

Artículo:

## Morfología de cariósides de pastos forrajeros nativos de zonas áridas y semiáridas de México

## Morphology of caryopses of native forage grasses from arid and semi-arid zones of Mexico

Jaime Neftalí Márquez-Godoy<sup>1</sup>, Edith Ramírez-Segura<sup>2\*</sup>, Jonathan Raúl Garay-Martínez<sup>3</sup>, Carlos Alberto Aguirre-Gutiérrez<sup>2</sup>, Daniel García-Cervantes<sup>4</sup>

**Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social**

Recibido: 01 de abril de 2025  
Aceptado: 30 de abril de 2025  
Publicado: 08 de mayo de 2025

Publicación continua editada por el **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N  
Col. La Morita  
C.P. 92100  
Tantoyuca, Veracruz, México.  
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:  
[revistadigital@itsta.edu.mx](mailto:revistadigital@itsta.edu.mx)

Sitio WEB  
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003  
Reserva de derechos al uso exclusivo  
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:  
**Dr. Horacio Bautista Santos**

**Copyright:** Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar (CENID-AF), Ojuelos, Jalisco, México.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México.

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria, Zacatecas, México.

\* Autor corresponsal: [ramirez.edith@inifap.gob.mx](mailto:ramirez.edith@inifap.gob.mx)

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue evaluar la morfología de cariósides de trece especies de pastos forrajeros, 10 especies nativas y tres introducidas y naturalizadas en México, cosechados durante un año con presencia de sequía. Una problemática común en la recuperación de los pastizales de zonas áridas y semiáridas es la falta de información respecto a la calidad de semilla comercial y la morfología de esta. En los propágulos cosechados se midió el largo, ancho y grosor, además del número de cariósides contenidas en 100 espiguillas y con ello se estimó el número de cariósides por kilogramos. Se observó que las especies de pastos nativos, naturalizados e introducidos de zonas áridas y semiáridas de México presentaron diferencias morfológicas en largo, ancho y grosor de las cariósides. La semilla de pasto Banderita presenta la mayor longitud con de 2.8 mm, 0.8 mm de ancho y 0.4 mm de grosor, seguido de zacate grama y pasto navajita, las cariósides de estas especies presentan forma de dedo. Las cariósides más pequeñas se observaron en zacate llorón y pasto rosado con 1.0 y 0.9 mm de largo, respectivamente. El pasto Llorón variedad Boher, zacate lobero y grama son las especies que presentaron mayor número de cariósides kilogramo (superior a los 6 millones kg<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** Calidad física, establecimiento, método de siembra, semilla verdadera.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the caryopsis morphology of thirteen forage grass species, 10 native and three introduced and naturalized in Mexico, harvested during a drought-stricken year. A common problem in the recovery of grasslands in arid and semi-arid zones is the lack of information regarding the quality and morphology of commercial seed. The length, width, and thickness of the harvested propagules were measured, as well as the number of caryopses contained in 100 spikelets, and the number of caryopses per kilogram was estimated. It was observed that native, naturalized, and introduced grass species from arid and semi-arid zones in Mexico showed morphological differences in caryopsis length, width, and thickness. The seed of sideoat grama has the greatest length at 2.8 mm, 0.8 mm wide, and 0.4 mm thick, followed by grama grass and blue grama; the caryopses of these species are finger-shaped. The smallest caryopses were observed in weeping lovegrass and rose natal grass, with 1.0 and 0.9 mm long, respectively. Weeping lovegrass Boher variety, wolftail grass, and grama grass were the species that had the highest number of caryopses per kilogram (more than 6 million kg<sup>-1</sup>).

**Keywords:** establishment, physical quality, sowing method, true seed.

## Introducción

Los pastos forrajeros son una fuente importante de alimento para los animales herbívoros en pastoreo. Dentro de la biología reproductiva de las gramíneas, el cariósido o semilla verdadera desempeña un papel fundamental, ya que es la estructura encargada de garantizar la propagación y el establecimiento de los nuevos individuos (López-Solano y Blanco-Contreras, 2024). La cariósido se puede definir como un fruto seco en el que la semilla está unida al pericarpio y presenta variaciones morfológicas entre especies y variedades de pastos. La morfología de la cariósido incluye características como: tamaño, peso, forma y textura, influyen directamente en procesos clave como la germinación, emergencia de plántulas y la adaptación a condiciones climáticas específicas (García-Rodríguez *et al.*, 2018). Por esta razón, estudiar las diferencias morfológicas en la cariósido de pastos forrajeros no solo es relevante desde el punto de vista botánico, sino también práctico, ya que puede optimizar las prácticas de siembra y mejorar el establecimiento del ecosistema (Hernández-Guzmán *et al.*, 2021).

Sin embargo, uno de los principales desafíos en el establecimiento de pastos forrajeros es la variabilidad en la calidad de la semilla, lo que puede derivar en una germinación irregular y bajo establecimiento de plántulas (Ramírez-Segura, 2023). Esta problemática se agrava en regiones con condiciones climáticas desafiantes, como sequías, temperaturas altas y suelos degradados (Zhu *et al.*, 2007), donde la selección de semillas con características morfológicas adecuadas puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso al establecimiento del pastizal a recuperar.

Investigaciones previas han demostrado que la morfología de la carióspside está estrechamente relacionada con su capacidad de germinación, producción y establecimiento. Hernández-Guzmán *et al.* (2021) estudiaron la influencia de dos tamaños de carióspsides (chico de 0.59 mm y grande de 0.70 mm) para las especies de Banderita (*Bouteloua curtipendula*) y Buffel (*Pennisetum ciliare*), así como navajita (*Bouteloua gracilis*) que presentaban un tamaño de carióspside chico de 0.42 mm y grande de 0.59 mm, con relación a su producción, área foliar y germinación. Estos autores encontraron que en pasto banderita un mayor tamaño de la carióspside (0.70 mm) aumenta la germinación un 35 % y un 47 % para pasto navajita. Por otra parte, Ramírez-Meléndez *et al.* (2020) concluyeron que carióspsides de tamaño grande en *B. curtipendula* es importante para generar mayor producción y mejor establecimiento. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han centrado en especies específicas y existe un vacío de información sobre la variabilidad morfológica entre diferentes géneros y especies de pastos forrajeros, así como su impacto en el establecimiento.

Al identificar y caracterizar las diferencias morfológicas en las carióspsides de diversas especies, se podrán establecer recomendaciones técnicas más precisas, como la selección de semillas adecuadas para condiciones específicas y densidad de siembra. Por tal motivo, se pueden reducir pérdidas por establecimiento, minimizar el uso de recursos como el agua y al mismo tiempo promover una mayor uniformidad en el crecimiento de pastos forrajeros. Comprender estas diferencias puede tener implicaciones en el mejoramiento genético, al identificar características deseables que podrían ser seleccionadas y utilizadas en programas de mejoramiento de semillas. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar la morfología de carióspside de diferentes especies de pastos forrajeros de zonas áridas y semiáridas de México.

## **Materiales y métodos**

La colecta de propágulos se realizó en los pastizales y áreas aledañas al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar (CENID-AF) del INIFAP, ubicado en el municipio de Ojuelos Jalisco, coordenadas 21° 46' 55" norte y 101° 36' 39" oeste, a 2,230 m. De acuerdo con IIEG (2021), el municipio tiene un clima semiárido templado, temperatura media anual es de 13.9 °C; temperatura mínima y máxima promedio oscila entre los 5.6 °C y 27.4 °C, respectivamente. La precipitación media anual es de 594 mm, sin embargo, para el año 2022 se registró una precipitación pluvial acumulada de 235 mm, lo que indica que se presentó una sequía durante este año.

Los propágulos se cosecharon durante los meses de noviembre y diciembre del 2022, corresponden a 13 especies de gramíneas forrajeras (Tabla 1), cada una fue considerada como un tratamiento, que incluyeron racimos, espigas, espiguillas y cariósides. En los diversos propágulos cosechados se evaluó su calidad física y fisiológica. La muestra de trabajo para cada especie se obtuvo a partir de las muestras de diásporas colectadas, se homogenizó y redujo por método manual de mitades hasta lograr una muestra de trabajo de 6.0 g de cada una. La muestra de trabajo se limpió hasta obtener ramillas y espiguillas, sin pedúnculo floral, posteriormente, por escarificación física se obtuvieron las cariósides (Cs; ISTA, 2016). De cada tratamiento se obtuvieron cuatro repeticiones de 50 cariósides para conocer sus dimensiones morfológicas, con vernier digital (Mitutoyo, resolución 0.0005 pulgadas, modelo 16.2-500-197-30) se midió el largo, ancho y grosor. También se contabilizó el número de cariósides en 100 diásporas. De cada especie, se tomaron al azar cuatro repeticiones de 100 diásporas (ramillas y espiguillas), se eliminaron glumas, lema y pálea por escarificación física, limpieza sobre tapete de caucho corrugado, hasta obtener las Cs, se contó el número de Cs presentes por repetición y los resultados fueron expresados en porcentaje, se pesaron y con los datos se estimó el número de semillas por kilogramo.

**Tabla 1. Especies de pastos nativos, naturalizados e introducidos en zonas áridas y semiáridas de México.**

Origen	Nombre común	Nombre científico
	Navajita azul	<i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths
Nativas de México	Navajita velluda	<i>Bouteloua hirsuta</i> (Kunth) Scribn
	Pasto banderita o banderilla	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.
	Liendrilla roja	<i>Bouteloua scorpioides</i> Lag
	Zacate lobero	<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus sin. <i>Lycurus pheoides</i>
	Gramma	<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth
	Gigante	<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M. Peterson & N. Snow sin. <i>Leptochloa dubia</i> Kunth
	Klein	<i>Panicum coloratum</i> L.
	Popotillo plateado	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter
Introducidas y naturalizadas en México	Zacate llorón	<i>Eragrostis curvula</i> (Schrader) Nees. sin <i>Eragrostis chloromelas</i> Steud.
	Boer	<i>Eragrostis curvula</i> (Schrader) Nees. var. Boer
	Pasto garrapata	<i>Eragrostis superba</i> (Peyr)
	WWW-B-dhal	<i>Bothriochloa bladhii</i> (Retz.) S. T. Blake

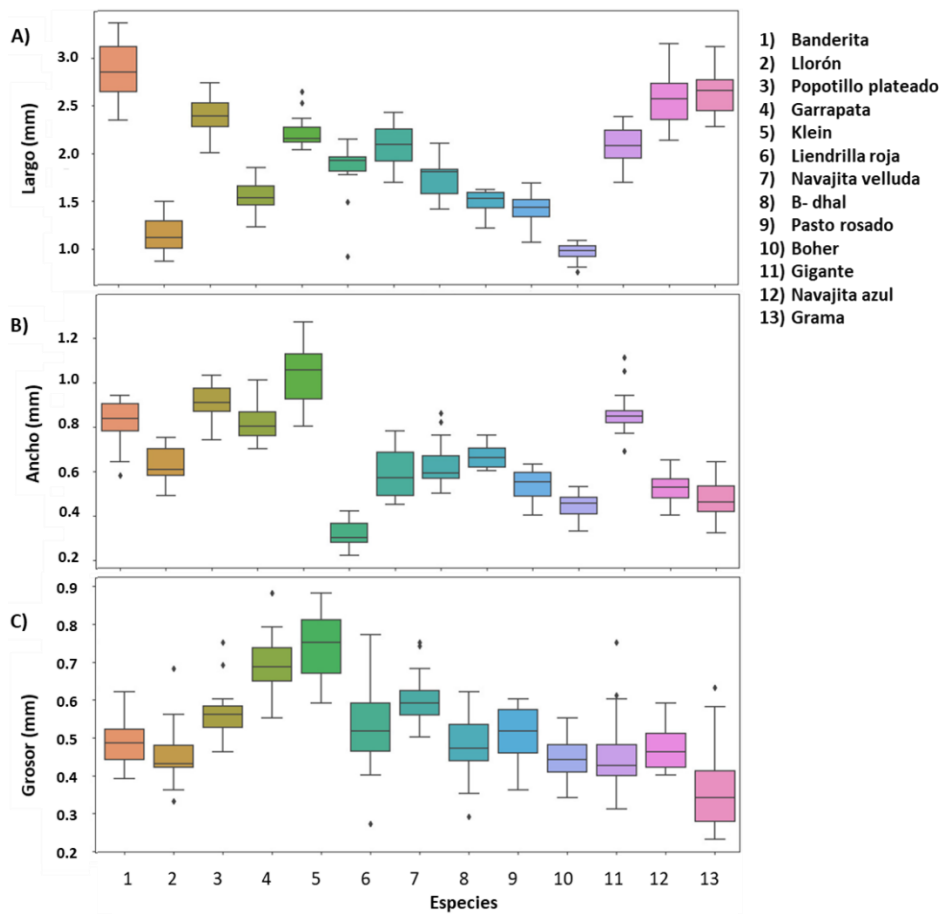
Todos los datos se analizaron con RStudio (R version 4.2.2 Copyright (C) 2022 The R Foundation for Statistical Computing). Se verificó la normalidad y homogeneidad de varianza de los datos de cada variable, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) para separar las medias.

## Resultados y discusión

Los análisis de las dimensiones (largo, ancho y grosor) de una cariósida (“semilla verdadera”) de 13 especies de pastos presentes en las zonas áridas y semiáridas de México se muestran en la Figura 1. Los resultados mostraron que la semilla más grande fue la del pasto Banderita con un promedio de 2.8 mm de largo, 0.8 mm de ancho y 0.4 mm de grosor (Figura 2), seguido de zacate grama y pasto navajita con 2.6 y 2.5 mm de largo, 0.3 y 0.5 mm de ancho, y 0.4 y 0.5 mm de grosor, respectivamente, por lo que estas especies presentan forma de dedo. Mientras que las cariósidas más pequeñas pertenecen al zacate llorón y pasto

rosado, especies introducidas y naturalizadas en México, con 1.0 y 0.9 mm de largo, respectivamente (Figura 1 y 2).

Lo anterior muestra lo pequeño que es la “semilla verdadera” de los pastos que predominan en el árido y semiárido de México, en promedio las especies tienen dimensiones de 1.9, 0.7 y 0.5 mm de largo, ancho y grosor, lo que deja claro la importancia de realizar una buena preparación del terreno y explica porque estas semillas se comercializan en forma de espigas y espiguillas, colectadas en su mayoría a orillas de carretera o caminos (Álvarez-Vázquez *et al.*, 2022).



**Figura 1. Largo, ancho y grosor de cariósides de trece especies de pastos forrajeros presentes en zonas áridas y semiáridas de México.**



**Figura 2. Cariópside vista en estereoscopio de: A) banderita, B) navajita azul, C) gigante, D) buffel, E) Klein, F) Liendrilla roja, G) zacate llorón, respectivamente. Pasto banderita es la especie que presenta mayor tamaño (3 mm).**

En gramíneas, la calidad física de la semilla depende principalmente del genotipo y, en menor medida, del tamaño de esta, sin embargo, este último parámetro afecta el peso de mil semillas (P1000S), longitud, ancho y espesor de esta (Pérez *et al.*, 2006). El P1000S permite conocer y estimar el número de semillas presentes por kilogramo, que difiere de acuerdo al tipo de propágulo a utilizar en las resiembras, si se utiliza en greña (ramillas, espigas o espiguillas) se tiene gran volumen ocasionado por las glumas, lemas, paleas y aristas presentes de acuerdo a cada especie, en contraste a la utilización de cariósides, semilla botánica, donde existe una elevada cantidad de semilla presente por kilogramo. Esta cantidad es variable según la especie ya que cada cariópside difiere en forma, tamaño (morfología) y acumulación de reservas en el endospermo. Considerando lo anterior, se puede estimar la densidad de [siembra semilla pura viable (SPV); kg ha<sup>-1</sup>], que, en conjunto con una correcta preparación del terreno, harán exitoso el establecimiento y/o resiembra (Quero *et al.*, 2014; León *et al.*, 2018). La calidad de grano está relacionada con la disponibilidad de humedad del suelo y el déficit hídrico, que ocasionan reducción del tamaño de la semilla (Romero-Félix *et al.*, 2019) por ello es importante cuidar las condiciones de humedad durante la producción de semilla de pastos. Báez *et al.* (2024) reportaron que la dosis de vermicomposta tiene efecto en el peso del grano de maíz, encontrando que dosis de 300 g L<sup>-1</sup> de vermicomposta puede incrementar hasta un 21% el peso del grano de maíz comparado con la dosis de 100 g L<sup>-1</sup>. Lo anterior puede representar una opción para los ganaderos y usuarios del pastizal interesados en restaurar áreas degradadas.

En zonas áridas y semiáridas de México existe gran diversidad genética de especies nativas y endémicas de estas zonas, sin embargo, existe escases de producción de semillas de pastos nativos, lo que ocasiona un elevado precio en el mercado nacional. La resiembra es una

técnica que consiste en esparcir semillas de especies forrajeras en áreas donde ya hay pastizales con el fin de mejorar la diversidad vegetal, recuperar pastizales antiguos o reponer plantas perdidas (Morales *et al.*, 2009; Quero *et al.*, 2014). Aunque la resiembra, se considera una práctica de alto costo y riesgo, es una opción para rehabilitar aquellos pastizales o matorrales deteriorados. Estos ecosistemas pueden proporcionar servicios ambientales, principalmente captura de carbono para mitigar el cambio climático. Sin embargo, la mayoría de las resiembras para la recuperación de pastizales siguen mostrando bajo éxito al establecimiento. Este resultado se debe al tipo de semilla comercial empleada la cual está compuesta por diversas brácteas accesorias (glumas, lemas, paleas, además de aristas, tricomas y elongación de nervaduras presentes en las glumas) que cubren la carióspside o semilla verdadera (Morales *et al.*, 2009; Quero *et al.*, 2014; Garduño *et al.*, 2015, Ramírez *et al.*, 2022; López *et al.*, 2023).

Para muchas de las especies aquí reportadas se desconoce el número de semillas presentes por kilogramo. En el Tabla 2 se reportan la cantidad de semilla estimada por kilogramo de las trece especies de pastos forrajeros evaluados. El pasto Llorón variedad Boher, zacate lobero y grama son las especies que presentaron mayor número de carióspsides kilogramo (superior a los 6 millones  $\text{kg}^{-1}$ ) debido a la morfología de los mismos; en ninguna de las especies, la longitud, ancho y grosor del Cs es mayor a un milímetro (datos no reportados en este artículo), mientras que, las especies con menor número de Cs por kilogramo fueron pasto banderita y popotillo plateado, ambas especies tienen como característica presentar una longitud de Cs cercana a los 3 mm. En este sentido, el pasto Llorón se desarrolla bien en las zonas áridas y semiáridas de México, en condiciones de riego se tiene registro de 6,916,000 Cs  $\text{kg}^{-1}$  contabilizados a partir de semilla escarificada (Beltrán *et al.*, 2018).

**Tabla 2. Número de carióspsides contenidas en 100 espiguillas y en kilogramos de trece especies de pastos presentes en zonas áridas y semiáridas de México.**

Especie	Carióspsides en 100 espiguillas	Número de carióspsides $\text{kg}^{-1}$
Navajita	12.80c	3,846,154
Navajita velluda*	751.60a	3,125,000
Banderita	40.80c	1,492,537
Liendrilla roja	30.80c	3,333,333
Zacate lobero	49.00c	7,692,308

Gigante	83.60c	2,325,581
Gramma	26.60c	6,666,667
Garrapata*	642.40b	3,333,333
Klein	18.60c	2,941,176
B-dhal	23.20c	4,545,455
Llorón	33.60c	3,703,704
Popotillo plateado	18.00c	1,282,051
Boher	13.200c	10,000,000

Medias con literales iguales en la misma columna no son significativamente diferentes ((Tukey;  $\alpha = 0.05$ ). \*La unidad de dispersión utilizada en estas especies fueron racimos.

Quero *et al.* (2016) menciona que estableció praderas en dos sitios del Desierto Chihuahuense, con baja pureza física y viabilidad (bajo contenido de SPV) lo que trae como consecuencia sembrar mayor cantidad por hectárea, para lograr establecimientos exitosos. La nutrición de la semilla es crucial, para un óptimo desarrollo de embrión y reserva suficiente de carbohidratos en el endospermo, especialmente en etapas tempranas. De acuerdo con lo mencionado por Zhang *et al.* (2017) el embrión es el primero en formarse y se da posterior a la doble fertilización de los núcleos polares; posteriormente se forman las células de transferencia, aleurona, endospermo y células que rodean al embrión, que permitirán la acumulación de sustancias de almacenamiento y maduración (Sabelli y Larkins, 2009; Álvarez-Vázquez *et al.*, 2022). Por ello, es importante que durante la reproducción, fecundación y producción de semilla cada flósculo obtenga nutrientes que le permitan obtener mayor llenado y tamaño de cariósides, que producirán plántulas más vigorosas (Quero *et al.*, 2017).

Otro factor que se debe considerar para realizar las resiembras es utilizar semillas de especies forrajeras adaptadas a las condiciones del sitio; época de siembra, se recomienda sembrar en otoño o época de lluvias; además de hacer una buena preparación del terreno con equipos mecánicos como arado y escarificadores, así como la profundidad de siembra, es decir, la profundidad a la cual se deposita la semilla (CONAZA, 2022). La etapa crítica para el establecimiento de pastos es la emergencia de plántulas, lo cual es importante para el éxito de una resiembra. Sin embargo, la selección de la especie y la variedad adecuada para las condiciones del sitio es una decisión fundamental, ya que dentro de la misma especie existen

variaciones productivas de comportamiento de acuerdo con la región (Corrales-Lerma *et al.*, 2016).

Una limitante para continuar realizando investigaciones al respecto radica en la falta de recursos y equipo y reactivos para continuar muestreando a través de los años y en sitios diferentes. Sin embargo, este estudio permite conocer la semilla verdadera de diversos pastos forrajeros. Por lo anterior, es que resulta urgente desarrollar un sistema que permita mejorar el proceso de limpieza, extracción y empaque de semillas (cariópsides) para su comercialización y alargar el tiempo de vida en anaquel, tal como lo reportado por Báez *et al.* (2024) para la comercialización de grano de garbanzo en el estado de Sinaloa.

### **Conclusiones**

Se observó que las especies de pastos nativos, naturalizados e introducidos de zonas áridas y semiáridas de México presentaron diferencias morfológicas en largo, ancho y grosor de las cariópsides. Conocer la morfología del cariópside o semilla verdadera permitirá al ganadero conocer la importancia de hacer una buena preparación del terreno al momento de la siembra y con ello mejorar el éxito de las resiembras, aunado a exigir a las casas comerciales garantizar la calidad de la semilla a emplear.

### **Referencias bibliográficas**

- Álvarez-Vázquez, P., Rojas-García, A.R., Joaquin-Cancino, S., Velázquez-Martínez, M., Rodríguez-Ortega, L.T., Hernández-Guzmán, F.J. (2002). Producción de forraje y semilla de ocho pastos al establecimiento en Tulancingo, Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(6): 1041-1053.
- Báez-Hernández, G. E., Alzate-Espinoza, J. H., López-Gaxiola, J., Saucedo-López, E. E. (2024) Calidad y sostenibilidad en proceso de empaque de grano de garbanzo en comercializadora de granos. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social 1*: 292-306.
- Báez-Higuera, J. A., Graciano-Obeso, A., López-Atondo, J. U. (2024) Evaluación cuantitativa del impacto de dosis de vermicomposta en el peso de granos de maíz. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social 1*: 210-221.

- Beltrán L. S., D. C. A. García, O. C. Catarina Loreda, M. J. Urrutia, A. J. A. Hernández y V. H. G. Gámez (2018) “Llorón Imperial”, *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees, variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9:400-407.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA). (2022). Restauración de zonas áridas y semiáridas con pastos nativos. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/831870/Pasto\_Banderita\_Documento\_Conceptual.pdf
- Corrales-Lerma, R., Morales-Nieto, C. R., Melgoza-Castillo, A., Sierra-Tristán, J. S., Ortega-Gutiérrez, J.A., Méndez-Zamora, G. (2016). Caracterización de variedades de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] recomendadas para rehabilitación de pastizales. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria* 7(2):201-211
- García-Rodríguez, J. J., Ávila-Perches, M. A., Gámez-Vázquez, F. P., & Gámez-Vázquez, A. J. (2018). Calidad física y fisiológica de Semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de progenitores. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(1), 31-37. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.1.31-37>
- Garduño, V. S.; Quero, C. A. R.; Bonnett, D.; Rodríguez, H. R.; Pérez, H. A. y Hernández, G. A. (2015). Nivel de ploidía en poblaciones de [*Leptochloa dubia* (Kunth) Nees] nativas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(3):539-548. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n3/v6n3a8.pdf>.
- Hernández-Guzmán, F. J., Rodríguez-Ortega, L. T., Velázquez-Martínez, M., Landa-Salgado, P., Rodríguez-Ortega, A., & Castrillón-Montelongo, J. L. (2021). Influencia del tamaño de cariósipide y embrión en el Desarrollo de plántulas de pasto. *Interciencia*, 46(7-8), 309-316.
- IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2021). Ojuelos de Jalisco. Diagnóstico del municipio, <http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Ojuelos-1.pdf> (Febrero 2025).
- ISTA International Seeds Testing Association (2016) International Rules for Seed Testing. International Seeds Testing Association. Bassersdorf, Switzerland.

- León R, N. Bonifaz N. y F. Gutiérrez. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas. Abya-Yala. Quito-Ecuador. 622 p.
- López-Solano, M. D. R., & Blanco-Contreras, E. (2024). Calidad física y fisiológica de gramíneas forrajeras en la Comarca Lagunera del Estado de Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- López-Velázquez, M. M., Ramírez-Segura, E., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Joaquín-Cancino, S., Muñoz-Salas, L. C., Gayosso-Barragán, O. (2023). Parámetros de calidad en propágulos de pastos nativos e introducidos cosechados en sequía. *Revista Fitotecnia Mexicana* 46(4-A): 487-496.
- Morales, N. C. R.; Quero, C. A. R.; Melgoza, C. A.; Martínez, S. M. y Jurado, G. P. (2009.) Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Técnica Pecuaria México*. 47(3):231-244. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61312111001.pdf>.
- Pérez M. C., A. L. Hernández, F. V. C. González, G. S. García, A. C. Carballo, T. T. R. Vásquez y M. R. G. Tovar (2006) Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México* 32:341-352. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S056825172006000300010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S056825172006000300010&lng=es&tlng=es).
- Quero, C. A. R.; Miranda, J. L.; Hernández, G. F. J. y Rubio, A. F. A. (2014). Mejora del establecimiento de praderas. Folleto técnico. *Colegio de Postgraduados*. 31 p. Doi:10.13140/2.1.5101.2161.
- Quero, C. A. R., Hernández, G. F. J.; Velázquez, M. M.; Gámez, V. H. G.; Landa, S. P. y Aguilar, L. P. (2016). Métodos de establecimiento de pasturas en zonas áridas de México utilizando semillas crudas o carióspsides. *Tropical Grasslands*, 4(1):29-37. Doi:10.17138/TGFT (4)29-37.
- Quero, C. A. R.; Miranda, J. L. y Villanueva, A. J. F. (2017). Recursos genéticos de gramíneas para el pastoreo extensivo. *Condición actual y urgencia de su conservación ante el cambio climático avances en investigación agropecuaria*. 21(3):63-85. <https://www.redalyc.org/journal/837/83757423005/html/>.

- Ramírez-Meléndez, J. E., Hernández-Guzmán, F. J., López-Castañeda, C., Miranda-Jiménez, L., Carrillo-Llanos, M., & Quero-Carrillo, A. R. (2020). Crecimiento de plántulas de nueve genotipos de *Bouteloua curtipendula* con dos tamaños de cariósido. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(2), 171-180. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.2.171>
- Ramírez-Segura, E. (2023). Producción, calidad de semilla y establecimiento de plántulas en *Bouteloua curtipendula* (MICHX) Torr. Tesis Doctoral. Colegio de postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Ramírez-Segura, E., Maldonado-Jaquez, J. A., Torres-Salas, I., Quero-Carrillo, A. R. (2022). Atributos físicos y fisiológicos de semilla de pastos nativos del México árido. *Revista Fitotecnia Mexicana* 45 (4): 453 – 460.
- Romero-Félix, C.S., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Miranda-Colín, S., Aguilar-Rincón, V.H., y Martínez-Rueda, C.G. (2019). Cambios en el rendimiento y sus componentes en frijol bajo riego y sequía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 351-364.
- R version 4.2.2 (2022). RStudio: Desarrollo integrado para R. RStudio, PBC, Boston, MA.
- Sabelli, P. A. and Larkins, B. A. (2009). The development of endosperm in grasses. *Plant Physiology*, 149(1):14-26. Doi: 10.1104/pp.108.129437.
- Zhang, W.; Card, S. D.; Mace, W. J.; Christensen, M. J.; Gill, C. R. and Matthew, C. (2017). Defining the pathways of symbiotic *Epichloë* colonization in grass embryos with confocal microscopy. *Mycologia*, 109(1):153-161. Doi: 10.1080/00275514.2016.1277469.
- Zhu, Y., Dong, M., & Huang, Z. (2007). Caryopsis germination and seedling emergence in an inland dune dominant grass *Leymus secalinus*. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(3), 249-257. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.05.006>