas hembras y machos,

presentan polinización cruzada por viento, insectos, agua, entre otros. como es el caso de Navajita azul (*B. gracilis*; Figura 1B), además de ser auto incompatible, es decir, es aquella que, a pesar de ser hermafrodita (con órganos femeninos y masculinos en la misma flor), no puede producir semillas a través de la autopolinización, y por ello no puede fertilizarse a sí misma con su propio polen, este mecanismo evolutivo promueve y aumenta la diversidad genética de las especies. Por otro lado, en plantas autogamas predomina la autofecundación, prevalencia de líneas puras, poblaciones naturales mezclas de líneas puras, la homocigosis se alcanza en pocas generaciones (contadas a partir de la hibridación).

¿Cuáles métodos de mejoramiento genético existen?

Según la genética clásica los principales métodos de mejoramiento genético, se pueden agrupar de la siguiente forma.





MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

El método de mejoramiento a emplear dependerá del objetivo a cumplir, por ejemplo, para las especies destinadas al pastoreo “directo” las características deseadas están enfocadas en la resistencia al pisoteo por parte del ganado, rápido rebrote, continuo y uniforme, además de sistemas radicular fuerte, a fin de evitar que sea arrancado por el ganado. Sin embargo, si se trata de especies destinadas al establecimiento de praderas de siega se busca que las plantas presenten porte erecto. Aunque, de manera general en cualquier especie forrajera se busca la resistencia a enfermedades, ya que la presencia de estas repercute en el rendimiento y calidad del forraje, incluso algunas, pueden ocasionar trastornos en la salud animal; además se busca producción uniforme de biomasa y semilla, y buena calidad nutrimental.

En forrajes los métodos más comúnmente empleados son el mejoramiento por selección y por cruzamiento.

Mejoramiento por selección. Este método incluye la elección de entre muchos individuos y está orientado en la selección del o los ejemplares que reúnan la mayor cantidad posible de atributos forrajeros, de acuerdo al objetivo del investigador o productor. Esta metodología se emplea en los casos donde la población vegetal presenta variabilidad.

1. Selección masal. Es el método de mejoramiento más fácil y rápido de realizar, consiste en elegir de una población heterogénea la mayor cantidad posible de individuos que presenten el o los atributos deseados. La semilla recogida se mezcla y se siembra en la parcela, en ella se recoge la semilla de los mejores individuos, se mezcla y se siembra en una nueva parcela. Esta acción se repite por varios años hasta obtener una población homogénea que presente los caracteres deseados. Este método se aplica, mayormente a plantas alógamas (Figura 2).

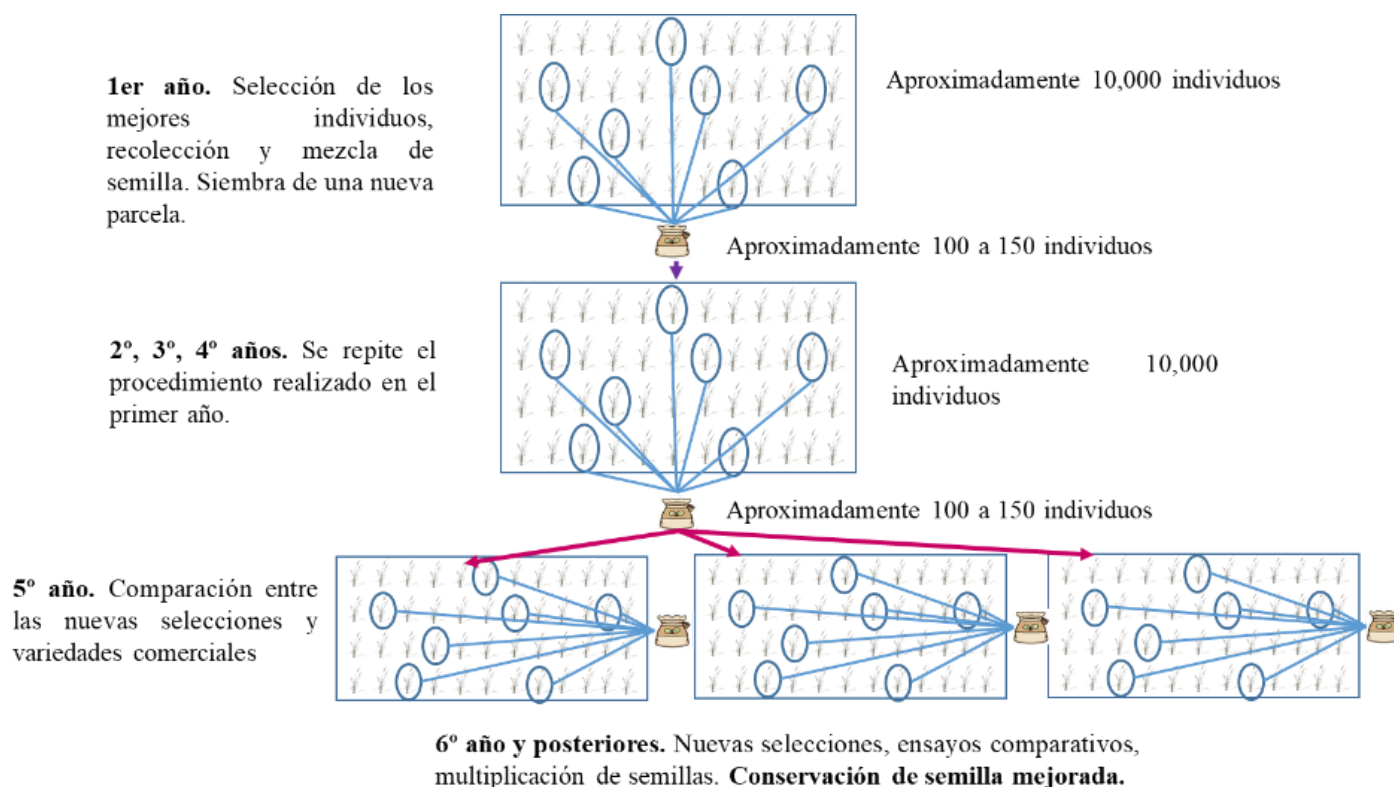


Figura 2. Selección masal.



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

Selección individual: consiste en seleccionar plantas aisladas y en la evaluación de la descendencia de cada una de ellas. En plantas alógamas las progenies aisladas se vuelven a elegir, pero solo en los individuos que presenten el atributo deseado. En plantas autógamas se conservan y se reproducen muestras uniformes de la mayoría de plantas seleccionadas que reúnen el atributo deseado y otros que sean favorables al objetivo planteado. Se puede aplicar tanto a plantas anuales como perennes, así como alógamas y autógamas, en el caso de estas últimas se puede aplicar solo cuando la población está constituida por individuos de diferente genotipo dentro de la misma especie (Figura 3).

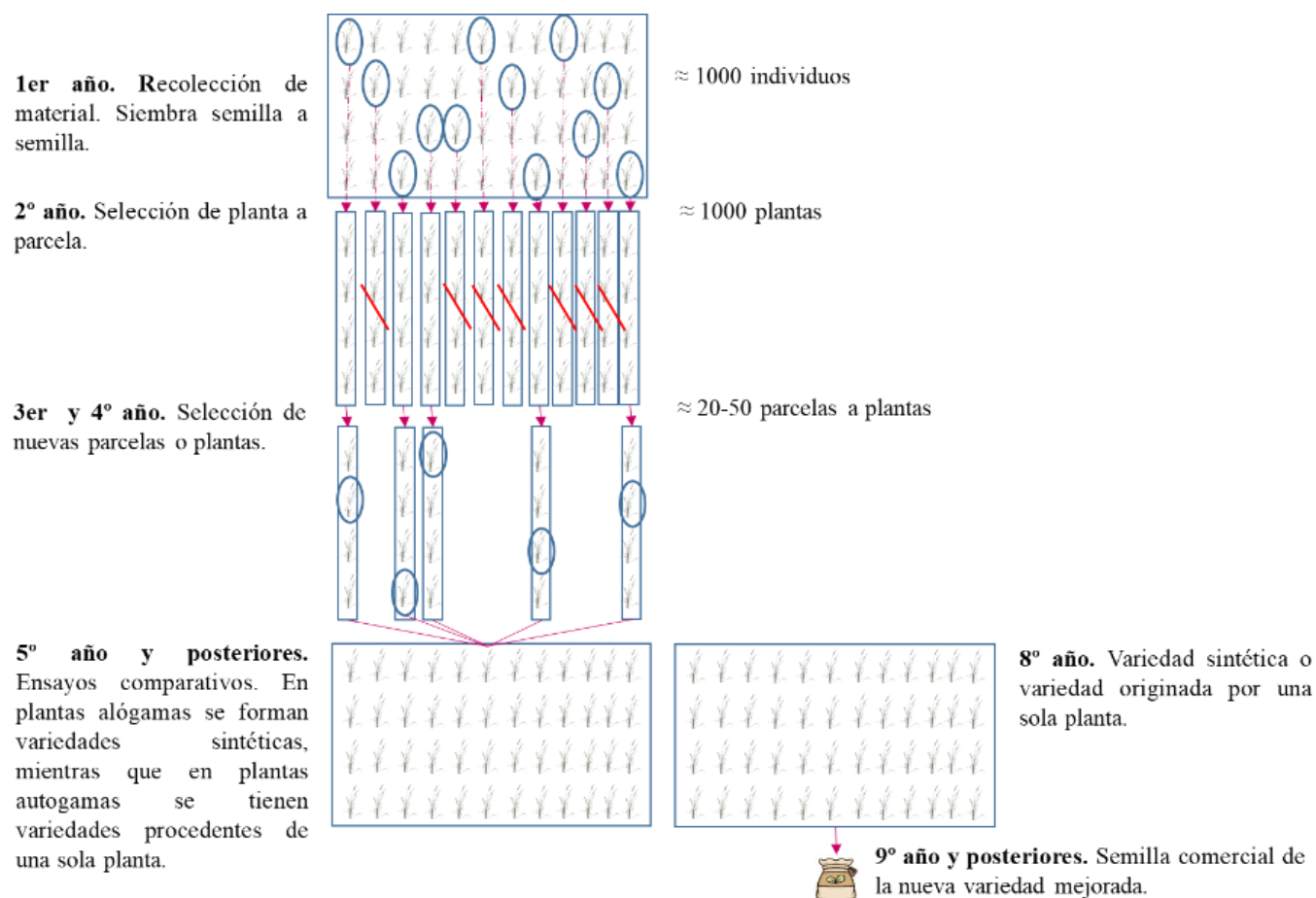


Figura 3. Selección individual.

Mejoramiento por cruzamientos. Este método es empleado cuando se busca conseguir nuevas variaciones, ya que ofrecen la posibilidad de obtener nuevos tipos, es decir una nueva población heterogénea en la que puedan aplicarse otra vez los métodos de selección. Con los métodos de cruzamiento controlado se busca reunir en un solo individuo los atributos de interés que tienen los progenitores.

- 1. Polinización controlada:** es una técnica más dirigida que se emplea para cruzar diferentes líneas genéticas o especies vegetales, con el fin de combinar características genéticas deseables de ambos progenitores. En gramíneas forrajeras, este método implica aislar a las plantas seleccionadas para evitar la polinización cruzada no deseada y realizar una transferencia manual o controlada. Este método es esencial para obtener híbridos que combinen características como mayor productividad de forraje, mejor valor nutricional o resistencia a condiciones adversas.



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

El método más rápido de polinización de las gramíneas alógamas es el llamado “de aproximación” y consiste en encerrar juntas en una bolsa de papel la inflorescencia del progenitor femenino y masculino, en el momento de comenzar la antesis de esta última. De manera individual con ayuda de unas pinzas se saca la antera de la inflorescencia masculina y se coloca sobre el estigma de la florecilla femenina, es importante que el polen este maduro para garantizar la polinización. Esta técnica se puede emplear tanto en autógamas como en alógamas.

Ya se han descrito los métodos de mejoramiento más empleados en pastos, sin embargo, en los últimos años se han propuesto nuevos métodos donde se emplean técnicas moleculares para la generación de nuevos individuos.

Dentro de las técnicas utilizadas destacan la variación somaclonal, transgénesis, selección asistida por marcadores, transgénesis o edición génica (CRISPR/Cas9). En México uno de los métodos más utilizados ha sido la mutagénesis inducida, a continuación, se describen los ejemplos sobresalientes.

Mutagénesis Inducida: es una técnica avanzada que genera variabilidad genética mediante la exposición de semillas a radiación gamma a través de agentes mutagénicos como Cobalto 60. Estas mutaciones pueden dar lugar a nuevas variedades genéticas con características mejoradas que no estaban presentes en las poblaciones originales. La mutagénesis es especialmente útil cuando se busca introducir nuevos rasgos en un menor tiempo (Figura 4).

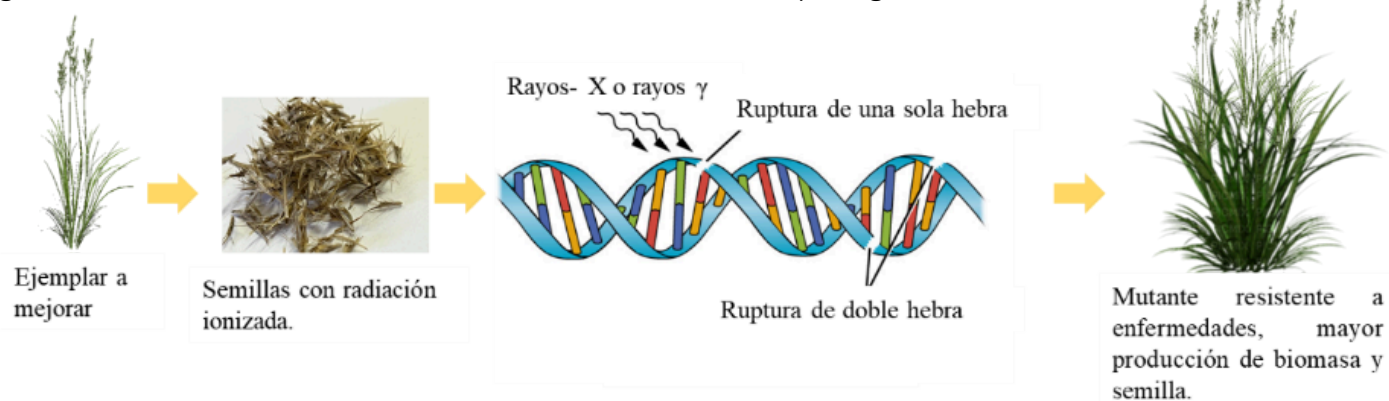


Figura 4. Mutagénesis inducidas en gramíneas

¿Qué aspectos han buscado mejorar los investigadores?

Las investigaciones desarrolladas en México se han enfocado en generar variedades con plasticidad y elevado potencial productivo de biomasa, principalmente hojas. Álvarez-Holguín et al. (2022a) evaluaron mutantes de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) generados a partir de mutagénesis inducida a través de radiación gamma. El mutante denominado “200-7” mostró 22.4 menos estomas por mm² que el testigo, convirtiéndolo en un mutante con baja densidad estomática, lo que presenta una baja tasa de transpiración, lo cual les confiere una mejor respuesta ante el estrés hídrico.

Otra línea de investigación está enfocada en mejorar la calidad nutricional de las gramíneas, esto es importante debido a que en zonas áridas y semiáridas la disponibilidad de especies forrajeras nutritivas para el ganado puede ser limitada. Álvarez-Holguín et al. (2022b) evaluaron la calidad del forraje de mutantes de pasto africano (*Eragrostis lehmanniana* Nees) producidos con irradiación gamma, esta especie se caracteriza por ser una planta invasora y de baja aceptación por el ganado.



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

Sin embargo, estos investigadores encontraron que los mutantes presentaban menos cantidad de lignina (de 36 hasta 68 %) y mayor contenido de proteína cruda (entre 16 y 20 %) en comparación con el testigo. Por otro lado, Corrales-Lerma et al. (2022) generaron y evaluaron la primera generación de mutantes de pasto rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka], especie de mal valor forrajero, y encontraron que el mutante “250-10” presentaba 1.2 % menos de lignina y aproximadamente un 2 % más proteína en comparación con el testigo durante la etapa de crecimiento. A pesar de ser especies clasificadas invasoras de México por su capacidad para establecerse y suprimir especies nativas en pastizales áridos y semiáridos; es importante realizar estudios que permitan mejorar el aprovechamiento de estas especies en los

agostaderos. Sin embargo, es preferible seleccionar especies nativas para promover la sostenibilidad, resiliencia y la biodiversidad a largo plazo del ecosistema.

¿Qué variedades de pastos hay disponibles en México para zonas áridas y semiáridas?

Diversos investigadores han trabajado durante décadas en la generación de variedades de pastos que se adapten a zonas áridas y semiáridas. En el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (2023), se muestran las variedades disponibles en México (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variedades de gramíneas disponibles para pastizales áridos y semiáridos de México.

Nombre común	Nombre científico	Variedad generada	Características
Navajita†	<i>Bouteloua gracilis</i>	Cecilia, Alma	Resistencia a la sequía, y buena calidad de forraje
Banderita†	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Niner, Vaughn, El Reno, Banderita Diana, NdeM-La Zarca, NdeM-La Resolana, NdeM-5, NdeM-125, NdeM-303, NdeM-417, NdeM-Zenit, Herguz, La campana, Chihuahua.	Alta producción de forraje y germinación
Buffel‡	<i>Cenchrus ciliare</i>	Buffel Regio, Nueces, Atracón, Milenio, Pantaleón, Retobón, Titán, Torzón, Triaclón.	Tolerancia a la sequía y rápido establecimiento
Klein‡	<i>Panicum coloratum</i>	Klein 188	Adaptabilidad y producción de forraje buena
Llorón‡	<i>Eragrostis curvula</i>	Llorón Imperial	Tolerancia a la sequía y rápido establecimiento
Garrapata‡	<i>Eragrostis superba</i>	Hércules	Tolerancia a la sequía y rápido establecimiento

† Especies nativas de zonas áridas y semiáridas de México; ‡ especies exóticas y naturalizadas en México.

En México la forma de comercializar la semilla de pastos es a través de espigas y espiguillas y el desarrollo de plántulas durante los primeros días de germinación de las especies nativas e introducidas presentes en zonas áridas y semiáridas de México (Figura 5).



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS



Figura 5. Espiguillas y plántulas de pasto a) navajita, b) banderita, c) buffel, d) klein, e) llorón, f) garrapata.

Conclusión

El uso de especies mejoradas puede contribuir al éxito en los programas de rehabilitación de ecosistemas perturbados, por lo tanto, hacer un uso eficiente de los métodos de selección, mejoramiento genético y técnicas que incrementen la producción y calidad de forraje, se alcanzará la sostenibilidad de estos ecosistemas.



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS

Referencias

- Álvarez-Holguín, A., Morales-Nieto, C. R., Corrales-Lerma, R., Prieto-Amparán, J. A., Iracheta-Lara, I. Z., & Hernández-Quiroz, N. S. (2022a). Genetic structure and environmental aptitude of sideoats grama [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] populations in Chihuahua, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(3), 830–845. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i3.5730>
- Álvarez-Holguín, A., Morales-Nieto, C. R., Avendaño-Arrazate, C. H., Corrales-Lerma, R., Villarreal-Guerrero, F., & Gil-Vega, K. (2022b). Phenotypic and genetic variability induced by gamma irradiation in wilman lovegrass *Eragrostis superba* (peyr.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(1), 55–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2022.1.55>
- Corrales-Lerma, R., Morales-Nieto, C. R., Avendaño-Arrazate, C. H., Álvarez-Holguín, A., Martínez-Salvador, M., & Villarreal-Guerrero, F. (2022). Gamma radiation on seeds of natal grass [*Melinis repens* (Willd.) Zizka] induced plant's morphological and nutritional variability. *PLoS ONE*, 17(7), 1–13. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0270935>
- Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2023. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. <https://www.gob.mx/snics/es/articulos/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-cnvv-2023>

El contenido de este artículo es responsabilidad de el o los autores del mismo.

Fecha de recepción del artículo: 5 de marzo de 2025

Fecha de publicación del artículo: 21 de mayo de 2025

Te invitamos a que te unas a nuestras redes sociales:



IYRP  NORTH AMERICA
INTERNATIONAL YEAR OF RANGELANDS AND PASTORALISTS



2026