

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICA



**Calidad física y fisiológica de gramíneas forrajeras en la Comarca Lagunera
del Estado de Coahuila, México**

Por:

María Del Rosario López Solano

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**

**Calidad física y fisiológica de gramíneas forrajeras en la Comarca Lagunera
del Estado de Coahuila, México**

Por:

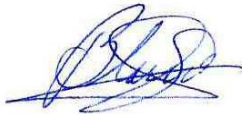
María del Rosario López Solano

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobada por:



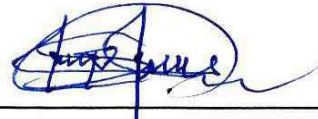
Mc. Eduardo Blanco Contreras
Presidente



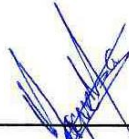
Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez
Vocal



Dr. Jorge Alonso Maldonado Jáquez
Vocal



Dr. Jesús Vázquez Arroyo



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la división de carreras agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**

**Calidad física y fisiológica de gramíneas forrajeras en la Comarca Lagunera
del Estado de Coahuila, México**

Por:

María del Rosario López Solano

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobada por el Comité de asesoría:



Mc. Eduardo Blanco Contreras
Asesor Principal



Dra. Alejandra Cabrera Rodriguez
Co-Asesor



Dr. Jorge Alonso Maldonado Jáquez
Co-Asesor



Dr. J. Isabel Marquez Mendoza
Coordinador de la división de carreras agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2024

AGRADECIMIENTOS

La gratitud, siempre será el arma más poderosa ante cualquier dicha e inclemencia, es por eso que al dar por concluido este proyecto de vida que tanto espere, agradezco felizmente a esas vidas, que a lo largo de este camino me han amado de cualquier forma en la que el amor pueda expresarse, sin frenarme ni soltarme, porque siempre van en un fragmento de mi alma.

Gracias, a esos seres que sin mencionar pero con solo leer, podrán sentir el cariño fugaz que encenderá las veredas de los recuerdos que formamos juntos; en algún día en el que coincidimos en la inmensa relatividad del tiempo, seres que en la vida llevan un nombre, un título, un cargo, una palabra que los coloca en un sitio del que muchas veces nos dio miedo salir, para crear los verdaderos lazos de una infinita amistad, recordando que somos humanos antes que hombres.

Gracias, a la Universidad autónoma agraria Antonio narro y al departamento de agroecología, por ser uno de los medios físicos para llegar a un fin más bonitos, que ahora guardo en el recuerdo, con entusiasmo y añoranza por del tiempo encapsulado en cada sitio.

DEDICATORIA

A María consuelo Solano

por su amistad y su amor incondicional
que materializa y da mil formas todos los días
y otras veces sin tener que hacer más nada,
hace magia con su mirada,
que, sin duda comprendí ya,
que es mucho más grande su amor
por mí, que el que yo le puedo dar,
sí acaso es que el amor se pudiese medir.

A Ismael López

por su presencia, por su "te quiero",
por los esfuerzos de las mañanas soleadas, frías y lluviosas,
por las tardes de espera y las noches con viento,
porque siempre que me acompaño con la mentalidad
de cumplir este objetivo que ahora juntos logramos,
por ser la mano de él, la que siempre mece la cuna.

.

A mi Layon y a mi Moris por observar sin juzgar,
por esperar y analizar lo que la vida nos da cuando salimos del hogar,
por ser chispa de energía en mi vida
mis compañeras y maestras
aun sin saber que lo son.

Al doctor Jesús Vásquez porque ve en mi
el diamante que mis ojos no alcanzan a ver
pero voy a desenterrar porque somos centenarios.

RESUMEN

En el norte de México la ganadería extensiva es una de las principales actividades agropecuarias, desarrollada en pastizales naturales ubicados en zonas áridas y semiáridas. En este sentido, la agroecología se muestra como una alternativa para la restauración, conservación y manejo sustentable de estas zonas vulneradas por el sobrepastoreo y el cambio de las condiciones ambientales, por medio de la comprensión de la funcionalidad natural de especies que fungen como fuente principal de alimento y cobertura. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar la calidad física y fisiológica en diásporas y cariósides de pastos forrajeros cosechados en zonas de pastoreo extensivo en cuatro municipios del estado de Coahuila. Se demostró que la limpieza física de diásporas a cariósides incrementa el porcentaje de germinación, para este caso en especies que mostraron mayor tamaño de cariósides. Además, se infiere que la dominancia de especies introducidas como *Panicum ciliare* y *Sorghum. halepense*, dentro de las áreas de pastizales se debe al buen comportamiento de las semillas ante los parámetros analizados. Sin embargo, si se comparan con los resultados obtenidos para las especies nativas, estos son poco competitivos, por lo que se podría estar tratando de la afectación a la capacidad de resistencia e incluso de una pérdida silenciosa de material genético en las poblaciones nativas.

Palabras clave: Pastizal, Ganadería extensiva, Pastos, Calidad

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVO ESPECIFICO	3
HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Clasificación de ecosistemas y pastizales.....	4
2.2 Condición actual de los pastizales a nivel mundial	4
2.3 Pastizales en México	5
2.4 Situación actual de los sistemas de pastoreo y pastizales en México	6
2.5 Servicios ecosistémicos e importancia de los pastizales	7
2.6 Recursos genéticos y diversidad de pastos nativos.....	8
2.7 Situación de los pastos nativos dentro del pastizal	9
2.8 Manejo agroecológico del pastizal	10
2.9 Agroecología: alternativa para la conservación de comunidades nativas	11
2.10 Resiembra y restauración de pastizales en zonas áridas y semiáridas	12
2.11 Calidad física y fisiológica de la semilla	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación del área de estudio.....	14
3.2.- Colecta, conservación y extracción del material biológico	14
3.3 Evaluación de las variables físicas y fisiológicas	14
3.4 Evaluación de variables físicas	15
3.4.1 Pureza física de cariósides	15
3.4.2 Peso de mil semillas (g).....	15
3.4.3 Peso volumétrico (g)	15
3.4.4 Tamaño de Cariósides (mm).....	16
3.5 Evaluación de variables fisiológicas.....	16
3.5.1 Porcentaje de Germinación (%).....	16

3.5.2 Vigor (mm)	16
3.5.3 Tiempo de imbibición y disección de carióspside	17
3.5.4 Porcentaje de Viabilidad (%).....	17
3.6 Análisis estadístico.....	18
IV. RESULTADOS	19
4.1 Evaluación de variables físicas	19
4.1.1 Pureza de carióspside y peso de mil semillas (PMS)	19
4.1.2 Peso volumétrico	20
4.1.3 Tamaño de carióspsides.....	21
4.2 Evaluación de variables fisiológicas.....	21
4.2.3 Germinación.....	21
4.2.4 Curva de germinación para semillas en carióspside y diáspora	22
4.2.2 Vigor	24
4.2.2 Viabilidad	24
4.2.1 Tiempo de imbibición de carióspside.....	25
4.2.5 Porcentaje de viabilidad.....	26
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	33
LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Pureza de carióspside (%) y peso de mil semillas (g) en diásporas de ocho especies de pastos forrajeros.....	20
Cuadro 2. Peso volumétrico para las ocho especies evaluadas de pastos forrajeros, en diásporas y en carióspside.....	20
Cuadro 3. Tamaño (mm) de carióspsides de pastos forrajeros localizados en áreas de pastoreo en cuatro municipios de la Comarca Lagunera	21
Cuadro 4. Porcentaje de germinación (%) para ocho especies de pastos forrajeros, en diásporas y en carióspside.....	22
Cuadro 5. Vigor de plántulas en Diásporas y Carióspsides.....	24
Cuadro 6. Porcentaje de viabilidad en carióspsides de ocho especies de pastos forrajeros	25
Cuadro 7. Tiempo de imbibición de la semilla para ocho especies de pastos forrajeros	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de germinación para semillas en carióspside	23
Figura 2. Curva de germinación para semillas en diáspora.....	23
Figura 3. Porcentaje de viabilidad	26

I. INTRODUCCIÓN

En el norte de México la ganadería extensiva es una de las principales actividades agropecuarias, que implica el manejo de pastizales naturales ubicados en zonas áridas y semiáridas que abarcan cerca del 60% del territorio nacional (Martin y Sauerborn, 2013; Quero *et al.*, 2017).

La importancia de los servicios ecosistémicos como aptitud natural de este tipo de regiones, recae en la versatilidad de estos sitios para regular contaminantes, estabilizar y conservar suelos propicios a la erosión, regulan la temperatura y además de fungen como actividad productiva principal para pequeños productores en las zonas áridas y semiáridas del norte del país (Quero *et al.*, 2007). En pastizales la tierra se maneja como un ecosistema natural, sin embargo, aun la poca incidencia del hombre no es eficiente debido a la mala planificación y la infravaloración de los recursos que proveen estos sistemas, que agravan las condiciones y los estragos derivados del cambio climático (SEMARNAT, 2018).

Uno de los problemas más graves en estos sitios es el sobrepastoreo, que afecta la capacidad de resiliencia e impide el desarrollo de especies florísticas vulnerables, propiciando así la reducción de la cobertura y la biodiversidad, generando la erosión de especies nativas (Rzedowski, 2006). La vegetación afectada se encuentra dominada por pastos forrajeros que atribuyen su abundancia principalmente a la precipitación total anual y a las altas temperaturas que se presentan en estas zonas (Manzano y Rurik, 2006; Cantú, 2011), dentro de estos

pastos destacan las gramíneas, uno de los grupos biológicos con mayor diversidad y adaptabilidad (Cantú, 2011).

Por lo que, el reconocimiento de estos materiales es importante para la funcionalidad del pastizal, la agroecología se muestra como una alternativa resiliente en acción, para la restauración, conservación y manejo sustentable de estos ecosistemas, mediante prácticas que optimicen las relaciones entre factores bióticos y abióticos, (Dumont *et al.* 2013, Bonaudo *et al.* 2014). Potenciando la biodiversidad y la productividad, hacia la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las poblaciones que se sirven de estos sitios (Altieri y Nicholls, 2000).

En virtud de lo expuesto se llevó a cabo esta investigación, con el objetivo de evaluar la calidad física y fisiológica, en diásporas y cariósides de ocho especies de pastos forrajeros presentes en zonas de pastoreo de cuatro municipios de la Comarca Lagunera del Estado de Coahuila, México; aportando además al conocimiento y conservación de semillas de pastos forrajeros.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad física y fisiológica de pastos forrajeros presentes en las zonas de pastoreo extensivo en cuatro municipios de la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila.

OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar la calidad física y fisiológica, en diásporas y carióspsides de ocho especies de pastos forrajeros presentes en zonas de pastoreo en cuatro municipios de la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila.

HIPÓTESIS

H1. Al menos una especie presentará diferencias significativas en cuanto a su calidad física y/o fisiológica

Ho. Ninguna especie presenta diferencias en su calidad física y/o fisiológica, lo que podría indicar una homogeneidad para estas características evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Clasificación de ecosistemas y pastizales

La superficie terrestre está dividida por zonas ecológicas, determinadas y delimitadas por el tipo de clima, que caracteriza la vegetación y el suelo de cada zona, los criterios de clasificación dependen de las condiciones de temperatura y precipitación (Martin y Sauerborn, 2013). Tal es el caso del pastizal, que se identifica como terrenos ecológicos, compuestos por comunidades vegetales con predominio de plantas herbáceas, presencia de pocos árboles y arbustos, suelos generalmente cubiertos por pastos, de los cuales la mayoría pertenecen a la familia de las *poaceas*, que si bien se encuentra en cualquier clima, en regiones tanto áridas-semiáridas y en partes altas de las montañas, tienen mayor presencia y abundancia (Manzano y Rurik, 2006).

2.2 Condición actual de los pastizales a nivel mundial

Aproximadamente el 40% de la superficie terrestre global está cubierta por pastizales naturales, que en la actualidad son amenazados por el cambio de uso de suelo y los efectos del cambio climático, según investigaciones recientes (Knapp y Rice, 1994; Chacón y Gutman, 2022). Sin embargo, los pastizales no solamente son proveedores de una gran cantidad de servicios ambientales si no que, constituyen el sostén de los sistemas de pastoreo de distintos países del mundo, sitios en los que se produce carne y leche. Son recursos prácticamente invisibles para las

sociedades debido a que se suele ser más conscientes del valor ecológico y económico que proveen los bosques (IICA, 2022).

Factores tales como el pastoreo excesivo, el cambio en el uso de la tierra, procesos de conversión agrícola, urbanización, incendios e incluso la introducción de especies anuales no autóctonas, han alterado drásticamente el paisaje y la flora de los pastizales. (Knapp y Rice, 1994; Quero y Villanueva-Ávalos, 2017). Ante la situación anteriormente descrita, el trabajo que se realiza dentro de los centros de investigación agropecuarios, es decisivo para desarrollar bases ecológicas y tecnológicas que permitan un aprovechamiento eficiente y a la par, lograr una mejor conservación de los pastizales (Gutiérrez, et al. 2018; IICA, 2022).

2.3 Pastizales en México

En México la mayor parte de los pastizales del país se manejan con fines de producción pecuaria tales como la cría de ganado bovino y equino (SEMARNAT, 2018), en este tipo de vegetación generalmente se encuentran sitios donde la tierra se maneja como un ecosistema natural y no como tierra de cultivo, naturalmente se encuentran en ubicaciones geográficas en las cuales la precipitación es limitada (Society for Range Management, 1999; Cantú, 2011). Recibiendo una precipitación anual de entre 250 mm y 450 mm, en virtud de esta característica está dada la producción de pastos perennes específicamente durante el período de precipitación (Brown, 1982).

Estos pastos se encuentran dominados por gramíneas perennes que se reproducen principalmente por semillas, sin embargo, en zonas en las que el

pastoreo es intenso la presencia de gramíneas con estas características se ha reducido y el aumento de gramíneas de césped de bajo crecimiento ha aumentado, influyendo así en la necesidad de la versatilidad y eficiencia en la propagación y restauración natural de las zonas de pastoreo (Jurado-Guerra *et al.*, 2021).

2.4 Situación actual de los sistemas de pastoreo y pastizales en México

Las zonas áridas y semiáridas se distribuyen en más de la mitad de la república mexicana y aunque su abundancia es de importancia, el estado en el que se encuentran los recursos de estas zonas es preocupante debido a la reducción de su condición natural productiva y ecológica (Guzmán-Lucio, *et al.* 2016).

La situación se agrava debido a que estos sitios incluyen amplias superficies manejadas bajo pastoreo, con una gran cantidad de especies que tienen su centro de origen genético en ellas y sin duda el mal manejo de este agroecosistema, provoca una pérdida significativa de especies forrajeras, disminuyendo por consiguiente la diversidad florística y a su vez provocando la reducción de la capa vegetal que protege el suelo, circunstancias que ocasionan cambios en la estructura y el proceso de sucesión del ecosistema (Castro *et al.*, 2012).

Por otro lado, la práctica de actividades ganaderas en México son actividades productivas que en la actualidad se encuentran en situación de vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, estrechamente ante aquellos eventos que se encuentran relacionados con la falta de precipitación pluvial y con la mayor frecuencia de temperaturas extremas como sucede en caso de las zonas áridas y semiáridas del país (INECC, 2019). Los estragos son evidentes en el norte, y se

presentan como la explotación irracional de los agostaderos, aumento del sobrepastoreo, deficiencia productiva y la disminución de la capacidad de carga animal, teniendo impactos extremos, como el incremento de la mortalidad del ganado (INECC, 2019).

El panorama de la ganadería extensiva en México refiere patrones de producción de forrajes influenciados por variaciones climatológicas y a su vez enfrenta desafíos de rentabilidad, por lo que es importante el conocimiento de los pastizales como promotores de especies forrajeras importantes para cada región ecológica (Castro *et al.*, 2012).

2.5 Servicios ecosistémicos e importancia de los pastizales

Se entiende por bienes y servicios ecosistémicos a los beneficios directos e indirectos, que los ecosistemas brindan a la sociedad humana, la disponibilidad de estos recursos básicos, que satisfacen las necesidades de un territorio para la sobrevivencia, depende de las decisiones bajo las que se intervenga dentro del agroecosistema para manejar esos recursos (Sánchez *et al.*, 2023). Para cumplir con lo anterior, es necesario estudiar, pero sobre todo comprender el funcionamiento de los ecosistemas para adecuar estrategias de manejo, que permitan aprovechar los bienes y servicios en un territorio y a su vez mitiguen el impacto o el deterioro de esos recursos, además de proteger a las comunidades de especies animales y vegetales (Milera-Rodríguez, *et al.*, 2021).

En este sentido, los pastizales con su extensión y diversidad reflejan su importancia ecológica y económica a escala local, regional y mundial, gracias a sus

suelos que funcionan como reservorios de enormes cantidades de carbono y otros nutrientes que en conjunto fungen como parte importante en la biodiversidad mundial (Sanderson *et al.*, 2009; Blair *et al.*, 2014). Por lo que se les considera como productores natos de una serie de servicios ecosistémicos, de restauración e inclusive recreativos (Holechek *et al.*, 2004; Amador *et al.*, 2005).

De igual manera, los pastizales han desempeñado un papel importante en el desarrollo y formulación de teorías ecológicas, tal es el caso de la evaluación de las relaciones entre riqueza de las especies y la función de los ecosistemas mediante modelos que evalúan la respuesta de estos sitios a los cambios estructurales y globales a través del tiempo incluido el cambio climático (Sanderson *et al.*, 2009). En los pastizales, estos estudios se realizan con relativa facilidad de manipulación experimental, debido a la sensibilidad del ecosistema y a su rápida respuesta ante las perturbaciones y los cambios (Blair *et al.*, 2014).

2.6 Recursos genéticos y diversidad de pastos nativos

Los materiales genéticos que dan origen a los recursos forrajeros, presentan problemas referentes al uso y manejo inadecuado, debido al aislamiento y la baja representación de la diversidad natural bajo esquemas de evaluación sistemática deficientes ante la demanda actual (Quero y Villanueva-Ávalos, 2017). Problema que, sumado al sobrepastoreo extensivo, provoca la pérdida acelerada de la diversidad de recursos, en su mayoría aún inexplorados y amenazados por la pérdida constante y la frecuencia con la que se dan las relaciones alélicas entre pastos nativos (FAO, 2011).

La diversidad natural de estas especies incluyendo la variabilidad que les permite sobreponerse a sequías, su capacidad de asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno, su rápida adaptabilidad al pisoteo que les permite el rebrote, son características con poca exploración que pueden generar herramientas y promover tecnologías aplicables a los sistemas de producción actuales (Quero, 2013).

2.7 Situación de los pastos nativos dentro del pastizal

Para cualquiera que sea el caso, ya sea la restauración de pastizales degradados o de doble propósito, a la escala real que ahora se requiere, es necesario formular tecnologías rentables para el establecimiento de pastos preferentemente nativos (Quero *et al.*, 2017; Aranguren *et al.*, 2023).

Los pastos nativos incluidas las gramíneas, se incorporan al paisaje por medio de un manejo innovador recreando diseños de agroecosistemas estratégicos, con prácticas de restablecimiento de estos pastos en praderas de pastoreo, para aumentar la cantidad de forraje y la duración de esta actividad aun fuera de temporada, y así mismo reducir la erosión de los suelos con el objetivo implícito de mejorar la biodiversidad (Knapp y Rice, 1994). No obstante, las semillas de pasto presentan numerosos desafíos asociados con el manejo, la producción específica de cada especie, el desconocimiento de los productores y a la escasa disponibilidad de esta, a estos retos se le añaden el desempeño de la germinación y el buen desarrollo en campo que varía según la especie (Karsten y Carllassare, 2002).

2.8 Manejo agroecológico del pastizal

La clave de un manejo sustentable, y por ende agroecológico, es hacer uso de este sistema de forma controlada, con un impacto menos visible dentro de la ganadería extensiva, pero de los más importantes ya que ocurre de forma directa en el suelo (Hernández *et al.*, 2024). Lo anterior concuerda con los principios de la agroecología, estos sistemas promueven el reciclaje de materia orgánica aumentando la actividad biológica del suelo, además con un buen manejo se minimiza la pérdida de nutrientes y recursos no renovables incluso, frena la pérdida de recursos genéticos (Quero *et al.*, 2017).

La siembra y regeneración de suelo, da paso a la sinergia entre organismos, conservando la biodiversidad para lograr hacer frente a la autorregulación de los organismos nocivos y el aumento de la resiliencia de los individuos, lo anterior es posible de alcanzar mediante el manejo adaptativo en conjunto con el pastoreo controlado (Altieri y Nicholls, 2000).

La regeneración de los pastizales necesita de la presencia de herbívoros, ya que ellos aprovechan la biomasa aérea e incorporan constantemente, grandes cantidades de materia orgánica a la capa formadora de suelo, que, mediante las excretas, la orina y la acción de los microorganismos, además, del pisoteo de residuos, aceleran el proceso de descomposición (Monge *et al.*, 2007). También se generan sistemas radiculares extensos, por lo que aumentan los exudados y el número de microorganismos asociados a las raíces que se asocian con distintas

bacterias auxiliares, potenciadoras de la actividad enzimática y el crecimiento de las plantas (Campa-Perez *et al.*, 2023).

2.9 Agroecología: alternativa para la conservación de comunidades nativas

La agroecología promueve la conservación de comunidades naturales para asegurar la funcionalidad biológica y resiliencia de los ecosistemas ante la presión que se ejerce sobre éstos en la actualidad, lo anterior, se puede lograr a través del estudio sistemático de las especies nativas (Altieri y Toledo, 2011). Tal es el caso de las gramíneas que, destacan por su diversidad y condición avanzada en el conocimiento sobre su taxonomía, que sienta las bases para realizar comparaciones con precisión entre fenotipos e identificar genes que controlan la variación de la diversidad para potenciar su manejo y aprovechamiento (Gutiérrez *et al.*, 2008).

En este sentido, la protección y valorización de las semillas nativas, es parte del escalamiento dentro de los procesos agroecológicos, que se logra mediante un conjunto de acciones prácticas, sociales y simbólicas dentro del agroecosistema, por lo que el reconocimiento y la protección de las semillas, fortalece las bases de los sistemas alimentarios (Nicholls *et al.*, 2015). Aunado a esto, se incluyen el conocimiento agrícola tradicional, que en conjunto con la observación e investigación, constituyen un sistema agrícola complejo (Altieri y Toledo, 2011) promoviendo la biodiversidad y sostenibilidad del ecosistema natural (Rosset y Martínez-Torres, 2016). Sin embargo, el valor social que se le da a estas especies es aun relativamente bajo (Jurado-Guerra *et al.*, 2021) y la falta de valorización de

estos recursos conduce, a la homogeneización y erosión genética que conlleva a una vulnerabilidad ecológica y económica (Rosset y Martínez-Torres, 2016).

2.10 Resiembra y restauración de pastizales en zonas áridas y semiáridas

La importancia de la resiembra y la restauración con semillas de pastos nativos, recae en su valor productivo y su capacidad de regenerar suelos degradados, ya que en teoría las especies nativas tienden a mostrar una mejor respuesta y adaptación a diferentes condiciones abióticas, sin embargo, el establecimiento en campo es poco exitoso (Cornelius y Ugarte, 2010). Por lo que la mezcla de semillas de diferentes pastos se ha empleado como una forma de aumentar el aprovechamiento y la respuesta de la semilla ante la variabilidad en las condiciones climáticas (Jurado-Guerra *et al.*, 2021).

Por naturaleza, las semillas nativas mejoran sus características fisiológicas y los mecanismos de supervivencia al ser cosechadas, seleccionadas y conservadas en cada ciclo productivo, por lo tanto logran adaptarse a los cambios del agroecosistema y a los factores del cambio climático, vuelven a estas semillas menos dependientes de insumos externos, situación que dentro de los pastizales naturales funciona como una buena práctica para la conservación (Altieri y Toledo, 2011; Stupino *et al.*, 2014). Los trabajos dedicados a la investigación y desarrollo de estas prácticas de conservación determinan estratégicamente características en la calidad de la semilla, esto es lo que sucede con los pastos del género *Bouteloua* una de las especies más estudiadas en México con fines de conservación (Clothier y Córdova 2019).

2.11 Calidad física y fisiológica de la semilla

El potencial de desarrollo y establecimiento de las semillas está determinado por la calidad fisiológica siendo esta la suma de sus componentes así como la calidad física y su genéticas, la evaluación de estos factores permiten minimizar el riesgo de utilizar semillas con baja capacidad productiva, por lo que es fundamental aplicar diferentes métodos para determinar la calidad de una semilla, y de esta manera, determinar el porcentaje de germinación, viabilidad, vigor, porcentaje de pureza e inferir su peso volumétrico, entre otros factores (López *et al.*, 2016).

En este sentido, la germinación es el porcentaje de semillas con capacidad de generar plántulas normales y viables dentro de un lote de semillas, inmediatamente después de ser cosechadas o después de cierto periodo de almacenamiento (Poulsen, 1999; ISTA, 2022). Mientras que la viabilidad, desde la perspectiva fisiológica, se refiere a aquella semilla que contiene tejidos sanos y con actividad metabólica capaz de originar plántulas sanas en condiciones ambientales propicias (Moreira et ál. 1992).

Respecto al vigor, permite inferir si el establecimiento en campo será exitoso, ya que una semilla con buen comportamiento origina una planta sana y vigorosa (Chicaiza y Quevedo, 2022). Por otra parte, la pureza física de la semilla determina el contenido neto de la muestra mediante la verificación de la cantidad de impurezas o contaminantes (Moreno, 1984).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

La recolección de los pastos forrajeros evaluados, se realizó en cuatro sitios de La Comarca Lagunera localizada en el estado de Coahuila, correspondientes a los municipios de: Matamoros (25°31'41" LN; 103°13'49" LO), San Pedro de las Colonias (25°45'28" LN; 102°58'59" LO), Viesca (25°20'37" LN; 102°48'23" LO) y Francisco I. Madero (25°46'30" LN; 103°16'23" LO).

3.2. Colecta, conservación y extracción del material biológico

Bajo un diseño completamente al azar, se recolectó el material biológico de ocho especies de pastos forrajeros, la cosecha se realizó en el mes de octubre del 2022, para las especies de *Panicum obtusum*, *Chloris virgata*, *Cynodon dactylon*, *Surghum halepense*, *Bouteloua barbata*, *Eragrostis lehmanniana*, *Pennisetum ciliare* y *Eragrostis sp.*

Posteriormente, en el laboratorio de recursos bióticos del Departamento de Agroecología de la UAAAN-UL, las diásporas se separaron de las espiguillas, y se almacenaron a temperatura ambiente en bolsas de papel hasta el momento de la caracterización física y fisiológica.

3.3 Evaluación de las variables físicas y fisiológicas

La caracterización física se efectuó mediante las variables; pureza de cariósido, peso de mil semillas (diáspora y cariósido), peso volumétrico (diásporas y cariósido) y tamaño de cariósido. Todo lo anterior para las ocho especies de pastos forrajeros recolectados de las áreas de pastoreo. La caracterización fisiológica incluyó la evaluación de diásporas y cariósidos, para evaluar en ambas, germinación y vigor. La viabilidad solo se evaluó en cariósidos.

Para la caracterización física y fisiológica en cariósides, se retiraron de las diásporas las brácteas accesorias: ramas primaras, gluma, lema y palea mediante la limpieza manual con ayuda de tapete y almohadilla de caucho corrugado.

3.4 Evaluación de variables físicas

3.4.1 Pureza física de cariósides

Se tomaron cuatro repeticiones al azar compuestas por diez gramos de diásporas de cada una de las especies. El material ya separado se sometió a limpieza de cariósides, bajo fricción manual con ayuda de un tapete y una almohadilla de caucho. La muestra se separó en tres categorías: cariósido limpio, otras semillas y material inerte. Con la ayuda de una balanza analítica (Ohaus modelo AV 114C, capacidad: 0.0001-110 g) se determinaron pesos individuales de las categorías para obtener el porcentaje de pureza de cariósido (ISTA, 2020).

3.4.2 Peso de mil semillas (g)

Se determinó a partir de cien diásporas y cien cariósides por cuatro repeticiones para cada especie, el peso se obtuvo en g., multiplicando por diez al promedio por repetición para determinar el dato final de peso de mil semillas (ISTA, 2009).

3.4.3 Peso volumétrico (g)

Los datos se determinaron utilizando una probeta de 5 ml, misma que se llenó de semillas en diásporas y en cariósides hasta que se derramaron, rasando en zigzag se eliminó la cantidad de excedentes finalmente el contenido se pesó en una balanza analítica (Ohaus modelo AV 114C, capacidad: 0.0001-110gr) tomando la lectura en gramos en razón del volumen.

3.4.4 Tamaño de Cariópsides (mm)

Se realizaron mediciones en cincuenta cariópsides para determinar el ancho, largo y grueso para las ocho especies evaluadas.

3.5 Evaluación de variables fisiológicas

3.5.1 Porcentaje de Germinación (%)

Para las pruebas de germinación y vigor, todos los cariópsides y recipientes plásticos se desinfectaron con hipoclorito de sodio comercial al 5%, se enjuagaron con agua destilada e inmediatamente se procedió a realizar la siembra en las cajas petrí.

Se sembraron cincuenta diásporas y cincuenta cariópsides, sobre toallas tipo sanitas, proporcionándoles la humedad necesaria para mojar todas las semillas de forma homogénea. Después, se colocaron en la estufa incubadora (Yamato scientific modelo IC-403C) a una temperatura constante de 25°C, revisando y registrando durante 12 días a la misma hora, la cantidad de diásporas y cariópsides germinadas; se consideró para la curva de germinación el porcentaje de plántulas con raíz y plúmula sanas y bien desarrolladas.

3.5.2 Vigor (mm)

El día número doce último del conteo para la prueba germinación, se midió la longitud de plúmula y radícula, en las cuatro repeticiones que se emplearon para realizar el conteo de germinación, la medición se realizó en las repeticiones de diásporas y de cariósido para cada una de las especies.

3.5.3 Tiempo de imbibición y disección de cariósida

Anterior a la ejecución de la prueba de viabilidad se estandarizó para cada especie el tiempo de imbibición necesario en agua destilada, hasta que los cariósidas alcanzaron la turgencia adecuada para realizar un corte limpio que expuso de forma íntegra al embrión.

La disección se realizó una vez que el tiempo de imbibición para cada especie se cumplió, utilizando una navaja de afeitar, aguja de disección y un trozo de madera (2 x 5 cm) bien húmedo para evitar la deshidratación del cariósida durante la manipulación.

3.5.4 Porcentaje de Viabilidad (%)

La viabilidad se evaluó en veinticinco cariósidas, por cuatro repeticiones para cada especie, una vez realizado el corte después de la imbibición, se tomó únicamente la mitad de la semilla, exponiendo de esta manera las estructuras embrionarias, que se procedieron a cubrir completamente con la solución de tetrazolio (cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio) durante 19 horas, una vez que se estandarizó la prueba.

Para finalizar la prueba con el apoyo de microscopio estereoscópico (Olympus-SZX7) se realizó la lectura e interpretación bajo las siguientes categorías:

Clase 1. Embriones totalmente viables y vigorosos. Cariósida con tinción de rosa a rojo brillante uniforme en los tejidos, sin lesiones visibles.

Clase 2. Embriones viables con vigor medio. Muestran un tono de coloración rosa con menor intensidad y tejidos firmes con daños ligeros; radícula y plúmula descolorida.

Clase 3. Embriones no viables.

3.6 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza bajo una comparación de medias que se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2020).

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación de variables físicas

4.1.1 Pureza de carióspside y peso de mil semillas (PMS)

Los resultados para las pruebas de pureza de carióspside se muestran en el Cuadro 1, en donde se indica la cantidad de impurezas o material ajeno a carióspside que puede interferir con el proceso de germinación. Al respecto, el mayor porcentaje de pureza ($p < 0.05$) se encontró en la especie *E. lehmanniana* y la especie con menor porcentaje de pureza ($p < 0.05$) fue *C. dactylon*. Por otra parte, el porcentaje de carióspsides dañados mostro diferencias entre las especies, donde *P. obtusum*, resulto con un mayor porcentaje de carióspsides dañados ($p < 0.05$), mientras *C. dactylon* presento menor cantidad de carióspsides dañados ($p > 0.05$)

Respecto del peso de mil semillas, se encontró que los mayores pesos ($p < 0.05$) fueron para *P. ciliare* en diásporas y *S. halepense* en carióspsides. Por otra parte, los menores valores ($p > 0.05$), se encontraron en la especie *E. lehmanniana* en diásporas y *Eragrostis sp.* en carióspsides.

Cuadro 1. Pureza de cariósido (%) y peso de mil semillas (g) en diásporas de ocho especies de pastos forrajeros

Especie	Pureza del Cs	Cs dañado	PMS en Dp	PMS en Cs
<i>Sorghum halepense</i>	*23.11 ^{cd}	8.99 ^b	3.01 ^b	2.55 ^a
<i>Pennisetum ciliare</i>	18.92 ^{cd}	6.17 ^{bc}	3.95 ^a	0.67 ^{bc}
<i>Panicum obtusum</i>	18.15 ^{cd}	14.43 ^a	0.66 ^c	0.88 ^{bc}
<i>Chloris virgate</i>	25.39 ^{bc}	3.58 ^c	0.33 ^c	0.21 ^c
<i>Cynodon dactylon</i>	10.22 ^e	3.26 ^c	0.23 ^c	1.23 ^b
<i>Bouteloua barbata</i>	22.68 ^{cd}	3.71 ^c	0.20 ^c	0.14 ^c
<i>Eragrostis sp.</i>	30.44 ^b	3.88 ^c	0.20 ^c	0.08 ^c
<i>Eragrostis lehmanniana</i>	38.34 ^a	6.34 ^{bc}	0.10 ^c	0.12 ^c

*Columnas con literales comunes no son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$)

Nota: Cs=Cariósido, D= Diáspora, PMS= Peso de mil semillas.

4.1.2 Peso volumétrico

En el Cuadro 2 se muestra que la especie con mayor peso volumétrico en diásporas es *C. dactylon*, mientras que *S. halepense* tiene el mayor peso en cariósido. La especie con menor peso volumétrico en diásporas es *P. ciliare*, y en cariósido la es *C. dactylon*.

Cuadro 2 Peso volumétrico para las ocho especies evaluadas de pastos forrajeros, en diásporas y en cariósido

Especie	Peso en Diásporas (g)	Peso en cariósido (g)
<i>Sorghum halepense</i>	0.93	11.24
<i>Pennisetum ciliare</i>	0.46	3.90
<i>Panicum obtusum</i>	0.74	4.17
<i>Chloris virgate</i>	0.72	4.04
<i>Cynodon dactylon</i>	0.94	3.83
<i>Bouteloua barbata</i>	0.49	4.15
<i>Eragrostis sp.</i>	0.66	4.48
<i>Eragrostis lehmanniana</i>	0.97	4.20

Nota: datos en relación al volumen determinado por muestra a una sola repetición (5ml/g)

4.1.3 Tamaño de cariósides

En el Cuadro 3 la variable tamaño de cariósido, la especie *S. halapense* mostro mayores ($p < 0.05$) dimensiones en largo, ancho y grueso. A diferencias de las especies *Eragrostis sp.* (largo y ancho) y *E. lehamanniana* (grueso) que su tamaño corresponde a las semillas más pequeñas ($p < 0.05$) dentro de las ocho especies evaluadas.

Cuadro 3 Tamaño (mm) de cariósides de pastos forrajeros localizados en áreas de pastoreo en cuatro municipios de la Comarca Lagunera

Espece	Largo Cs	Ancho Cs	Grueso Cs
<i>Sorghum halapense</i>	*2.51 ^a	1.32 ^a	0.79 ^a
<i>Pennisetum ciliare</i>	1.43 ^c	0.79 ^c	0.43 ^c
<i>Panicum obtusum</i>	1.21 ^d	0.95 ^b	0.6 ^b
<i>Chloris virgata</i>	1.61 ^b	0.38 ^e	0.34 ^d
<i>Cynodon dactylon</i>	1.24 ^d	0.56 ^d	0.36 ^d
<i>Bouteloua barbata</i>	0.93 ^e	0.40 ^e	0.29 ^e
<i>Eragrostis sp.</i>	0.64 ^f	0.31 ^f	0.35 ^d
<i>Eragrostis lehamanniana</i>	0.72 ^f	0.32 ^f	0.20 ^f

*Columnas con literales comunes no son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$)

Nota: Cs= cariósido.

4.2 Evaluación de variables fisiológicas

4.2.3 Germinación

El mejor porcentaje ($P \leq 0.05$), de germinación Cuadro 4 tanto en cariósido como en Diáspora, lo muestra la especie *P. obtusum*. Mientras que las especies con menor porcentaje de germinación fueron *E. lehamanniana* y *Eragrostis sp*

Cuadro 4 Porcentaje de germinación (%) para ocho especies de pastos forrajeros, en diásporas y en carióspside.

Especie	Germinación Diáspora	Germinación Carióspside
<i>Sorghum halepense</i>	*0.03 ^{cd}	0.41 ^b
<i>Pennisetum ciliare</i>	0.12 ^b	0.68 ^a
<i>Panicum obtusum</i>	0.48 ^a	0.80 ^a
<i>Chloris virgate</i>	0.07 ^{bcd}	0.33 ^b
<i>Cynodon dactylon</i>	0.10 ^{bc}	0.02 ^c
<i>Bouteloua barbata</i>	0.00 ^d	0.01 ^c
<i>Eragrostis sp.i</i>	0.00 ^d	0.00 ^c
<i>Eragrostis lehamanniana</i>	0.00 ^d	0.00 ^c

*Columnas con literales comunes no son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$)

4.2.4 Curva de germinación para semillas en carióspside y diáspora

La curva de germinación de semillas en carióspside y en diáspora, evaluadas Figura 1. bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad durante doce días muestran que las especies *P. obtusum*, *C. ciliaris*, *S. halapense* y *C. virgate*, iniciaron el día uno y dos con la germinación, mostrando el mayor porcentaje de carióspsides germinadas durante el lapso de las primeras 48 horas una vez iniciada la evaluación. Incluso la especie *P. ciliare* reporto un aumento de semillas germinadas hasta el día seis de la evaluación, posteriormente y para todas las especies evaluadas la curva mantuvo su comportamiento.

En el caso de la semilla en diásporas, la curva presenta en general un menor porcentaje de semillas germinadas. Las especies *Eragrostis sp.*, *E. lahmanniana*, y *B. barbata* mostraron cero por ciento de germinación por lo que en este grafico no se reportan semillas germinadas. Las especies *Eragrostis sp.*, *E. lahmanniana*, y *B.*

barbata mostraron cero por ciento de germinación por lo que en este grafico no se reportan.

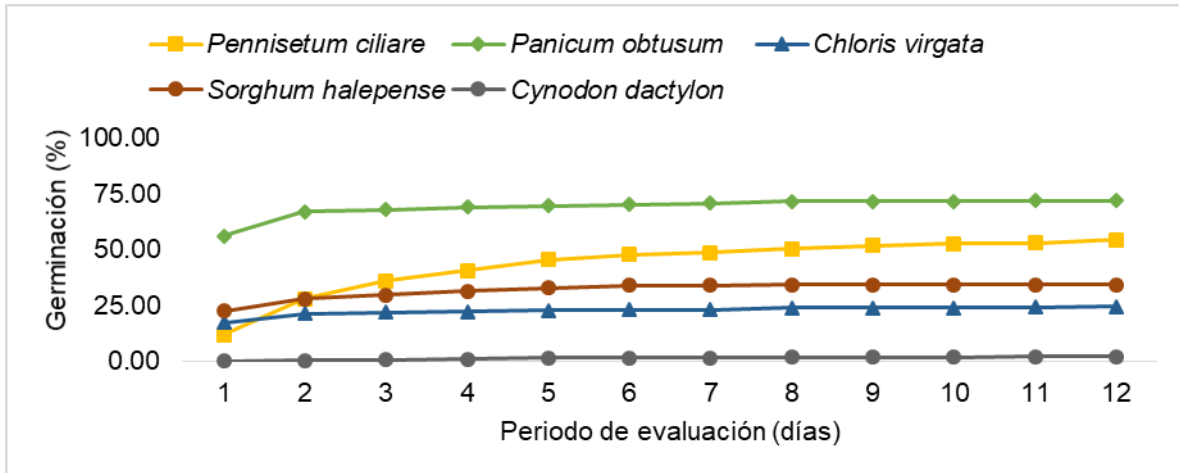


Figura 1. Curva de germinación para semillas en carióspside

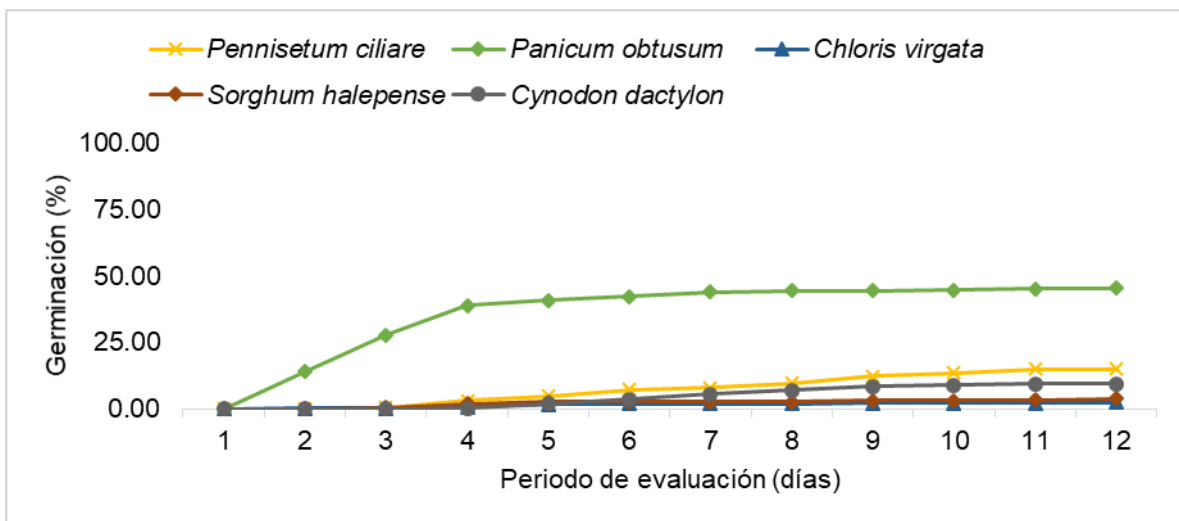


Figura 2. Curva de germinación para semillas en diáspora

4.2.2 Vigor

En el Cuadro 5 se reportan los resultados para la variable de vigor, la especie *S. halepense* para ambas condiciones evaluadas tanto como diásporas como para cariósides mostro mayor vigor ($p < 0.05$) en el tamaño de la plúmula y la radícula, siendo evidente que las semillas en diásporas mostraron mayores dimensiones. La especie *Eragrostis sp.* Es la especie de menor ($p < 0.05$) vigor tanto en plúmula como en radícula para diásporas y cariósides.

Cuadro 5. Vigor de plántulas en Diásporas y Cariósides

Especie	Plúmula		Radícula	
	Diáspora (mm)	Cariósido (mm)	Diáspora (mm)	Cariósido (mm)
<i>Sorghum halepense</i>	*113.78 ^a	76.68 ^a	34.26 ^a	31.46 ^a
<i>Pennisetum ciliare</i>	33.43 ^c	35.19 ^b	26.36 ^{ab}	25.21 ^{ab}
<i>Panicum obtusum</i>	58.3 ^b	31.44 ^b	22.55 ^b	16.03 ^{ab}
<i>Chloris virgata</i>	26.17 ^c	26.78 ^b	9.69 ^c	14.12 ^{ab}
<i>Cynodon dactylon</i>	25.36 ^c	22.14 ^b	10.22 ^c	9.63 ^b
<i>Bouteloua barbata</i>	0.00	18.76 ^b	0.00	14.7 ^{ab}
<i>Eragrostis sp.</i>	0.00	17.78 ^b	0.00	7.87 ^b

*Columnas con literales comunes no son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$). La especie *E. lehmaniana* no mostro datos para esta variable.

4.2.2 Viabilidad

En el Cuadro 6 se expresan las variables de viabilidad donde las especie *P. ciliare* muestra el mejor porcentaje ($P \leq 0.05$) de viabilidad dentro de la clase I. La especie *B. barbata* que presentan el mínimo porcentaje de embriones viables.

Cuadro 6. Porcentaje de viabilidad en cariósides de ocho especies de pastos forrajeros

Especie	Viabilidad %		
	Clase I	Clase II	No viable
<i>Sorghum halepense</i>	*0.77 ^a	0.00 ^c	0.23 ^{bc}
<i>Pennisetum ciliare</i>	0.84 ^a	0.00 ^c	0.16 ^{bc}
<i>Panicum obtusum</i>	0.75 ^a	0.14 ^{bc}	0.11 ^c
<i>Chloris virgate</i>	0.83 ^a	0.14 ^{bd}	0.03 ^c
<i>Cynodon dactylon</i>	0.53 ^{bc}	0.13 ^{bc}	0.35 ^{ab}
<i>Bouteloua barbata</i>	0.30 ^d	0.34 ^a	0.36 ^{ab}
<i>Eragrostis sp.</i>	0.68 ^{ab}	0.16 ^b	0.16 ^{bc}
<i>Eragrostis lehamanniana</i>	0.36 ^{cd}	0.20 ^{ab}	0.00 ^c

*Columnas con literales comunes no son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

V clase I=porcentaje correspondiente a la categoría de clasificación Viables Clase I, V clase II=porcentaje correspondiente a la categoría de clasificación Viables Clase II,

4.2.1 Tiempo de imbibición de cariósido

En el cuadro 7 se presenta el tiempo de imbibición en agua destilada, que se determinó para cada especie, cabe mencionar que este tiempo presento una ligera variación de veinte minutos, durante el periodo de evaluación.

Cuadro 7 Tiempo de imbibición de la semilla para ocho especies de pastos forrajeros

Especies	Tiempo de imbibición
<i>Sorghum halepense</i>	3h 15 min
<i>Pennisetum ciliare</i>	2 h 35 min
<i>Panicum obtusum</i>	1 h 10 min
<i>Chloris virgata</i>	2 h 20 min
<i>Cynodon dactylon</i>	2h 10 min
<i>Bouteloua barbata</i>	3 h 30 min
<i>Eragrostis sp.</i>	3 h 10 min
<i>Eragrostis lehamanniana</i>	3 h 15 min

Nota: Tiempo durante el cual se expuso a la semilla en contacto con el agua destilada hasta que se efectuó del corte transversal, mismo que se realizó una vez que la semilla presento una turgencia adecuada para realizar una disección precisa en ausencia de una consistencia mazosa.

4.2.5 Porcentaje de viabilidad

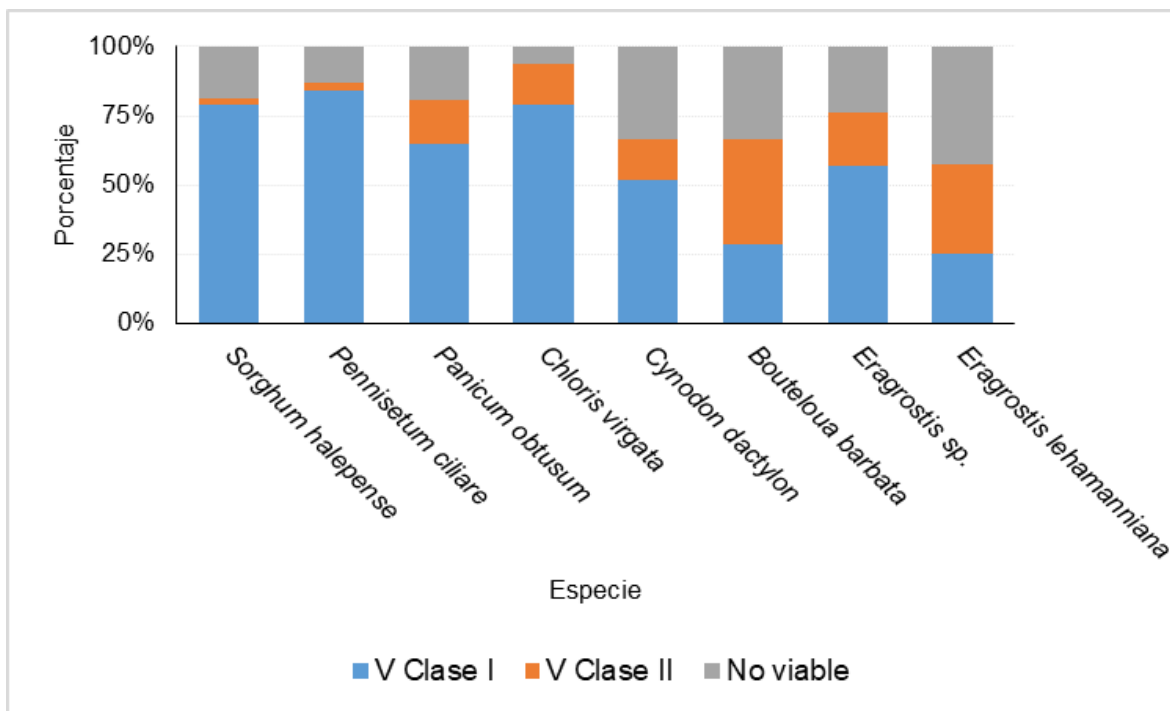


Figura 3 Porcentaje de viabilidad

Nota: V clase I=porcentaje correspondiente a la categoría de clasificación Viabiles Clase I, V clase II=porcentaje correspondiente a la categoría de clasificación Viabiles Clase II,

Las especies que mostraron mayor porcentaje Figura 3 de viabilidad dentro de la clase I, con semillas altamente viables y vigorosas fueron *S. halepense*, *C. ciliaris*, *C. virgate* y *P. obtusum*. La especie de *Eragrostis sp.* corresponde a la especie con mayor número de semillas no viables expresada en porcentaje.

V. DISCUSIÓN

Evaluación de variables físicas de la semilla

Quero *et al.*, (2017) mencionan que, la calidad física en la semillas está determinada por el genotipo y el nivel de estrés al que la planta madre está expuesta, por lo que naturalmente se infiere para este caso de estudio, que tanto la producción de semillas como sus características, en las especies evaluadas, se vieron influenciadas por estos factores.

Para el porcentaje de pureza de carióspside *E. lehmaniana* obtuvo el mayor porcentaje, esto podría atribuírsele al tipo de espiguilla que caracteriza a esta especie, ya que contiene un gran número de carióspsides por ramilla, esta especie ha reportado contener un aproximado de 13 millones de semillas por kg, con un tamaño demasiado pequeño (Humphrey, 1994), tal y como se mostró en el Cuadro 3.

Pérez *et al.*, 2006 mencionan que, en gramíneas, el tamaño de una semilla influye sobre la calidad física, además de estar relacionado con la calidad fisiológica (García-Rodríguez *et al.*, 2018). En el caso de las especies *S. halepense* y *P. ciliare* ($p < 0.05$), se observó una estrecha relación entre el peso de mil semillas y el tamaño de carióspside obteniendo valores superiores al resto de las especies evaluadas. Magdaleno-Hernández *et al.* (2020) concuerda con indicado por Quero *et al.*, (2017) señalando que el tamaño de la semilla está determinado por las condiciones ambientales, recordando que ambas especies forrajeras son de alta invasividad y productividad que aumentan su plasticidad fenotípica y que les permite adaptarse al estrés ambiental rápida y eficazmente.

Adicionalmente, se debe considerar que la calidad de las semillas depende críticamente de los factores bióticos y abióticos que operan en el período de desarrollo, floración, llenado de grano, madurez fisiológica, cosecha, nivel de beneficio y almacenamiento, entre otros (Ramírez-Segura *et al.*, 2022). Por otro lado, Kara, (2011), infiere que las condiciones de estrés como las altas temperaturas y la baja precipitación, durante la producción de semilla reducen el tamaño de cariósido, lo que podría explicar lo que sucede con los valores para las especies nativas.

Tal es el caso de López-Velázquez *et al.*, (2023) quienes también reportaron valores bajos para el peso de mil semillas, en especies nativas tanto en cariósidos como en diásporas, para *Bouteloua gracilis* reportan 0.093 g en diásporas mientras que para cariósidos disminuye a 0.026 g, *Bouteloua hirsuta*, en diásporas 1.995 g y 0.032 g en cariósidos, para *Eragrostis curvula* reportan 0.032 g en diásporas y 0.026 g en cariósidos, mencionan también que probablemente la disparidad en los valores se deba a la época de cosecha, que realizaron durante noviembre-diciembre del 2022 con una precipitación anual de 235 mm., precipitación similar a la que se reportó durante la época de cosecha en las áreas de muestreo para este estudio, que fue de 242.2 mm (CONAGUA, 2023).

Germinación

La especie con mejor germinación fue *P. obtusum*, que obtuvo un 45% para semillas en diáspora y 84% de germinación para semillas en cariósido, situación que contrasta con Anderson y Wright, (1974) quienes mencionan que la germinación de la semilla, para esta especie es baja, por lo que el establecimiento es deficiente,

la germinación depende del genotipo, condiciones ambientales, latencia de la semilla, época de cosecha y las condiciones de origen, por lo que es necesario determinar las condiciones óptimas para la germinación de cada especie lo anterior es señalado por Garduño-Tamayo *et al.*, (2011)

Basurto y Hadley (2006), mencionan que las semillas de *E. lehmanniana* germinan más rápido que los pastos nativos ya que aprovecha la humedad disponible de forma rápida y eficiente, lo anterior por sus características invasoras, lo cual no coincide con los resultados en esta investigación, donde la misma especies *E. lehmanniana* y *Eragrostis sp.* que también es introducida, no presentaron germinación ni para cariósides ni para diásporas.

Sin embargo, Carrillo-Saucedo *et al.*, (2009) quienes utilizaron semilla recolectada de la región de los Llanos de Ojuelos, Jal., reportaron 3% de germinación para *E. lehmanniana* y 6% para *P. coloratum*, ellos también utilizaron semilla producida en la última estación de crecimiento por lo que los bajos niveles de germinación para ambos casos pueden atribuírsele a los mecanismo de latencia, ya que según Esqueda, (2004) para el caso de *E. lehmanniana* se requieren de 6 a 48 meses para romper latencia.

Por otro lado Gutiérrez-Gutierrez *et al.*, (2020) realizaron experimentos de germinación y vigor con semillas cosechadas durante el mes de octubre, con un periodo de almacenamiento de 2 a 3 años, y reportaron variaciones en los días de emergencia, la mayoría de las especies evaluadas comenzaron la germinación al día 2 después de la siembra, además que nuevamente *E. lehmanniana* mostro bajos

niveles de germinación y *P. ciliare*, los más altos, lo anterior concuerda con los resultados de este estudio.

Vigor

El vigor expresa el potencial fisiológico de la semilla para originar una planta con la capacidad de adaptarse a factores como la temperatura y humedad disponible en campo (Pausas y Lamont, 2022) es también, la suma de las propiedades que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla, durante la germinación y emergencia de las plántulas, depende en gran medida del tamaño, característica que coincide con los resultados de *S. halepense*, para la variable tamaño del cariósido en este mismo estudio, especie que presenta el mayor tamaño, por lo tanto, debería prestarse atención a la selección de semillas con buen tamaño en otras especies.

Autores como Carrillo-Saucedo *et al.*, (2009) y Sonkoly *et al.*, (2020) mencionan que en especies invasoras se ha demostrado que la cantidad de semilla, el tamaño y los procesos evolutivos de la germinación contribuyen al comportamiento invasivo, estas características parecen influenciar directamente en el vigor de las especies *S. halepense*, y *P. Ciliare*, que presentan semillas grandes y pesas con marcada diferencia sobre las especies nativas e incluso introducidas pero de semillas pequeñas.

Viabilidad

En el presente estudio la especie *P. ciliare*, mostro el mayor ($p < 0.05$) en cuanto al porcentaje de viabilidad dentro de las ocho especies evaluadas, con un

84% de semillas viables (clase I), lo que difiere de los datos reportados por Guzmán *et al.*, (2021), en los cuales encontraron para esta especie un 94% de semillas viables en cariósides grande y un 44% en cariósides chico, para el caso de este estudio no se realizó una selección de los cariósides previo al análisis de viabilidad, sin embargo, ambos resultados guardan similitud. Por otro lado, Namur *et al.*, (2014) resaltan que para el caso específico de *P. ciliare*, la etapa de dormición está determinada por un período de los 16 a los 20 meses desde la cosecha, y disminuye durante el almacenamiento por lo que se podría inferir que el porcentaje de viabilidad encontrado se deba al hecho de que se trabajó con semillas nuevas es decir, recién cosechadas.

Los altos niveles de viabilidad para esta especie podrían explicarse con lo mencionado por Farrell y Gornish, (2019), quienes indican que *P. ciliare* impacta su entorno alterando la disponibilidad de agua y reduciendo sus requerimientos durante la germinación, creando un circuito de retroalimentación para mejorar su comportamiento invasivo, se refuerza a sí mismo, además, de tolerar la alelopatía. En México es una de las especies más utilizadas en pastizales de zonas áridas y semiáridas, por su fácil y rápido establecimiento, además de ser tolerante al pastoreo y elevados niveles de salinidad, es empleada para cumplir un doble propósito; la rehabilitación y conservación de suelo ya que permite ganar tiempo sobre los estragos de desertificación (Beltrán *et al.*, 2017).

El comportamiento de retroalimentación de *P. ciliare* según Farrell y Gornish, (2019) relacionado con lo expuesto por Quero, (2017) quien menciona que, el sobrepastoreo conlleva a una reducción cíclica de la densidad de pastos nativos

deseables por ser estas especies las de mayor calidad y palatabilidad, son defoliadas e impactadas de forma extrema por el ganado, situación que merma su resistencia a los cambios de temperatura extremos que se potencian en las zonas áridas, contrario a lo que sucede con *P. ciliare* (Beltrán *et al.*, 2017).

Lo anterior podría dar los inicios para explicar los bajos resultados de viabilidad reportados por *B. barbata* y *C. virgata* siendo estas de las especies nativas que reportan afectaciones, que limitan sus procesos de rápida adaptación ante múltiples factores que comprometen su presencia, Basave *et al.*, (2015) reportaron para tres poblaciones de *Bauteloua* bajos niveles de viabilidad y germinación que oscilaron entre 10% y 40%.

VI. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió conocer la situación de los parámetros de calidad física y fisiológica en pastos forrajeros presentes en zonas de pastoreo dentro de las regiones áridas y semiáridas de la Comarca Lagunera, además de mostrar que la limpieza física de diásporas a cariósides incrementa el porcentaje de germinación, en especies que mostraron mayor tamaño de cariósido. Se infiere que la dominancia de especies introducidas como *P. ciliare* y *S. halepense*, dentro de las áreas de pastizales se debe al buen comportamiento de las semillas ante los parámetros analizados. Que si se comparan con los resultados obtenidos para las especies nativas, estos son poco competitivos, por lo que se podría estar tratando de la afectación a la capacidad de resistencia e incluso de una pérdida silenciosa de material genético en las poblaciones nativas.

Finalmente, se sugiere aumentar la frecuencia de evaluación en los parámetros de calidad física y fisiológica de la semilla, en diferentes fechas de cosecha en relación con el comportamiento climático de cada ciclo y de cada zona, además de conservar el material genético de especies nativas con notoria vulnerabilidad, pero con amplia aptitud en cuanto a la calidad de forraje.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. y Toledo, V. M. 2011. La revolución agroecológica en América Latina: rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar a los campesinos, *The Journal of Peasant Studies*, 38:3, 587-612, DOI:10.1080/03066150.2011.582947
- Anderson, C. A. y Wright, L. N. 1974. Cytology and Cytogenetics of Vine Mesquitegrass (*Panicum obtusum* H.B.K.): I. Sexual Mode of Reproduction. *Journal of the Arizona Academy of Science*, 9(2), 44-46. doi:10.2307/40025626
- Aranguren, M. B., Perearnau, M. R. A., Agüero, C., Argüello, J. A. y Cuatrin. A. L. 2023. Análisis de la calidad de semillas en híbridos de maíz. Identificación de un método de vigor más rápido y comparable al tradicional cold test. *Nexo agropecuario*, 11(1), 36-42.
- Barrera Perales, O. T., Sagarnaga Villegas, L. M., Salas González, J. M., Leos Rodríguez, J. A., & Santos Lavallo, R. (2018). Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Mundo Agrario*, 19(40), 77-e1.
- Basave, V. E., Domínguez, M. P. A., Santana E. S., Sigala, R. J. Á., Jiménez, O. R. 2015. Viabilidad y germinación de semillas de pasto navajita procedentes de diferentes poblaciones naturales distribuidas en Durango. Pag. 152-153. ISBN: 978-607-503-183-5 149
- Basurto, X., y Hadley, D. 2006. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Beltrán, L. S., García, D.C.A, Loredo, O.C., Urrutia, M.J., Hernández, A.J.A. y Gámez, V.H.G. 2017. "Titán" y "Regio", variedades de pasto buffel (*Pennisetum ciliare*) (L.) Link para zonas áridas y semiáridas. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 8(3): 291-295.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M. y Nonogaki, H. 2012. Germination. *Seeds*, 133-181. doi:10.1007/978-1-4614-4693-4_4 pg. 136-141
- Blair, J., Nippert, J. y Briggs, J. 2014. Grassland Ecology. pp. 391-420. Editorial: Ecology and the Environment, The Plant Sciences. Springer Science Business Media. DOI 10.1007/978-1-4614-7501-9_14
- Blair, J., Nippert, J., y Briggs, J. 2014. Grassland Ecology. En R. K. Monson (Ed.), Ecology and the Environment (pp. 389-423). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7501-9_14
- Brown, D. E.1982. Semidesert Grassland. *Journal. Desert Plants Editorial University of Arizona (Tucson, AZ).* Vol. 4:1-4 <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875>

- Campa-Perez, M. C., Ramírez-Pimentel, J. G., García-Rodríguez, J.G., Cervantes-Ortiz, F., Rodríguez-Mercado, D., y Mendoza Elos, M. 2023. Actividad alelopática de exudados de raíz de alfalfa en *Arabidopsis thaliana*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 14 (5):66-77.
- Cantú, B. J. E. 2011. Manejo y mejoramiento de pastizales, Chihuahua (México), Doble Hélice Ediciones, 320 pp.
- Carrillo-Saucedo, S.M., Arredondo-Moreno, M.T., Huber-Sannwalda, E. y Flores-Rivas, J.D. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Técnica Pecuaria en México* 47: 299-312.
- Castro R.R., Hernández, G.A., Vaquera, H. H., Hernández, G. J., Quero, C. A. R., Enríquez, Q. J. F. y Martínez, H. P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 87-95.
- Center for Arid Zone Research. 2001. Centro de Investigación de Zonas Áridas. Distribución de Pasto Buffel. Ecosistemas Sostenibles CSIRO, Australia.
- Chacón, X. y García, M. 2016. Redes de custodios y guardianes de semillas y casas comunitarias de semillas nativas y criollas-Guía metodológica. SWISSAID y Corporación Biocomercio Sostenible Colombia. 56p.
- Chacón, K., y Gutman, D. 2022. Pastizales Naturales. Hitos de una agricultura sustentable en las Américas.
- Chicaiza Gómez, D. A., y Quevedo Andino, H. B. 2022. Determinación de la calidad fisiológica de cinco genotipos de semillas de maíz (*zea mays*) en condiciones de campo y laboratorio (Bachelor's thesis, Ecuador: La Mana: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Pag. 36
- Clothier, V., y Córdova, A. 2019. Restauración hidrológica de pastizales degradados en comunidades áridas y semiáridas. *Vivienda y comunidades sustentables*, (5), 93-110.
- Conde-Lozano, E., Martínez-González, J. C., Briones-Encinia, F., y Saldívar-Fitzmaurice, A. J. 2011. Producción de semilla de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) bajo diferentes ambientes agroecológicos en Tamaulipas, México. *Revista de la Facultad de Agronomía*.(LUZ), 28, 360-375.
- CONAGUA. Gerencia de Planificación Hídrica. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/>. Fecha de consulta:21 febrero 2024
- Cornelius, J., y Ugarte, L. 2010. Introducción a la genética y domesticación forestal para la agroforestería y silvicultura. *Lima, Perú. Centro mundial para la agroforestería (ICRAF)*.

- Cox, J. R., Ruyle, G. B. y Roundy, B. A. 1990. Lehmann lovegrass en el sureste de Arizona: producción y desaparición de biomasa. *Revista de gestión de pastos* 43:367-372.
- Davis, L. W. 1993. *Weed seeds of the Great Plains a handbook for identification*, United States of America, University Press of Kansas. 130 p.
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., y Walter Robledo, C. 2020). Infostat: software para análisis estadístico.
- Esqueda-Coronado, M.H. 2004. Notas sobre el zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*) en Chihuahua. Campo experimental La Campana. INIFAP, Chihuahua, Chih.; 2004.
- FAO. 2011. State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Roma. Hajjar, R., Jarvis, D. I., Gemmill-Herren, B. (2008). The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123, pp. 261-270.
- Farrell, H. L., y Gornish, E. S. 2019. *Pennisetum ciliare*: a review of treatment efficacy, competitive traits, and restoration opportunities. *Invasive plant science and management*, 12(4), 203-213.
- Forage and Grazing Terminology Committee. 1991. Terminology for grazing lands and grazing animals. Pocahontas Press, Blacksburg, VA
- García-Rodríguez, J. J., Ávila-Perches, M. A., Gámez-Vázquez, F. P., O-Olán, M., y 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-Tamayo, N. A., Núñez-Colín, C. A., Pecina-Quintero, V., Montero-Tavera, V., Montes-García, N., González-Chavira, M. M., y Anaya-López, J. L. 2011. Desarrollo de un método eficiente para la germinación in vitro de polen de sorgo. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 901-906. Recuperado en 02 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300025&lng=es&tlng=es.
- González-Paleo, L., Pastor-Pastor, A., Vilela, A. E., y Ravetta, D. A. 2015. Utilización de cultivos perennes en rehabilitación: ¿qué criterios ecofisiológicos deben ser utilizados para guiar la selección. Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina. Pérez, DR, Rovere, AE, Araujo, R.(Eds). Vázquez Mazzini Editores.
- Gould, F. W. 1979. El género *Bouteloua* (Poaceae). *Anales del Jardín Botánico de Missouri*, 66(3), 348. doi:10.2307/2398834

- Guevara, J. C., Grunwaldt, E. G., Estevez O. R., Bisigato A. J., Blanco L. J., Biurrun, F. N., Ferrando, C. A., Chirino C. C., Morici, E., Fernández, B., Allegretti, L. L. y Passera, C. B. 2009. Pastizales y producción ganadera en el Desierto de Monte, Argentina. *Revista de ambientes áridos*, 73, págs . 228-237
- Gutiérrez L.R., Velásquez V.M.A., Sánchez C.I., Gutiérrez L.S., y Martínez T.G. 2018. Aprovechamiento sostenible de pastizales a través del ajuste de carga animal en zonas secas. Folleto Técnico Núm 94. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 51 páginas.
- Gutiérrez, C., J. G., Aguilera, G. L. I., y González, E. C. E. 2008. Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51-87.
- Gutiérrez-Gutierrez, O. G., Rivero-Hernández, O., Vega-Mares, J. H., y Melgoza-Castillo, A. 2022. Patrones de germinación en gramíneas presentes en el Desierto Chihuahuense. *Botanical Sciences*, 100(4), 989-999.
- Gutiérrez-Luna, R., Castillo-Quiroz, D., Castillo-Reyes, F., Antonio- Bautista, A., Martínez-Trejo, G., y Sáenz-Reyes, J. T. 2022. Evaluación de prácticas de manejo de suelo para la siembra de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), bajo condiciones de temporal en el sureste de Coahuila. *Revista Latinoamericana De Recursos Naturales*, 18(1), 39-47. Recuperado a partir de <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/324>
- Guzmán, F. J. H., Rodríguez-Ortega, L. T., Velásquez -Martínez, M., Landa-Salgado, P., Rodríguez-Ortega, A., y Castellón-Montelongo, J. L. 2021. Influencia del tamaño de cariósipide y embrión en el desarrollo de plántulas de pastos. *Interciencia*, 46(7-8); 309-316.
- Guzmán-Lucio, M. A., Foroughbakhch-Pournavab, R., Alvarado-Vázquez, M. A., Rocha-Estrada, A., Salcedo-Martínez, S. M., y Moreno-Limón, S. 2016. Gramíneas de los mezquiales en el centro-norte de Nuevo León. *Polibotánica*, (42), 19.
- Harrington, G.T. 1917. Further studies of the germination of Johnson grass seeds. *Assoc. Officiat Seed Anat. Proc*, 10, 71-76. (Cited by Anderson, 1968)
- Hernández, A. P., Bautista, C. M., Vite, R. A. M., Cortes, J. G. B., y León Paulino, A. E. 2024. Pastoreo Racional Voisin como una herramienta para la ganadería sustentable. *Brazilian Journal of Development*. 10(1):1402-1419.
- Humphrey, N. 1994. History, status and management of Lehman lovegrass. *Rangelands* 16: 205-206.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2022. Agencia La Ola
- ISTA, International Seed Testing Association. 2022. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. 296 p.

- Jurado-Guerra, P., Velázquez-Martínez, M., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutiérrez-Luna, R., Garza-Cedillo, R. D., Luna-Luna, M., & Chávez-Ruiz, M. G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 261-285. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875>
- Kara, B. 2011. Effect of seed size and shape on grain yield and some ear characteristics of maize. *Research on Crops*, 12(3); 680-685.
- Karsten H. D. y Carllassare, M. 2002. Describing the botanical compositions of a mixed species northeastern U. S. Pasture rotationally grazed by cattle. *Crop Sci.* 42:882-889.
- Knapp, E. y Rice, K. 1994. Starting from Seed Genetic. Issues in Using Native Grasses for Restoration. *Ecological Restoration*. 12 (1):40-45. DOI: <https://doi.org/10.3368/er.12.1.40>
- Knapp, E. y Rice, K. 1994. Starting from Seed Genetic. Issues in Using Native Grasses for Restoration. *Ecological Restoration*. 12 (1):40-45. DOI: <https://doi.org/10.3368/er.12.1.40>
- Koller, D., Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A., y Klein, S. 1962. Seed Germination. *Annual Review of Plant Physiology*, 13(1), 437-464. doi:10.1146/annurev.pp.13.060162.002253
- Leguizamon, E. S. 1989. Aspectos de la dinámica de la población de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L. Pers) en ecosistemas bajo cultivo. Seminario sobre dinamica de poblaciones y control de malezas en soja: EEA Oliveros, INTA Oliveros, Santa Fe, Argentina 22 al 26 de setiembre de 1986, 26, 97.
- López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., y Argüello, B. 2016. Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Centro de Investigación en química Aplicada (CIBQ)*, 129-140.
- López, M., Hernández, L., Ramírez, W., Medina, R., Pérez, J. M., y González, M. C. 2013. Estado del conocimiento del mejoramiento genético de cespitosas. *Pastos y Forrajes*, 36(3), 278-287.
- López-Velazquez, M. M., Ramírez-Segura, E., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Joaquín-Cancino, S., Muñoz-Salas, L. C., y Gayosso-Barragán, O. 2023. Parámetros de calidad en propágulos de pastos nativos e introducidos cosechados en sequía. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(4A), 496-496.
- Magdaleno-Hernández, E., Magdaleno-Hernández, A., Mejía-Contreras, A., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velázquez, M. A., Sánchez-Escudero, J., y García Cué, J. L. 2020. Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 17(3), 569-581. <https://doi.org/10.22231/asyd.v17i3.1372>

- Manzano, P. y Rurik, L. 2006. Pastizales de México: Una perspectiva sobre su conservación. pp. 43-47. Artículo invitado En: Basurto, X. y Hadley, D. eds. 2006. Ecosistemas de pastizales, especies en peligro de extinción y ganadería sostenible en las zonas fronterizas entre México y Estados Unidos. USDA.
- Martin, K., y Sauerborn, J. 2013. *Agroecology* (pp. 103-185). Publisher: Springer Dordrecht Heidelberg New York London. DOI:10.1007/978-94-007-5917
- Milera-Rodríguez, M. D. L. C. 2021. Funciones de los servicios ecosistémicos en los sistemas ganaderos en Cuba. *Pastos y Forrajes*.Vol.44.
- Monge, R. Q. 2007. Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. 4(11):70-138.
- Moreno, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. UNAM.
- Muñoz, R. y Pitty, A. 1994. Guía Fotográfica para la Identificación de Malezas. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 124 p.
- Namur, P.T.; J. Tessi, R.E. Avila, H.A. Rettore y C.A. Ferrando, 2014. Buffel Grass: Generalidades, implantación y manejo para recuperación de áreas degradadas. Estación Experimental Agropecuaria La Rioja. INTA, 18pp.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., y Vázquez, L. L. 2015. Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72.
- Pedrini, Simone; Lewandrowski, Wolfgang; Stevens, Jason C.; Dixon, Kingsley W. (2018). Optimizing seed processing techniques to improve germination and sowability of native grasses for ecological restoration. *Plant Biology*, -. doi:10.1111/plb.12885
- Pérez M. C., A. L. Hernández, F. V. C. González, G. S. García, A. C. Carballo, T. T. R. Vázquez 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=S0568-25172006000300010&lng=es&tlng=es.
- Poulsen, K. 1999. Análisis de semillas. Asociación internacional de análisis de semillas (ISTA), 14-20.
- Puga, N. D., Sifuentes, J. M., Corral, J. R., Eguiarte, D. G., y Munguía, S. M. 2020. Impacto del cambio climático en las áreas con aptitud ambiental para *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua repens* en México. *Revista Bio Ciencias*, 7, 14-pág.

- Quero, C. A. R. 2013. Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. *Texcoco, México: Editorial Biblioteca Básica de Agricultura*, 345.
- Quero, A., Jiménez, L. y Villanueva-Ávalos, J. 2017. Recursos genéticos de gramíneas para el pastoreo extensivo. Condición actual y urgencia de su conservación ante el cambio climático. Universidad de Colima Avances en Investigación Agropecuaria. 21(3):63-86.
- Quero-Carrillo, A.R., Hernández-Guzmán, F.J., Velázquez-Martínez, M., Gámez-Vázquez, H.G., Landa-Salgado, P., y Aguilar-López, P. 2016. Métodos de establecimiento de pasturas en zonas áridas de México utilizando semillas crudas o carióspsides. *Pastizales Tropicales-Forrajes Tropicales*, 4 (1), 29–37. [https://doi.org/10.17138/tgft\(4\)29-37](https://doi.org/10.17138/tgft(4)29-37)
- Quimby, J.R. y Schertz, K. P.1970. Sorghum genetics, breeding and hybrid seed production. In: *Sorghum Production and Utilization*. (eds Wall J. S. & Ross W. M.), Chap. 3. AVI, Westport, Connecticut.
- Rosset, P. M., Martínez-Torres, M. E. 2016. Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 25(47),275-299,. Disponible en <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/318/204>
- Roundy, B. A., Taylorson, R. B. y Sumrall, L. B. 1992. Respuestas de germinación de Lehmann lovegrass a la luz. *Revista de gestión de pastos*, 45(1), 81-84.
- Rzedowski, J., 2006. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sánchez, J. F. A., Figueroa, C. J. P., y Vargas, L. A. 2023. Valoración económica de los servicios ecosistémicos: una revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*. 28(103):948-964.
- Sanderson, M. A., Wedin, D.A. y Tracy, B. 2009. Grass: Quietness and strength for a new American agriculture. *Grassland: Definition, Origins, Extent, and Future*. pp. 57-74. American Society of Agronomy, Madison. DOI:10.2134/2009.grassland.c4
- Scopel, A., Ballare, C. y Ghera, C. 1988. Role of seed reproduction in the population ecology of Sorghum halepense in maize Crops. *Journal of Applied Ecology* 25(3), 951-962.
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ecosistemas terrestres. En: Informe de la situación del medio ambiente en México 2018.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Cap2_Ecosistemas.pdf. Consultado 17 marzo, 2023

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ecosistemas terrestres. En: Informe de la situación del medio ambiente en México 2018. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Cap2_Ecosistemas.pdf. Consultado 17 marzo, 2023.

Shirinda, C. N., y Mashau, A. C. 2021. *Chloris virgata* Sw.(Poaceae).

Sonkoly, J., Valkó, O., Balogh, N., Godó, L., Kelemen, A., Kiss, R., Miglécz, T., Tóth, E., Tóth, K., Tóthmérész y B., Török, P. 2020. Germination response of invasive plants to soil burial depth and litter accumulation is species-specific. *Journal of Vegetation Science* 31: 1079-1087.

Stupino, S., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A., y Bonicatto, M. M. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo, 5, 131-158.

Suárez, D., y Melgarejo, L. M. 2010. Biología y germinación de semillas. Experimentos en fisiología vegetal, 13-25.

Tefera, S., Dlamini, B.J. y Dlamini, A.M. 2010. Cambios en las características del suelo y el estado de la capa de pasto en relación con los sistemas de gestión de la tierra en las sabanas semiáridas de Suazilandia. *Revista de ambientes áridos*, 74 (6), 675-684.

United States Department of Agriculture, 2010. *Pennisetum ciliare* (L.) Enlace Buffelgrass. Perfil de plantas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales

Valdés-Reyna, J., Zuloaga, F. O., Morrone, O., y Aragón, L. 2009. El género *Panicum* (Poaceae: Panicoideae) en el noreste de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (84), 59-82.

Warwick, S. I. y Black, L. D. 1983. The Biology of Canadian Weeds: *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Canadian Journal of Plant Science* 63: 997-1014.

nkworth, R. 1963. La germinación de semillas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) después del entierro en un suelo de Australia Central *Revista Australiana de Agricultura Experimental* (3). Págs., 326-328

Zuloaga, F.O., Soderstrom, T.R., Hilu, K. W., Campbell, C.S. y Barkworth, M. E. 1987. Systematics of new world species of *Panicum* (Poaceae: Paniceae). *Grass Systematics and Evolution*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA, 287–306.

Anexos