



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS

---

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA**

**ESTRATEGIAS PARA ESTABLECER PASTOS DE TEMPORAL  
EN ZONAS SEMIÁRIDAS DE MÉXICO**

FILOGONIO JESÚS HERNÁNDEZ GUZMÁN

T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS




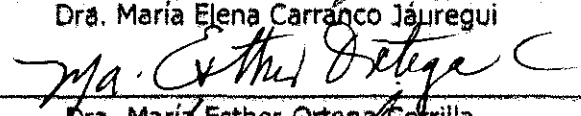
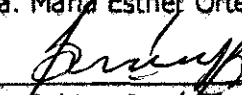

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2013

La presente tesis titulada "**Estrategias para establecer praderas de temporal en zonas semiáridas de México**" realizada por el alumno **Filogonio Jesús Hernández Guzmán**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____
	Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
ASESOR	 _____
	Dr. Javier Francisco Enriquez Quiroz
ASESORA	 _____
	Dra. María Elena Carranco Jáuregui
ASESORA	 _____
	Dra. María Esther Ortega Cerrilla
ASESOR	 _____
	Dr. Gabino García de los Santos
ASESOR	 _____
	Dr. Jacinto Efrén Ramírez Briblesca

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2013

# ESTRATEGIAS PARA ESTABLECER PRADERAS DE TEMPORAL EN ZONAS SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

## RESUMEN GENERAL

Para incrementar la probabilidad de establecimiento de pastos, en siembras de temporal en zonas semiáridas, se caracterizaron física y fisiológicamente semillas de Banderita, Navajita; Buffel y Rhodes y, en base a dimensiones y utilizando tamiz, se clasificaron por tamaño de cariósido (TC) en chicos (Cch), medianos (CM) y grandes (CG). En Banderita y Buffel, los diámetros de tamiz para CG, CM y Cch fueron de 0.70, 0.59 y 0.50 mm y para Navajita y Rhodes, 0.59, 0.50 y 0.42 mm, respectivamente. También se extrajeron 100 embriones por especie y tamaño de cariósido. En invernadero, se sembraron pastos nativos e introducidos en dos TC (grandes y chicos) en macetas y se realizaron muestreos destructivos a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). En cada fecha, en plantas completas, se evaluó el peso por componente morfológico ( $\text{mg MS pl}^{-1}$ ), tasa de crecimiento ( $\text{mg MS pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), área foliar específica (AFE;  $\text{cm}^2 \text{ mg}^{-1} \text{ pl}^{-1}$ ) y duración de área foliar (DAF  $\text{cm}^2 \text{ pl}^{-1}$ ). Los datos se analizaron con diseño Completamente al Azar (DCA) con GLM de SAS. En especies nativas, el TC y embrión fueron fundamentales para mayor desarrollo de hoja, tallo, raíz, inflorescencia y área foliar, durante todo el periodo ( $P < 0.01$ ); mientras que, para especies introducidas, lo fueron de manera parcial ( $P < 0.05$ ). El AFE no disminuyó en especies nativas debido a la renovación constante de vástagos ( $P < 0.01$ ); por su parte, en exóticas ésta disminuyó desde 80dds ( $P < 0.05$ ). La DAF fue mayor a partir de 60dds ( $P < 0.01$ ) en todas las especies. En laboratorio, se evaluó germinación y su velocidad (VG) para las mismas especies, tanto para los TC como diásporas, con tiempo diferencial de almacenamiento y beneficio. Se benefició de manera manual para cariósido y se obtuvieron los TC al inicio (CB) y cada dos meses (CT); también, se evaluó la viabilidad cada cuatro meses y, durante 16 meses, se sembró sobre papel (cariósidos) y peat moss (diásporas), en base a semilla pura viable (SPV). Los datos se analizaron con un modelo logístico ajustado con LIFEREG de SAS. Mayor germinación y VG ocurrió a mayor TC y embrión, en cuatro gramíneas ( $P < 0.01$ ) y el vigor de CB de pastos nativos se mantiene cuando los propágulos (semilla) permanecen almacenados con brácteas accesorias (BA), contrariamente a exóticas ( $P$

< 0.01); la germinación en nativas disminuyó, contrariamente a introducidas, mismo efecto observado en diásporas ( $P < 0.01$ ); sin embargo, la frecuencia de plántulas normales fue mayor a mayor TC en comparación a diásporas. En pruebas de envejecimiento acelerado (PEA), con el objetivo de evaluar vigor en TC y diásporas, las semillas permanecieron en estufa a 42°C y 100% de HR a 12, 24, 36 h. Se sembraron los TC sobre papel y las diásporas en peat moss; así mismo, en invernadero, se sembraron TC y diásporas a 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm de profundidad de siembra (PS) en suelo Vertisol y Calcisol, en orificios individuales. Los datos, transformados a  $\sqrt{+0.5}$ , se analizaron en bloques Completamente al Azar con submuestreo (Tukey, 0.05), con GLM de SAS. En PEA, mayor germinación ocurrió a mayor TC y embrión en las especies evaluadas ( $P < 0.01$ ); sin embargo, en la frecuencia de aparición de plántulas normales a 36 h, la emergencia de diásporas fue mayor en comparación a los TC. En PS, mayor emergencia ocurrió al utilizar mayor TC sin importar la especie ( $P < 0.01$ ) y las diásporas emergieron en mayor medida, respecto al carióspside (excepto en TC grande). En campo, se sembraron carióspsides y diásporas para obtener 1,000 plántulas  $m^2$  y se evaluaron cuatro métodos de tapado (MT) del propágulo: ramas, rodillo, ramas + rodillo y sin tapar, en dos sitios: Atotonilco, Hidalgo y Salinas, SLP; se evaluó: plantas emergidas (PEM; octubre, 2010) y establecidas (PES; octubre, 2011), grosor de corona, altura de planta y número de vástagos en cada fecha. Se usó un DCA para cada sitio (Tukey, 0.05). En general, mayor PEM y PES ocurrió al sembrar diásporas ( $P < 0.01$ ) y tapar la siembra. Las especies introducidas siempre produjeron menor cantidad de vástagos, en comparación a las nativas y se observó mayor porte en especies introducidas; sin embargo, mostraron similar grosor de corona. Mayor tamaño de carióspside y embrión, resultó en mayor vigor de plántula en etapas iniciales, fue determinante en nativos y de manera parcial en introducidos. Beneficiar semilla de pastos introducidos y conservar especies nativas con brácteas accesorias es importante para mantener la germinación, y por otro lado, tapar y/o apisonar la siembra no fue relevante.

**Palabras clave:** beneficio de semilla, clasificación de carióspsides, siembra de praderas de temporal.

# STRATEGIES TO FOR PRAIRIES ESTABLISHMENT PRAIRES UNDER RAINFED CONDITIONS FOR SEMIARID AREAS OF MEXICO

## GENERAL ABSTRACT

In order to explore alternatives to increase prairies establishment probability under rainfed conditions within semiarid areas, Sideoats grama, Blue grama, Buffel and Rhodes different seed propagules were physically and physiologically characterized and classified based on dimensions, using screens, in small, medium and large caryopsis; also 100 embryos were dissected for each grass species and size. For greenhouse evaluation both native and introduced species were planted in pots using two caryopsis sizes: big and small, and plantlet development was sampled through destructive sampling at 20, 40, 60, 80, 100 and 120 days after planting (dap). For each date, weight for morphological component was measured ( $\text{mg DM pl}^{-1}$ ), growth rate ( $\text{mg DM pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) for whole plants, specific leaf area (SLA;  $\text{cm}^2\text{mg}^{-1} \text{ pl}^{-1}$ ), and leaf area duration (LAD  $\text{cm}^2\text{pl}^{-1}$ ). Data was analyzed using a completely randomized design through SAS' GLM. Caryopsides (CZ) and embryo size were essential for bigger plantlet development: leaves, stems, roots, inflorescence tissue, and leaf area during the studied period ( $P < 0.01$ ); on the other hand, for introduced species, the effect was partial ( $P < 0.05$ ). For SLA, native grasses did not show declination because of constant tiller production during the evaluated period ( $P < 0.01$ ), while the SLA for exotic species decreases started 80 dap ( $P < 0.05$ ). The LAD was always higher, for evaluated species, from 60 dap ( $P < 0.01$ ). Laboratory experiments were conducted in order to evaluate germination level and speed (SG) for the same species, using both diaspores (UD) as well as CZ, comparing different storage and peeling time whole diaspores were benefited manually and CZ obtained at the beginning of the experimental period (CB) and every two months (CT), viability was assessed every four months and based on this, for 16 months, caryopsis were planted on paper and diaspores into peat moss, based on pure live seed (LPS). Data was analyzed using a logistic model adjusted with LIFEREG of SAS. Higher germination and SG occurred at higher SZ and embryo in all evaluated species ( $P < 0.01$ ). Native grasses' vigor for CB remains best when these stay storage within the accessory bracts (AB); on the contrary, for exotic species which showed

higher germination levels when AB are removed from the starting of the experimental period ( $P < 0.01$ ). Caryopsis showed germination reduction levels for native species while it increased for exotic ( $P < 0.01$ ), the same effect on diaspores ( $P < 0.01$ ), but the issue of normal seedlings was always greater in SZ in comparison to diaspores. For the accelerated aging tests (AAT), both SZ and diaspores remained within an oven at 42 °C and 100% RH during 12, 24, 36 and up to 48 h for diaspores. The SZ were seeded on paper and diaspores into peat moss. Likewise, in the greenhouse were planted SZ and diaspores using 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 and 5.0 cm deep in soil type Calciosol and Vertisol, and trays with individual orifices. Data were transformed with  $\sqrt{+0.5}$  and analyzed using a randomized complete block design with subsampling (Tukey, 0.05) analyzed with GLM of SAS. For AAT, higher germination occurred at higher SZ and embryo, for all species ( $P < 0.01$ ); however diaspores emergence, on average, was higher than that for ZS for each species at 36°C of stress. Evaluating planting depths (PD) greater plant emergence occurred at higher SZ for all species ( $P < 0.01$ ) and diaspores emerged a greater extent than SZ (except for that of large caryopsis). Under field conditions, both diaspores and caryopses were seeded at rate of 1,000 seedlings/m<sup>2</sup> and covered using any of the following: branches, roller, roller+branches and uncovered, and these procedures were evaluated for two sites: Atotonilco, Hidalgo and Salinas, SLP; variables evaluated included number of emerged plantlets (NPE; October, 2010), established plants (NPS; October, 2011) and crown thickness, plant height and number of stems. Data was analyzed using a completely randomized design for site (Tukey, 0.05) and analyzed through SAS' GLM procedure. In general for each species, at both sites, seeding diaspores produced more NPE and NPS ( $P < 0.01$ ) and covering the seed, resulted in higher NPE and NPS. Seedsize, to show greater vigor in its early stages, it is always important in native and as it is part way for introduced grasses. Both benefit introduced grasses seed and maintain native species within AB is important to maintain improve germination, while covering seed during planting cover under the given conditions is was not relevant.

**Keywords:** grass seed, propagule differences, rain-fed prairies sowing, seed benefit.

## **Agradecimientos**

A Dios por darme la oportunidad de concretar un sueño, por su misericordia y guiarme por buen camino, el cual, será de victoria en victoria y con dignidad, amén.

Al CONACYT por el apoyo económico para realizar los estudios de Doctorado y a LPI 11 y LPI16.

Al Colegio de Posgraduados por permitirme usar las instalaciones, conocer gente trabajadora y útil para bien de México.

Al Dr. Adrián R. Quero C. por su gran disposición para apoyarme en lo que estuvo en sus manos, así mismo al Dr. Paulino Pérez R. y al Dr. Humberto Vaquera por su asesoría en el análisis de datos. Al Dr. Adrián Hernández y Juan Herrera por su apoyo en el laboratorio de Análisis de Semillas. También al Dr. J. Alberto Escalante por compartir sus instalaciones de invernadero.

A mis padres Catalina Guzmán H. y Juan F. Hernández C. por su gran apoyo. A mis hermanos y hermanas, que en momentos difíciles, me apoyaron. A la madre de mis hijos, Minerva Reséndiz G., por cuidar de mis hijos en mi ausencia.

## **Dedicatoria**

A mis hijos Abner Elí y Efraín Jehú, porque siempre serán mi motivación para salir adelante. Los amo.

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivo General.....	5
1.3. Objetivos Particulares.....	5
1.4. Literatura Citada.....	6
<b>2. REVISIÓN GENERAL DE LITERATURA</b> .....	9
2.1. Recursos Forrajeros en México.....	10
2.1.1. Recursos forrajeros para zonas áridas.....	11
2.2. Deterioro de Pastizales y Agostaderos.....	12
2.3. Recursos Genéticos para Rehabilitación de Agostaderos y Reconversión de Uso Agrícola a Pastizales de Zona Árida.....	15
2.4. Monografía de Especies Forrajeras: Atributos y Limitantes e Importancia para Zonas Áridas.....	16
2.4.1. Pasto Banderita <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.....	16
2.4.1.1. atributos y limitantes.....	17
2.4.1.2. importancia en zonas áridas.....	17
2.4.2. Pasto Navajita <i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths.....	18
2.4.2.1. atributos y limitantes.....	18
2.4.2.2. importancia en zonas áridas.....	19
2.4.3. Pasto Buffel <i>Cenchrus ciliaris</i> L.....	19
2.4.3.1. atributos y limitantes.....	20
2.4.3.2. importancia en zonas áridas.....	20
2.4.4. Pasto Rhodes <i>Chloris gayana</i> Kunth.....	20
2.4.4.1. atributos y limitantes.....	21
2.4.4.2. importancia en zonas áridas.....	21
2.5. Conclusiones de Revisión de Literatura.....	21
2.6. Literatura Citada.....	22



<b>3. ANÁLISIS DE SEMILLA DE DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS Y CLASIFICACIÓN DE CARIÓPSIDES.....</b>	<b>31</b>
3.1. Resumen.....	32
3.2. Abstract.....	33
3.3. Introducción.....	34
3.4. Materiales y Métodos.....	35
3.4.1. Tratamientos.....	36
3.4.2. Variables del análisis físico.....	37
3.4.2.1. pureza.....	37
3.4.2.2. contenido de humedad.....	37
3.4.2.3. pureza física de diásporas.....	37
3.4.2.4. pureza física de cariópsides.....	38
3.4.2.5. peso de mil diásporas.....	38
3.4.2.6. peso de mil cariópsides.....	38
3.4.2.7. número de cariópsides en 100 diásporas.....	38
3.4.2.8. número de diásporas o cariópsides por kg.....	38
3.4.2.9. determinación de tamices para clasificar cariópsides.....	39
3.4.3. Variables del análisis fisiológico.....	39
3.4.3.1. viabilidad.....	39
3.4.3.2. germinación de diásporas.....	39
3.4.3.3. germinación cariópsides.....	40
3.4.4. Diseño experimental y análisis de datos.....	40
3.5. Resultados.....	40
3.6. Discusión.....	41
3.7. Conclusiones.....	44
3.8. Literatura Citada.....	45

<b>4. DESARROLLO MORFOLÓGICO DE PLÁNTULAS DE GRAMÍNEAS, EN FUNCION AL TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN.....</b>	<b>47</b>
4.1. Resumen.....	48
4.2. Abstract.....	49
4.3. Introducción.....	50
4.4. Materiales y Métodos.....	51
4.4.1. Tratamientos.....	53
4.4.2. Variables .....	53
4.4.2.1. proporción embrión: endospermo (E: E).....	53
4.4.2.2. biomasa de hoja (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.3. biomasa de raíz (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.4. biomasa de tallo (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.5. biomasa de inflorescencia (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.6. biomasa de material muerto (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.7. biomasa total (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.8. proporción raíz: parte aérea.....	53
4.4.2.8. tasa de crecimiento de hojas (mg MS pl <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ).....	53
4.4.2.9. proporción raíz: parte aérea.....	54
4.4.2.10. tasa de crecimiento de raíces (mg MS pl <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ).....	54
4.4.2.11. tasa de crecimiento de biomasa total (mg MS pl <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ).....	54
4.4.2.12. área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	54
4.4.2.13. composición morfológica (mg MS pl <sup>-1</sup> ).....	54
4.4.2.14. área foliar específica (cm <sup>2</sup> mg pl <sup>-1</sup> ).....	54
4.4.2.15. duración de área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	54
4.4.2.16. número de vástagos.....	54
4.4.3. Diseño y arreglo de tratamientos.....	54
4.4.4. Análisis de datos.....	55
4.5. Resultados .....	55
4.5.1. Relación embrión endospermo.....	55
4.5.2. Biomasa de hoja .....	56

4.5.3. Biomasa de raíz.....	57
4.5.4. Biomasa de tallo .....	59
4.5.5. Biomasa de inflorescencia.....	60
4.5.6. Biomasa de material muerto.....	61
4.5.7. Biomasa total.....	62
4.5.8. Proporción raíz: parte aérea.....	63
4.5.9. Tasa de crecimiento.....	66
4.5.10. Tasa de crecimiento de hoja.....	66
4.5.11. Tasa de crecimiento de raíz.....	67
4.5.12. Tasa de crecimiento de biomasa total .....	68
4.5.13. Área foliar.....	69
4.5.14. Composición morfológica.....	71
4.5.15. Área foliar específica.....	73
4.5.16. Duración de área foliar.....	75
4.5.17. Número de vástagos.....	76
4.6. Discusión.....	77
4.7. Conclusiones.....	79
4.8. Literatura Citada.....	81
<b>5. GERMINACIÓN Y VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN GRAMÍNEAS NATIVAS E INTRODUCIDAS POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DIÁSPORAS, BENEFICIADAS A DIFERENTE FECHA .....</b>	<b>87</b>
5.1. Resumen.....	88
5.2. Abstract.....	89
5.3. Introducción.....	90
5.4. Materiales y Métodos.....	91
5.4.1. Tratamientos.....	92
5.4.2. Variables.....	93
5.4.2.1. germinación total en cariósides.....	93
5.4.2.2. emergencia total en diásporas.....	93
5.4.2.3. velocidad de germinación observada en cariósides.....	94

5.4.2.4. velocidad de germinación ajustada y predicha en cariósides clasificados.....	94
5.4.2.5. velocidad de emergencia en diásporas.....	94
5.4.3. Modelos experimentales y análisis de datos.....	94
5.4.3.1. germinación total.....	94
5.4.3.2. velocidad de germinación.....	94
5.5. Resultados.....	94
5.5.1. Germinación total en cariósides.....	95
5.5.2. Emergencia total de diásporas.....	102
5.5.3. Velocidad de germinación observada en cariósides.....	103
5.5.4. Velocidad de germinación ajustada y predicha en cariósides clasificados.....	106
5.5.5. Velocidad de emergencia en diásporas.....	108
5.6. Discusión.....	111
5.7. Conclusiones.....	113
5.8. Literatura Citada.....	113
<b>6. RESPUESTA DE UNIDADES DE DISPERSIÓN, POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDES Y EMBRIÓN, AL ENVEJECIMIENTO ACELERADO Y EMERGENCIA.....</b>	<b>116</b>
6.1. Resumen.....	117
6.2. Abstract.....	118
6.3. Introducción.....	119
6.4. Materiales y Métodos.....	120
6.4.1. Tratamientos.....	122
6.4.2. Variables .....	123
6.4.2.1. germinación de cariósides clasificados en laboratorio.....	123
6.4.2.2. emergencia de diásporas en laboratorio.....	123
6.4.2.3. emergencia de cariósides clasificados en invernadero.....	123
6.4.2.4. emergencia de diásporas en invernadero.....	123

6.4.3. Diseño experimental.....	124
6.4.3.1. germinación de cariósides clasificados (laboratorio).....	124
6.4.3.2. emergencia de diásporas (laboratorio).....	124
6.4.3.3. emergencia de cariósides en invernadero.....	124
6.4.3.4. emergencia de diásporas en invernadero.....	124
6.4.4. Análisis de datos.....	124
6.5. Resultados.....	124
6.5.1. Envejecimiento acelerado-cariósides.....	124
6.5.2. Envejecimiento acelerado-diásporas.....	127
6.5.3. Emergencia de cariósides clasificados a diferentes profundidades de siembra.....	128
6.5.4. Emergencia de diásporas a diferentes profundidades de siembra.....	131
6.5. Discusión.....	132
6.6. Conclusiones.....	133
6.7. Literatura Citada.....	134
<b>7. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS CON DIFERENTE UNIDAD DE DISPERSIÓN Y CUATRO MÉTODOS DE TAPADO DE SEMILLA, EN CAMPO.....</b>	<b>137</b>
7.1. Resumen.....	138
7.2. Abstract.....	139
7.3. Introducción.....	140
7.4. Materiales y Métodos.....	141
7.4.1. Tratamientos.....	142
7.4.2. Variables.....	142
7.4.2.1. número de plantas emergidas (PEM por m <sup>2</sup> ).....	143
7.4.2.2. altura de planta (cm).....	143
7.4.2.3. número de plantas establecidas.....	143
7.4.2.4. grosor de corona (mm) de plantas emergidas.....	143

7.4.2.5. número de vástagos en plantas establecidas.....	143
7.4.2.6. número de plantas establecidas (PES).....	143
7.4.2.7. grosor de corona de plantas establecidas.....	143
7.4.2.8. número de vástagos en plantas establecidas.....	143
7.4.3. Diseño experimental .....	143
7.4.4. Análisis de datos.....	143
7.5. Resultados.....	144
7.5.1. Número de plantas emergidas y establecidas.....	145
7.5.1.1. especies nativas en Hidalgo.....	145
7.5.1.2. especies nativas en SLP.....	146
7.5.1.3. especies introducidas en Hidalgo.....	147
7.5.1.4. especies introducidas en SLP.....	147
7.5.2. Grosor de corona, altura de planta y número de vástagos .....	149
7.5.2.1. especies nativas en Hidalgo.....	149
7.5.2.2. especies nativas en SLP.....	149
7.5.2.3. especies introducidas en Hidalgo.....	150
7.5.2.4. especies introducidas en SLP.....	153
7.6. Discusión.....	156
7.7. Conclusiones.....	157
7.8. Literatura Citada.....	159
<b>8. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>161</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Características generales de las semillas experimentales.....	35
Cuadro 3.2. Caracterización inicial de semilla de lotes experimentales de cuatro especies de gramíneas.....	42
Cuadro 4.1. Características fisiológicas de cariósides experimentales base, de cuatro especies forrajeras, clasificados en dos tamaños .....	56
Cuadro 4.2. Proporción raíz: parte aérea de pastos sembrados con diferente tamaño de cariósida y evaluados hasta 120 días después de la siembra.....	65
Cuadro 4.3. Área Foliar (cm <sup>2</sup> ) de dos especies nativas, sembradas utilizando dos tamaños de cariósida .....	70
Cuadro 4.4. Área Foliar (cm <sup>2</sup> ) de dos especies introducidas, sembradas utilizando dos tamaños de cariósida.....	71
Cuadro 4.5. Duración de Área Foliar al establecimiento (20-60 días después de la siembra; cm <sup>2</sup> d <sup>-1</sup> ), después del establecimiento (61 días después de siembra y para el total del periodo de estudio en especies introducidas y nativas.....	75
Cuadro 4.6. Número de vástagos de dos especies nativas, en plántulas originadas de diferente tamaño de cariósida.....	76
Cuadro 4.7. Número de vástagos de dos especies introducidas, en plántulas originadas de diferente tamaño de cariósida.....	77
Cuadro 5.1. Tratamientos, viabilidad y comportamiento de germinación, para cuatro gramíneas forrajeras. Se consideró testigo a la combinación de tratamientos.....	93
Cuadro 5.2. Caracterización inicial de diferentes tipos de semilla experimental de cuatro gramíneas evaluadas para germinación y viabilidad.....	95
Cuadro 5.3. Velocidad de emergencia observada (%) hasta 15 días después de siembra, usando tres tamaños de cariósida en dos especies de gramíneas nativas.....	104

Cuadro 5.4. Velocidad de emergencia observada (%) hasta 15 días después de siembra, usando tres tamaños de cariósido en dos especies de gramíneas introducidas.....	105
Cuadro 5.5. Velocidad de emergencia ajustada (%), hasta 15 días después de siembra, para dos especies nativas, con tres tamaños de cariósido.....	107
Cuadro 5.6. Velocidad de emergencia ajustada (%), hasta 15 días después de siembra, para dos especies introducidas, con tres tamaños de cariósido.....	108
Cuadro 5.7. Velocidad de emergencia observada y ajustada de cuatro gramíneas forrajeras, sembradas con diásporas.....	109
Cuadro 6.1. Caracterización inicial, en el tiempo y viabilidad por tamaño de cariósido, de semilla de dos especies nativas y dos introducidas....	125
Cuadro 6.2. Porcentaje de germinación para tres tamaños de cariósido y dos especies nativas, con tres temperaturas de envejecimiento acelerado.....	126
Cuadro 6.3. Porcentaje de germinación para tres tamaños de cariósidos en dos especies introducidas, con tres temperaturas de envejecimiento acelerado .....	127
Cuadro 6.4. Capacidad de emergencia (%) en diásporas de dos especies nativas y dos introducidas.....	128
Cuadro 6.5. Capacidad de emergencia (%) de dos especies nativas sembradas con tres tamaños de cariósido, a diferentes profundidades en dos tipos de suelo.....	129
Cuadro 6.6. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies introducidas clasificadas en tres tamaños de cariósido, a diferentes profundidades de siembra, en dos tipos de suelo.....	130
Cuadro 6.7. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies nativas, sembradas a cinco profundidades, en dos tipos de suelo.....	131



Cuadro 6.8. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies introducidas, sembradas a cinco profundidades en dos tipos de suelo.....	132
Cuadro 7.1. Caracterización física y fisiológica de semilla de cuatro especies ...	144
Cuadro 7.2. Número de plántulas emergidas y establecidas para dos especies nativas, en dos sitios y utilizando dos tipos de unidades de dispersión.....	146
Cuadro 7.3. Número de plántulas emergidas y establecidas para dos especies introducidas en dos sitios de siembra.....	148
Cuadro 7.4. Grosor de corona, altura de planta (cm) y número de vástagos en especies nativas sembradas en Hidalgo, utilizando diferente tipo de unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado de semilla.....	151
Cuadro 7.5. Grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos en dos especies nativas sembradas en SLP, utilizando diferente unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado.....	152
Cuadro 7.6. Grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos para dos especies introducidas sembradas en Hidalgo, utilizando diferente unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado de semilla.....	154
Cuadro 7.7. Registros de grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos en dos gramíneas introducidas sembradas con diferente unidad de dispersión con cuatro métodos de tapado.....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Climas de México, distribución y localización.....	2
Figura 1.2. Desierto Sonorense y Chihuahuense.....	3
Figura 3.1. Procedimiento para análisis de semillas en laboratorio.....	36
Figura 3.2. Dimensiones de 200 cariósides de pasto Banderita (A), Navajita (B), Buffel (C) y Rhodes (D).....	43
Figura 4.1. Biomasa de hoja de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	57
Figura 4.2. Biomasa de raíz de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	59
Figura 4.3. Biomasa de tallos de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	60
Figura 4.4. Biomasa de inflorescencias de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	61
Figura 4.5. Biomasa de material muerto de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	62
Figura 4.6. Biomasa total de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de cariósides y muestreos destructivos cada 20 días.....	63
Figura 4.7. Tasa de crecimiento de hoja de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1).....	67
Figura 4.8. Tasa de crecimiento de raíz de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1).....	68

Figura 4.9. Tasa de crecimiento de biomasa total de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1).....	69
Figura 4.10. Composición morfológica para carióspside grande (a) y chico (b) de pasto Banderita, Navajita (c) y (d), Buffel (e ) y (f) y Rhodes (g) y (h) a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra.....	72
Figura 4.11. Área Foliar Específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), en muestreos destructivos a 20, 40, 60 80, 100 y 120 días después de siembra .....	74
Figura 5.1. Germinación observada de carióspsides base y testigo de dos gramíneas nativas y dos introducidas. ....	96
Figura 5.2. Germinación ajustada y predicha de carióspsides base y testigo de dos pastos nativos.....	99
Figura 5.3. Germinación ajustada y predicha de carióspsides base y carióspsides testigo de dos pastos introducidos. ....	101
Figura 5.4. Germinación observada y predicha de dos gramíneas nativas y dos introducidas al sembrar diásporas .....	103
Figura 7.1. Temperaturas máxima, media y precipitación acumulada por semana en Atotonilco El Grande, Hidalgo (A) y Salinas SLP (B), así como radiación global en ambos sitios (C).....	158

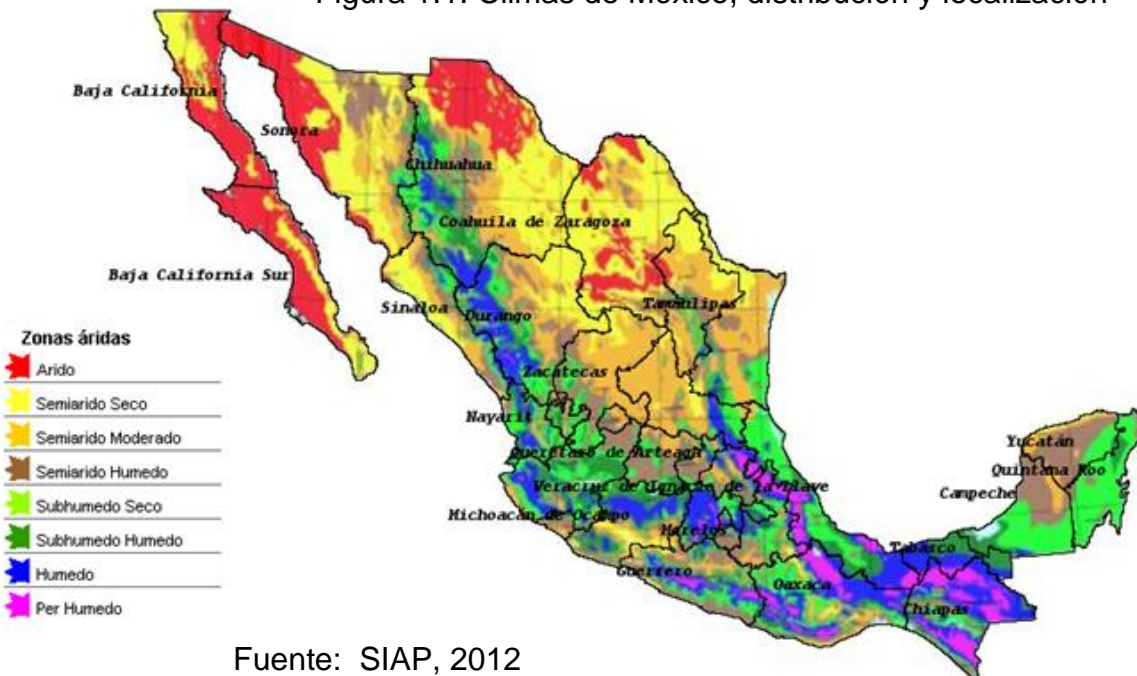


## **1. INTRODUCCIÓN GENERAL**

## 1.1. Introducción

La República Mexicana tiene 196.7 millones de hectáreas y amplia gama de climas, debido a altitud, latitud y por encontrarse entre dos océanos, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y eje Neovolcánico, que hacen que exista amplia diversidad de microclimas (Figura 1.1; Cuadro 1.1).

Figura 1.1. Climas de México, distribución y localización



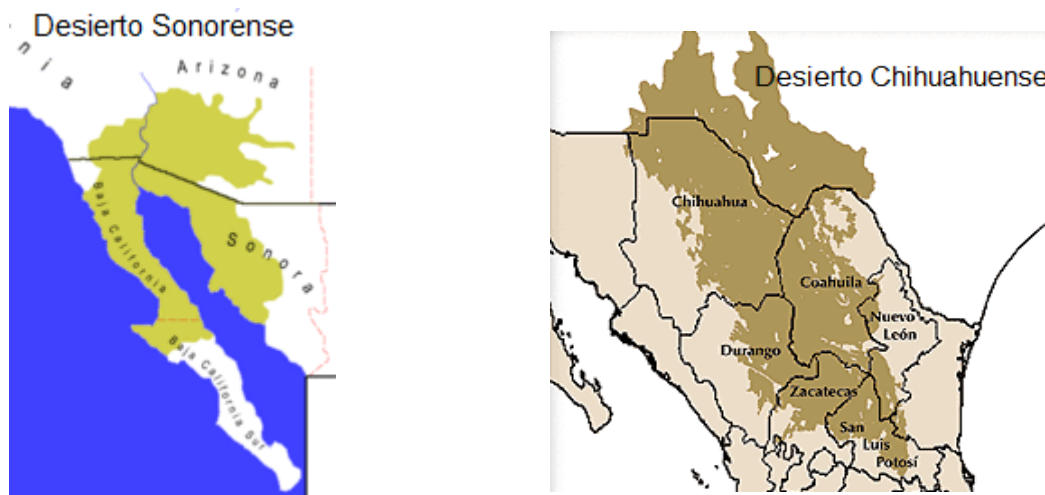
Las zonas áridas y semiáridas presentan regiones con amplia diversidad de altitudes sobre el nivel del mar y, en algunas regiones, la evaporación excede a la precipitación. Se tiene un período de lluvia definido en los meses de verano (junio a septiembre) y precipitaciones de 150 a 600 mm. La temperatura promedio es de 22°C (SIAP, 2012).

El PIB del sector agropecuario y forestal en 2010 fue 324 mil millones de pesos; de los cuales, el sector ganadero representó 33% (INEGI, 2013). En cuanto a la cantidad de cabezas de ganado, la población bovina es de 32 millones 642 mil cabezas, 9 millones de caprinos y 8 millones de ovinos, y producen 5, 615, 000 toneladas de carne; 10,549 millones de litros de leche, exportándose más de un millón de cabezas de ganado en pie a Estados Unidos, cada año (SIAP, 2012). En México, existen 125 millones de

hectáreas que se encuentran ocupadas por diversos tipos de agostaderos y representan el 62% del territorio nacional, (COTECOCA, 1980).

El Desierto de Sonora (Figura 1.2) cubre aproximadamente 311, 000 km<sup>2</sup> e incluye la mitad meridional de Arizona, sudeste de California, península de Baja California, islas del golfo de California y la mayoría del Estado de Sonora (Delgadillo-Rodríguez y Macías-Rodríguez, 2002). El Desierto Chihuahuense (Figura 1.2) tiene una extensión de 629,000 km<sup>2</sup>; del cual, el 75% está localizado en México y, el resto, en EUA. En México, el Desierto Chihuahuense, abarca los Estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (Cotera *et al.*, 2004).

Figura 1.2. Desierto Sonorense y Chihuahuense.



Pastos forrajeros excelentes se distribuyen en zonas semiáridas de los pastizales del noroeste de México, esta zona es diversa y rica con especies que pueden competir o superar en calidad a pastos introducidos, entre los que se encuentran: Gigante *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees, Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud., Banderita *B. curtipendula* (Michx. Torr., Tempranero *Setaria macrostachya* (Kunth) Nees, Punta Blanca *Digitaria californica* (Benth.) Henrard, entre otros (Morales *et al.*, 2006; Rzendowski, 2006; Quero *et al.*, 2007; Quero *et al.*, 2010). En la

actualidad, el interés por utilizar pastos forrajeros nativos es creciente, debido básicamente, a la adaptación edafoclimática a su región de origen y para alterar menos los ecosistemas con introducción de plantas exóticas (Valdés y Cabral, 1993; Nabinger, 1997).

En el Sureste de Estados Unidos y Norte de México entre 1890 y 1980 se sembraron mas de 250 genotipos de 80 especies en 400 sitios (Cox *et al.*, 1982) y *Eragrostis lehmanniana* y *E. curvula* fueron los que persistieron ante el ambiente y pastoreo. Por su parte Dávila *et al.* (2006), reportan la introducción de 159 especies de gramíneas a México, principalmente de África, para los trópicos y zonas áridas y estos pastos exóticos superan a especies nativas en producción de forraje y semilla, por lo que su introducción es una estrategia para incrementar el rendimiento de materia seca en los pastizales (Quero *et al.*, 2010; Enríquez *et al.*, 2011; Ibarra *et al.*, 2005). El pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es una especie ecológicamente exitosa en zonas áridas y semiáridas y posee resistencia a sequias prolongadas, pastoreo y produce forraje de buen valor nutritivo (Ibarra *et al.*, 1991; Bogdan, 1997); sin embargo, el establecimiento de Buffel es complicado, ya que sus semillas presentan latencia y, a 12.5°C de temperatura constante y 6.3 mm por dos días consecutivos, emerge 5%; sin embargo, ésta se incrementa a 55% cuando la cantidad de lluvia es mayor a 20 mm (Ward *et al.*, 2006). Se estima que en México existen mas de cuatro millones de hectáreas establecidas con Buffel, principalmente, en los estados del Noreste y Noroeste del país (Alcalá, 1995), pero estimar la superficie ocupada por Banderita y Navajita es complicado, ya que se encuentran como componentes vegetativos y no como monocultivos.

Se estima que en los últimos 50 años se ha perdido 70% de la capacidad forrajera del Desierto Chihuahuense y, en Chihuahua en los últimos 20 años, la producción ganadera se ha reducido en 50% (INIFAP, 2008).

Las principales limitantes para establecer praderas de temporal incluyen sequía interestival, temperaturas adecuadas para germinación, presencia de heladas



tempranas (Larsen y Bibby, 2005), cantidad de precipitación y distribución de ésta (Cox y Jordan, 1983); sin embargo, también es importante la preparación del terreno y la profundidad a la cual es depositada la semilla (Jordan, 1981). Por esta razón, los pastos tienen problemas para su establecimiento en la región del altiplano mexicano. Una estrategia para mejorar la germinación es eliminar estructuras florales accesorias al cariósido de pastos (glumas, lemma, palea, ramillas y aristas), por ejemplo (Quian *et al.*, 2006), en *Tripsacum dactyloides* en condiciones de laboratorio, la germinación de cariósidos respecto a diásporas aumenta 50 unidades porcentuales y al escarificar cariósidos (por fricción con lija áspera), se alcanza hasta 90%. Con base en la anterior problemática, se plantearon los siguientes objetivos:

### **1.2. Objetivo General**

Establecer estrategias para incrementar el establecimiento en siembras de pastos en condiciones de temporal semiárido.

### **1.3. Objetivos Particulares**

- Conocer la capacidad de producir biomasa aérea y radical, en cariósidos chicos y grandes, hasta madurez fisiológica.
- Evaluar germinación y emergencia, tanto en cariósidos clasificados en chicos, medianos y grandes como en diásporas, con tiempo diferencial de beneficio.
- Evaluar la capacidad de establecimiento en campo de cariósidos vs. diásporas (número de plantas/m<sup>2</sup>) de dos especies nativas y dos introducidas.

### **1.4 Literatura Citada**

Alcalá, G. C. H. 1995. Origen y distribución mundial. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. PATROCIPES. Hermosillo, Sonora, Mex. pp: 9-14.

Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 461p.

- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1980. Memoria para el Estado de Zacatecas. SARH. Subsecretaría de Ganadería. 243p.
- Cotera, M., E. Guadarrama, J. Brenner, M Arango A, E. García M, A. Ganem, G. Bell, S. Yanoff, T. Sullivan, S. Nájera, P. Gronemeyer, J. Weigel, J. Karges, B. McCready, D. Mehlman, J. Bergan, J. King, M. Gallyoun, D.L. Certain, R. Potts, J. Wrinkle, J. Bezaury, H.M. Arias, J. Atchley, and E. Parra I. 2004. Ecoregional conservation assessment of the Chihuahuan Desert. Pronatura Noreste, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund. [www.worldwildlife.org/wildplaces/cd/science.cfm](http://www.worldwildlife.org/wildplaces/cd/science.cfm), citado el 14 de abril 2013.
- Cox, J.R., H.L. Morton, T.N. Johnsen, G. L. Jordan, S. C. Martin, and L. C. Fierro. 1982. Vegetation restoration in the Chihuahuan and Sonoran deserts of North America. USDA-Agriculture. Research Service. ARM-W-28.
- Cox, J.R. and G.L. Jordan. 1983. Density and production of seeded range grasses in southeastern Arizona (1970-1982). *J Range Manag.* 36: 649-652.
- Dávila, P., T. S. Mejía M., S. Gómez M., J. Valdés R., J. Ortiz J., C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo. 2006. Catálogo de gramíneas de México. UNAM-CONABIO. México. 671p.
- Delgadillo-Rodríguez, J. y M. A. Macías-Rodríguez. 2002. Componente florístico del desierto de San Felipe, Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 70: 45-64.
- Enríquez, Q. J. F., A. Hernández G. y M.Z. Romero F. 2011. Generación, transferencia y adopción de tecnología en forrajes en el trópico de México. *In: Memoria del II Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXI Reunión sobre producción de carne y leche en climas cálidos.* Chihuahua, Chih. pp: 1-13.
- Ibarra, F. F., J. Cox, y M. Martin R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate Buffel en México y sur de Texas. *In: Memoria VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales.* Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. pp: 14-28.

- Ibarra, F. F., M. R. Martín H., M. Moreno S., G. B. Denogean F. y B. L. E Gerlach. 2005. El zacate Buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos en la zona serrana de Sonora. *Rev. Mex. Agro.* 9: 521-529.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2013. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.>, accesado el 11 de abril de 2013.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuarias y Forestales (INIFAP). 2008. Rancho experimental La Campana, 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. Libro técnico No 2. México. 213 pp.
- Jordan, G. L. Range seeding and brush management on Arizona rangelands. 1981. *Bull.* T81121. Tucson, AZ: College of Agriculture, University of Arizona. 88p.
- Larsen, S. U. and B. M. Bybby. 2005. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Sci.* 44: 891–899.
- Morales, N. C. R., A. R. Quero C., O. Le Blanc, A. Hernández G., J. Pérez P. y S. González M. 2006. Evaluación de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtispendula* (Michx.) Torr. Mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia.* 40: 711-720.
- Nabinger, C. 1997. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilida de eperdas de forragem. *In: Simposio sobre manejo da pastagem*, 14. Piracicaba. Anais. Piracicaba: Fundacao de Estudos Agrarios Luiz de Queiroz. pp: 213-251.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o *status quo*. *Interciencia.* 32: 566- 571.
- Quero, C. A. R., A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P. y M. Sánchez H. 2010. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. *In: Memoria del I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales*. Chiapas, México. pp: 94-98.
- Quian, Y.L., J. A. Cosenza, S. J. Wilhelm and D. Christensen. 2006. Techniques for enhancing saltgrass seed germination and establishment. *Crop Sci.* 46: 2613–2616.
- Rzendowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 504p.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. <http://www.siap.gob.mx/> consultado el 30 de febrero de 2013.
- Tian, X. A., D. Knapp, K. J. Moore, E. C. Brummer and T. B. Bailey. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass. *Crop Sci.* 42: 185–189.
- Valdés, J. and I. Cabral. 1993. Chorology of mexican grasses. *In*: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York. EUA. pp: 439- 446.
- Velázquez, A. J. F., J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y L. Palacio J. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*. 62: 21-37
- Ward, J.P., S.E. Smith and M.P. McClaran. 2006. Water requirements for emergence of buffel grass (*Pennisetum ciliare*). *Weed Sci.* 54: 720–725.

## **2. REVISIÓN GENERAL DE LITERATURA**

## 2.1. Recursos Forrajeros en México

México tiene la cuarta megadiversidad en el mundo, con 24 mil plantas vasculares y diferentes recursos genéticos poseen, similarmente, amplia plataforma cultural; por ejemplo: maíz, frijol, jitomate, chile, calabaza, cacao, camote, cacahuete, pastos nativos etc. (Ramírez-Serrano, 2010).

La producción de forraje en materia seca, en México, estimada en 2006, fue de 189.6 millones de t y se distribuyó en 29.8, 41.9, 4.3 y 24% para agostaderos, praderas, cultivos forrajeros y esquilmos agrícolas (Villamar, 2008); por otra parte, existen 11.9 millones de has de praderas cultivadas y producen aproximadamente 80 millones de t MS año<sup>-1</sup> de forraje, principalmente en: Veracruz, con 3.1 millones de has; Chiapas 1.5; Tamaulipas 1.1; Tabasco 819 mil; Sonora 665 mil; Yucatán 661 mil; Campeche 514 mil; Oaxaca 510 mil y Nuevo León 501 mil has (Villamar, 2008). Las gramíneas mas utilizadas en praderas de México son de origen africano: Buffel *Cenchrus ciliaris* L., Guinea *Panicum maximum* Jacq., Bermuda *Cynodon dactylon* L., Estrella de África *C. plectostachyus* Vanderyst., Insurgente *Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich. (Stapf.), Llanero *Andropogon gayanus* Kunth., Elefante *Pennisetum purpureum* Schum., Jaragua *Hyparrhenia rufa*, Llorón *Eragrostis curvula* Schrader (Ness), Klein *Panicum coloratum* L., entre otros (Harlan, 1983; Enríquez *et al.*, 1999).

Al importar semilla de variedades forrajeras del extranjero, México afecta su capacidad de inversión en recuperación de pastizales, pierde recursos económicos e importa plagas y enfermedades de otras latitudes; sin embargo, se pueden aprovechar los recursos genéticos de pastos mediante la recolecta de materiales y producción de variedades de forma sistemática y ordenada (Quero *et al.*, 2007; Quero *et al.*, 2010b). La importación de semilla, en 2012 a México, de plantas industriales o medicinales y forrajes fue de \$3 204 606 499 donde E.U. y Canadá fueron los principales socios con 62 y 23%, respectivamente, seguido de Paraguay, Nicaragua, China, India y Brasil con 2, 2, 2, 2 y 0.4%, respectivamente (SBN, 2012). En 2012, en el Estado de Chihuahua se inició la rehabilitación de un millón de has en agostaderos degradados

aprovechando las lluvias (La Opción, 2012), para lo que se requiere gran cantidad de semilla de pastos nativos e introducidos.

### **2.1.1. Recursos forrajeros para zonas áridas**

Se estima que la familia Poaceae está representada en el mundo por 651 géneros y cerca de 10 000 especies (Clayton y Renvoize, 1986) posicionándose en el cuarto lugar entre las familias de plantas vasculares más diversas, después de las Asteráceas, Orquidáceas y Leguminosas. En México, se han registrado 204 géneros y 1 182 especies (Dávila *et al.*, 2006); de las cuales 1 119 son nativas y 159 cultivadas o introducidas.

En México, algunas especies ampliamente cultivadas incluyen maíz, trigo, arroz, sorgo, etc. y varios representantes de esta familia, ya sean nativos o introducidos son considerados maleza a nivel local, regional o nacional. Villaseñor y Espinosa (1998), señalaron la existencia de aproximadamente 300 especies de gramíneas que se comportan como maleza, entre las cuales destacan Buffel *Cenchrus ciliaris*, Bermuda o pata de gallo *Cynodon dactylon*, Rosado *Melinis repens*, Elefante *Pennisetum purpureum*, entre las principales

Desde los 1950's, se han importado diversos géneros de pastos de origen africano entre los de mayor importancia, se encuentran: *Anthoxanthum odoratum*, *Cenchrus echinatus*, *Mnesithea granularis*, *Hyparrhenia rufa*, *Pennisetum villosum*, *Melinis repens*, *Avena fatua*, *Cenchrus ciliaris*, *C. incertus*, *C. myosuroides*, *Digitaria ciliaris*, *D. filiformis*, *D. sanguinalis*, *D. ternata*, *Eleusine indica*, *E. multiflora*, *Eragrostis cilianensis*, *E. ciliaris*, *E. maypurensis*, *Lolium perenne*, *Setaria adhaerens*, *S. verticillata*, *S. viridis*, *Sorghum halepense* y *Tragus berteronianus*, entre otras. En zonas áridas, la más difundida es Buffel con aproximadamente cuatro millones de hectáreas (Alcalá, 1995) y, en Sonora, están sembradas 2.4 millones de hectáreas (Ibarra *et al.*, 2005). Estas gramíneas han progresado porque producen elevado número de semillas y muestran tasas de crecimiento que superan, por mucho, a las nativas (Dinerstein *et al.*, 2000).

## **2.2. Deterioro de Pastizales y Agostaderos**

Extensas áreas de agostaderos en México, que una vez fueron productivas, se encuentran actualmente deterioradas y presentan bajo potencial de producción de forraje y, las comunidades dominadas por pastizales, se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo (Samson y Knopf 1996). Esta situación aplica tanto para América del Norte como para el Desierto Chihuahuense de México donde, actualmente, los pastizales cubren aproximadamente 15% o menos de su superficie original y esta pérdida tiene severas repercusiones en el ámbito económico y social (PMAR, 2012).

El sobrepastoreo o sobreexplotación de la vegetación afecta no solo a la vegetación misma (Holechek *et al.*, 1989; Lemaire *et al.*, 2000), sino que ocasiona problemas al ecosistema: aumentos en tasas de erosión debido a muerte de raíces; reducciones en infiltración de agua de lluvia, por compactación; alteraciones en ciclos de nutrientes, debido a que no se privilegia la descomposición por microorganismos; pérdidas de biodiversidad; reducciones de calidad de hábitat; así como propagación de especies exóticas y disminución en la calidad de vida. El deterioro del suelo en zonas áridas y semiáridas de México ocurre debido a sobrepastoreo, deforestación y cambio de uso de suelo, este último provocado principalmente por apertura de tierras a campos de cultivo (SEMARNAT, 2008). En México, desde 1930 el deterioro de pastizales comenzó a manifestarse debido al descanso parcial o nulo de los pastos (De Alba, 1958). De acuerdo a CONABIO (2006), el 66% de la superficie del país es utilizada por la ganadería, donde las evidencias indican que existe mayor deterioro en ejidos (Chavira, 2007; Molinar *et al.*, 1998).

La sobreexplotación de pastizales nativos de México y su conversión a tierras agrícolas son los fenómenos antropogénicos que más afectan su extensión, estructura y funcionamiento. Entre los principales factores asociados al cambio de uso de suelo destacan: 1) crecimiento poblacional, 2) crecimiento de la frontera agropecuaria y 3) urbanización. Dentro de éstas, la agricultura es la actividad que más ha propiciado el cambio de grandes superficies de pastizales (SEMARNAT 2006; Lezama y Graizbord



2010). Entre las consecuencias más importantes relacionadas están las alteraciones en ciclos bio-geoquímicos (agua y carbono) pérdida de biodiversidad y fragmentación del hábitat, entre otros (SEMARNAT 2006). Como resultado de la apertura de tierras a la agricultura, se crean diferentes tipos de infraestructura: 1) cercos, carreteras y vías de comunicación, 2) canales de riego y 3) áreas urbanas y agrícolas. Esto propicia el aislamiento de comunidades o individuos de diferentes especies, tanto fauna como flora silvestre. Como resultado, se interrumpe el flujo genético entre poblaciones y se propicia la invasión de especies no deseables. Los cambios de uso en el suelo producen alguno o varios de los siguientes efectos: 1) incremento en escurrimientos y erosión, 2) disminución de la diversidad biológica, 3) pérdida en concentraciones y especies de aves, 4) incremento en invasión de especies no nativas, 5) disminución en la cantidad de forraje y 6) reducción de especies vegetales de mayor valor nutritivo (ECOPAD, 2007). Uno de los Estados que más han presentado cambios de uso de suelo ilegales dentro de la Ecorregión Chihuahua y, entre 1978 y 2003, los pastizales medianos de este Estado han perdido cerca del 13% de su extensión (FMN, 2007; INIFAP, 2008). Del mismo modo ECOPAD (2007), menciona que del pastizal remanente, sólo 1% se considera en buen estado, mientras que el resto está en diversos grados de deterioro debido a la fragmentación, sobre-pastoreo y acelerada apertura de tierras a la agricultura. INEGI (2012), reporta para el periodo 2002–2005, una superficie total de pastizal para el país de 14 896 314 hectáreas y SEMARNAT (2009), menciona que la superficie de pastizal perdida por cambio de uso de suelo entre los años 2002-2007 en el país, fue de 42 110 hectáreas, con una tasa anual de cambio en porcentaje de -0.83. Para el Estado de Chihuahua, se calcula una pérdida de aproximadamente 400, 000 hectáreas de pastizal en los últimos cinco años, por apertura ilegal de la frontera agrícola (Carreón *et al.*, 2008). Ésto, sin contabilizar las ocurridas entre 2008 y 2011. Por ejemplo, en el Estado de Chihuahua existe sobreexplotación de acuíferos (Chávez-Rodríguez *et al.*, 2007; CNA, 2002a; 2002b; 2002c) mientras que más de 50 especies de flora silvestre con estatus de conservación federal se han visto afectadas (Royo y Melgoza, 2005). Aunado a lo anterior, el deterioro del suelo y áreas de pastoreo ocurre también por combinación de factores como cambio climático, sobrepastoreo, tala inmoderada, extracción excesiva de

productos naturales (madera, leña, carbón, plantas de uso artesanal, alimenticio, medicinal e industrial), sequías frecuentes y prolongadas, fuegos accidentales y provocados (Vallentine, 1980; Ibarra *et al.*, 2007, SEMARNAT, 2009). Según Cotler *et al.* (2007), hoy en día, la degradación de suelos en México ha tomado proporciones muy importantes, en cuanto a extensión, intensidad y el costo que conlleva su recuperación. Estas condiciones, a su vez, aumentan costos de producción y empobrecen a la población rural, hasta el punto de provocar su migración. Huss (1993), refiere que el sobrepastoreo, producto de periodos de pastoreo y recuperación inadecuados, asociado a tasas de ocupación excesivas y malos sistemas de manejo, dan como resultado pastoreo destructivo y constituyen una de las causas más importantes de la desertificación de tierras de pastoreo. De igual forma Whisenant (1999), menciona que la condición de la superficie del suelo es el factor causal más extendido en la degradación de la mayoría de pastizales, porque la cobertura vegetal proporciona estabilidad del suelo (habilidad de resistir las fuerzas erosivas), el funcionamiento hidrológico (infiltración y escurrimiento), ciclo de nutrientes y los procesos biológicos relacionados con la captura de energía.

Un estudio en la Cuenca del Río Juchipila, reportó que la cubierta de pastizales y tasa de degradación del suelo muestra tendencia creciente en 99.9% de la superficie afectada y solo en 0.1% en degradación es estable, al no incrementar ni disminuir (Márquez *et al.*, 2009). Muchas áreas del Desierto Chihuahuense aún cuentan con buena densidad y cobertura de pastos forrajeros, por lo que tiene potencial de recuperación al aplicar prácticas de manejo como ajuste de carga animal, rotación y descanso de potreros (Vallentine, 1980; Ibarra *et al.*, 2005). En otras áreas, sin embargo, se detecta deterioro severo, por lo que requiere de trabajo, siendo en la mayoría de los casos, necesaria la siembra de pastos, arbustos y árboles forrajeros, para recuperar su productividad (Monsen, 2004).

### **2.3. Recursos Genéticos para Rehabilitación de Agostaderos y Reconversión de uso Agrícola a Pastizales de Zona Árida**

Las zonas tropicales de México dependen de recursos genéticos importados, principalmente géneros nativos de África: *Brachiaria*, *Panicum*, *Pennisetum*, *Chloris*, *Hyparrhenia*, *Cenchrus*, *Cynodon* (Enríquez *et al.*, 2006; Enríquez y Quero, 2006). Contrariamente a los pastos utilizados en condiciones tropicales, en el caso de las zonas áridas y semiáridas del país donde los pastos forrajeros nativos se encuentran adaptados a condiciones de bajas temperaturas y sequías prolongadas, la erosión física y genética ha dado lugar a la reducción de gran cantidad de recursos genéticos de especies de *Bouteloua*, *Lycurus*, *Tripsacum*, *Leptochloa*, *Setaria*, *Panicum*, *Sporobolus*, etc. Estos pastos, además, cuentan con potencial productivo aún desconocido en la mayoría de los casos. Se ha trabajado en México, en especies con mayor potencial de soporte al pastoreo y establecimiento, principalmente de África, lo cual ha alterado las relaciones evolutivas de las especies nativas con el medio, reduciendo así el conocimiento del potencial forrajero de la diversidad nativa del México árido. La introducción de estas especies exóticas representa una amenaza, provocando problemas como desplazamiento de nativas por exóticas, incendios, alteración de ciclos biogeoquímicos y desconocimiento de la importancia de la conservación de estas especies para el pastoreo (Enríquez y Quero, 2007). En consecuencia, se ha promovido una base genética reducida en grandes superficies del territorio nacional. Por ejemplo, el 70% de la ganadería de Sonora se produce en 7% del territorio Sonorense en, prácticamente, un solo genotipo de Buffel (Enríquez y Quero, 2007). Ésto, puede provocar desastres como el de *Agave tequilana*, durante principios de este siglo; ó en *Brachiaria decumbens*, en Brasil en la década de 1980, donde la presencia de plagas y enfermedades destruyeron una base genética limitada (Enríquez y Quero, 2007). La diversidad genética de especies nativas adaptadas a condiciones extremas del Desierto Chihuahuense es importante dado que ésta es la fuente de riqueza de variabilidad para enfrentar condiciones desafiantes para la especie de interés. Las especies exóticas no típicas de América del norte han evolucionado a condiciones diferentes de producción, manejo y climatológicas por lo que su tolerancia es diferencial a las condiciones de los ecosistemas americanos (Enríquez y Quero, 2007).

De todas las alternativas de manejo y mejoramiento de recursos, la rehabilitación de agostaderos mediante la siembra parcial o total con especies forrajeras herbáceas o arbustivas es una de las prácticas más costosas (Ibarra *et al.*, 2005; Ibarra *et al.*, 2007), razón por la cual no se realiza en predios ganaderos. La siembra de pastos requiere normalmente de preparación de una cama adecuada para el establecimiento de plantas, semilla de buena calidad, siembra y manejo posterior adecuado para asegurar su establecimiento (Monsen y Stevens, 2004). La semilla de buena calidad para siembra de praderas es frecuentemente, el problema más difícil de resolver, debido a que no se produce semilla de calidad y precios accesibles localmente y, frecuentemente, se requiere de su importación, lo que incrementa costos. Generalmente, la semilla procedente de compañías serias, se produce bajo condiciones de riego y fertilización; se maneja en almacenes con temperatura, humedad y luz controlada; normalmente, cumple con los requisitos sanitarios de calidad de producción, se almacena protegida de insectos y enfermedades y cuenta con garantía de germinación y pureza (Monsen y Stevens, 2004). Este tipo de semilla, por lo general, es cara y se usa en bajas cantidades en los programas de siembra. Por otro lado, semilla colectada de pastos y arbustos bajo condiciones de temporal del agostadero, aunque puede ser de buena calidad, no presenta cuidados intensos en producción y acondicionamiento y su calidad está influenciada por el clima en que se produce y, debido a mal almacenamiento, es de menor calidad en comparación con aquella producida con infraestructura agrícola, de beneficio y almacenamiento adecuadas (Vallentine, 1980; Jorgensen y Stevens, 2004). Esta semilla normalmente resulta económica y es preferida por los productores y, aunque su calidad sea baja, se utiliza en mayor volumen (Martín-Rivera *et al.*, 2010).

## **2.4. Monografía de Especies Forrajeras: Atributos, Limitantes e Importancia para Zonas Áridas.**

### **2.4.1. Pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.**

Su distribución en América abarca desde Tierra de Fuego a Canadá (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Es una planta C<sub>4</sub> perenne, amacollada y se reproduce

apomícticamente, donde el embrión se origina de aposporia; su centro de origen está en México (Quero *et al.*, 2010a). Las variedades más usadas son Premier, Chih-75, INIA-207 y Reno.

La altura de planta varía de 50 a 80 cm de altura, produce de 30-50 espigas de 1 a 2 cm de largo, pendulosas y arregladas en un solo lado del raquis, éste de 15 a 25 cm de largo; de 5 a 8 espiguillas de 6 a 10 mm de largo, lemma fértil acutada, mucronulada y lóbulos intermedios subacutados (Gould y Kapadia, 1964). Las anteras son fértiles, de color rojo brillante y estigmas de color blanco y plumosos. El período de floración, condicionado por la humedad, ocurre de mediados del verano hasta principios de otoño. Cada lemma fértil tiene un solo grano. El sistema radical tiene raíces fibrosas y rizomas cortos. Banderita a menudo forma racimos apretados de cañas de sus rizomas, aunque también se producen como plantas dispersas (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Su hábitat son planicies y lomeríos rocosos (Gloria y Pérez, 1982). Este pasto se encuentra en varios tipos de praderas de montaña, de tierras altas y pastizales medianos abiertos (Anderson, 2003). Se recomienda sembrar 4 kg ha<sup>-1</sup> de SPV y tiene un rendimiento de MS de 1 400 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (Beltrán *et al.*, 2007). El rendimiento de semilla es variable, pero en condiciones de riego puede producir alrededor de 500 kg ha<sup>-1</sup> (Beltrán *et al.*, 2007).

#### **2.4.1.1. atributos y limitantes**

Tiene buen potencial productivo en condiciones de aridez, ya que durante la época invernal mantiene alrededor de 50% de digestibilidad (Anderson, 2003; Morales-Nieto *et al.*, 2008), tolera frío e inundaciones de manera regular (Beltrán *et al.*, 2007). Se adapta a amplia gama de suelos y condiciones climáticas (Gay *et al.*, 1970; Willard y Schuster, 1971).

#### **2.4.1.2. importancia en zonas áridas**

Al tener buena calidad de forraje en cualquier estadio, puede servir de banco de forraje en caso de sequía prolongada (Morales-Nieto *et al.*, 2008).

#### **2.4.2. Pasto Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths**

Otro sinónimo según Rzedowski (1988), es *B. oligostachya* (Nutt.) Torr. Es una planta C<sub>4</sub>, perenne, estolonífera y de reproducción sexual de la sección Chondrosium del género *Bouteloua* (Morales *et al.*, 2007; García-Sánchez y Monroy-Ata 2005). Su distribución es desde Oaxaca hasta Canadá y su centro de origen está en México (Quero *et al.*, 2010a).

Este pasto tiene alturas de 25 a 70 cm, hojas delgadas de 10 a 20 cm de largo, enrolladas en la base. La inflorescencia es de 2.5 a 5 cm de largo con 2 o 3 ramas rectas o curvadas, espigas de 1.5 a 4.5 cm de longitud, 5 a 7 mm de ancho, portando 40 a 100 espiguillas de 5 a 6.5 mm de longitud (Herrera, 2001). Las espiguillas y flores consisten únicamente de ovario y estambres cubiertos por palea y lema (ésta última generalmente “abraza” a la primera; Anderson, 2003). Estas flores ya sea solitarias o comúnmente en pequeños grupos, forman la espiguilla. Las raíces son fibrosas y pueden tener de 0.5 a 2 m de profundidad; ocasionalmente, subterráneos (rizomas) cortos y robustos (para absorber rápidamente la escasa precipitación). Navajita posee gran potencial forrajero y es considerada como la primera especie en importancia por su calidad (Herrera, 2001). Habita en zonas de pastizales y se encuentra como comunidad vegetal con todo el género *Bouteloua*. Su distribución altitudinal varía de 2250 a los 3100 m (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Se recomienda sembrar 4 a 5 kg ha<sup>-1</sup> de SPV y tiene un rendimiento de MS que varía de 1 a 1.5 t ha año<sup>-1</sup> (Medina *et al.*, 2001; Beltrán *et al.*, 2007). El rendimiento de semilla es variable y, dependiendo del manejo, se puede cosechar dos veces por año con una producción que varía de 200 a 400 kg ha<sup>-1</sup> (Beltrán *et al.*, 2007).

##### **2.4.2.1. atributos y limitantes**

Los factores que afectan la propagación de Navajita según García y Villa (1977), son la distribución de las lluvias y sobre todo, el manejo del pastoreo, y afirman que Navajita tiene tendencia a desaparecer debido al sobrepastoreo. Durante su crecimiento contiene de 12 a 15% de proteína cruda y 51% de digestibilidad *in vitro*;

en invierno, puede conservar alrededor del 50% de su valor nutritivo y apetencia para todo tipo de ganado (Morales, 1994). Tolera de manera regular frío y quema, pero no tolera la acidez ni inundaciones (Beltrán *et al.*, 2007).

#### **2.4.2.2. importancia en zonas áridas**

Al tener buena calidad de forraje en cualquier estadio (Morales *et al.*, 2009), puede servir de banco de forraje en caso sequía prolongada.

#### **2.4.3. Pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L.**

Originario del Sahel africano e India, fue introducido a Texas en 1940's y a México en 1950's. Es un pasto perenne C<sub>4</sub>, amacollado y apomíctico (Quero *et al.*, 2010a). Las variedades más utilizadas en México son: Común o T4464, Nueces, Frío y Zaragoza.

La altura de esta planta va de 0.3 a 2.0m. La longitud promedio de hojas es de 30 cm y ancho de 2-13 mm, glabras en su mayoría, a veces pilosas en la base. Las unidades de dispersión son fascículos, que están insertados a lo largo de un eje de zig-zag. Cada fascículo consta de una a cuatro espiguillas de 3.5-5 mm de largo. Cada fascículo está rodeado por un involucro de cerdas de hasta 16 mm de largo. La raíz es profunda (mayor de 2 m), con fuerte sistema radicular fibroso y alelopático (Hitchcock, 1971; COTECOCA, 1978). Buffel se encuentra a latitudes 33° S en el Sur de África, a 35 ° N en Siria y 37 ° N en Sicilia y desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm. Algunas variedades se adaptan a ambientes fríos de hasta -7 °C (Cox *et al.*, 1988). La precipitación donde se desarrolla es variable, pero va desde 250 mm. No sobrevive el anegamiento prolongado (hasta 5 días). Se desarrolla comúnmente en suelos arenosos, pero también está adaptado a suelos poco ácidos, limosos, arcillosos y rojos. El pH en donde mejor se desarrolla va de 7 a 8, pero soporta niveles de pH hasta 5.5. La semilla recién cosechada tiene alto nivel de latencia y la germinación mejora con almacenamiento de 6-18 meses después de la cosecha (Jiménez *et al.*, 2005). Los niveles de oxalato pueden causar osteodistrofia fibrosa en caballos y envenenamiento en ovejas jóvenes. Sin embargo, con niveles de oxalato solubles de 2.1% en la dieta, rara vez hay un problema con los rumiantes maduros (Cheeke, 1995).

La cantidad de semilla para la siembra es de 10 kg de SPV. El rendimiento de materia seca en temporal es de 1 300 a 2 700 kg MS ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> y 850 kg de semilla/ha/año en riego (Beltrán *et al.*, 2007). Los valores de proteína varían en el rango de 6 a 16% y la digestibilidad *in vitro*, dependiendo de la edad del crecimiento alrededor de 60% (García *et al.*, 2003).

#### **2.4.3.1. atributos y limitantes**

Tiene resistencia moderada a frío, inundaciones, salinidad y acidez. Es lento para establecerse en suelos arcillosos. Requiere buena fertilidad, en particular N, P y Ca. No tolera sombreo. Es resistente al pastoreo y corte moderado a 7 cm del suelo. En general, todas las variedades son resistentes al fuego. Es susceptible a mosca pinta y gusano soldado (Beltrán *et al.*, 2007).

#### **2.4.3.2. importancia en zonas áridas**

En los desiertos mexicanos ha sido de gran importancia para mantener la ganadería. Al producir semilla a temprana edad de rebrote, se esparce mas que cualquier pasto, por lo que invade lugares disturbados (Beltrán *et al.*, 2007). La siembra de Buffel permite aumentar la producción y tener explotaciones rentables y sustentables (Ibarra *et al.*, 2005).

#### **2.4.4. Pasto Rhodes *Chloris gayana* Kunth**

Cecil J. Rhodes colectó este pasto en Sudáfrica y lo introdujo a Australia a principios del siglo 20. Las variedades usadas en México son Común, Bell, Pioneer, Callide, Katambora y Pokott. Es una planta perenne C<sub>4</sub> apomíctica, amacollada y produce estolones; existen variedades diploides y tetraploides (Smith, 2012).

La altura de planta va de 0.5 a 1.2 m. La inflorescencia digitada comprende racimos de 4-15 cm de largas. Las espiguillas son de aproximadamente 3.5 mm de largo, que comprenden 3-4 flósculos. Las raíces están de 4 a 7 m de profundidad. Se encuentra en bosques abiertos y pastizales (zonas áridas y semiáridas), en márgenes de ríos,



lagos y llanuras inundadas estacionalmente, en amplia gama de suelos, pero generalmente se adapta bien a suelos alcalinos (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Se adapta bien al trópico seco y seco templado. En condiciones favorables de humedad, suelo y temperatura, es muy agresivo ya que se reproduce por semilla, rizomas y estolones (Medina *et al.*, 2001). Se desarrolla en suelos con pH entre 5.5 y 7.5, pero se adapta de 4,5 a 10 y precipitaciones de 500 a 1500 mm; tolera anegamiento estacional e inundaciones de 15 días, pero no fríos intensos, ya que se desarrolla entre 5 y 50°C de temperatura. Los niveles de proteína cruda varían con la edad del material y van desde 17% en hojas jóvenes, a 3% en hojas viejas (Ricci y Guzmán, 1992). La cantidad de semilla para siembra es de 3.5 kg de SPV ha<sup>-1</sup> y los rendimientos en temporal van de 2 a 4 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, dependiendo la variedad y manejo. La producción de semilla en condiciones de riego es de alrededor de 850 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

#### **2.4.4.1 atributos y limitantes**

Tiene alta tolerancia a pastoreo intensivo y fuego (Pérez *et al.*, 1998) y baja tolerancia a sombra (Medina *et al.*, 2001).

#### **2.4.4.2. importancia en zonas áridas**

Se adapta bien en zonas semiáridas entre 600 y 1 500 mnsn con buenas precipitaciones (Rzedowski y Rzedowski, 2001) y produce gran cantidad de materia seca en condiciones favorables.

### **2.5. Conclusiones de Revisión de Literatura**

Establecer pastos nativos o introducidos para rehabilitar terrenos degradados es importante para la sociedad en general, ya que los nativos mantienen su digestibilidad aún senescentes y los introducidos producen abundante materia seca. Para lograr lo anterior, México como un importante centro de origen, dispone de amplia diversificación de gramíneas, ya que se han detectado 1 119 especies, de las cuales 649 tienen uso forrajero, dentro de éstas, 229 presentan valor regular, 196 bueno y 45 excelente entre las que se encuentra el pasto Banderita y Navajita como las de mayor potencial en

zonas semiáridas; sin embargo, en México no se produce semilla para atender la demanda, por lo que regularmente ésta se tiene que importar.

Terrenos sin cobertura donde prevalecen especies de *Bouteloua*, están siendo ocupados por especies exóticas agresivas como Buffel, Rosado y Llorón, principalmente, por lo que es importante involucrarse en proyectos nacionales y estatales de recuperación de áreas de pastizal.

## **2.6. Literatura Citada**

- Anderson, M. D. 2003. *Bouteloua gracilis*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis>.
- Alcalá, G. C. H. 1995. Origen y distribución mundial. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. Patrocipes. Hermosillo, Sonora. Mexico. pp: 9-14.
- Beltrán, L. S., C. Loredó O., T. Núñez Q., L. A. González E., C. A. García D., J.A. Hernández A., J. Urrutia M., H. Gámez U. 2007. Navajita Cecilia y Banderilla Diana. Pastos sobresalientes para el altiplano de San Luis Potosí. INIFAP. Folleto Técnico Núm 33. 38p.
- Carreón H. E., J. C. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y T. Lafón A. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la eco región Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970-2000. Memorias del V Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Chávez-Rodríguez, A., A. Pinales-Munguía y R. de la Garza-Aguilar. 2007. Análisis de los estudios de disponibilidad del acuífero Laguna de Tarabillas y reevaluación de la misma mediante cuatro métodos hidrogeológicos alternativos. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Facultad de Ingeniería. División de Investigación y Postgrado. Tesis. Chihuahua, México, 45p.
- Cheeke, P.R. 1995. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. J. Animal Sci. 73: 909-918.

- Clayton, W. D. and S. A. Renvoize. 1986. *Genera graminum: Grasses of the World*. Kew Bull., Addit. Royal Botanic Gardens, London U.K. 389p.
- Cotler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina y L. Quiñones. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*. 83: 5-71.
- Cox J.R., M.H. Martin-R, F.A. Ibarra F. J.H. Fourie, N.F.G. Rethrnan y D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *J Range Manag.* 41: 127-139.
- Chavira R. 2007. Estado de salud de los pastizales en predios ejidales en el municipio de Janos, Chihuahua. Tesis Licenciatura. Facultad de Zootecnia, UACH. Chihuahua, Chih. 154p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Gaia Editores, S.A. de C.V. 30p. [http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital\\_natural\\_y\\_bienestar\\_social](http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital_natural_y_bienestar_social)
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002a. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Ascensión, Estado de Chihuahua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. 21p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002b. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Casas Grandes, Estado de Chihuahua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. 17p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002c. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Janos, Estado de Chihuahua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. 26p.
- Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1978. Determinación de los coeficientes de agostadero por estados SARH. México. 10 volúmenes.

- Dávila-Aranda, P., T. Mejía-Saulés M., M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J. Ortiz J., C. Morín, J. Castrejón, y A. Ocampo. 2006. Catálogo de las gramíneas de México. UNAM–CONABIO. México. 671p.
- De Alba, M. J. 1958. Alimentación del ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 168p.
- Dinerstein, E., G. Powell, D. Olson, E. Wikramanayake, R. Abell, C. Loucks, E. Underwood, T. Allnutt, W. Wettengel, T. Ricketts, H. Strand, S. O'Connor, and N. Burgess. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Conservation Science Program, World Wildlife Fund, Washington, D.C. 249p.
- De la Cerda, M. 1995. Las Gramíneas del Estado de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes. 325p.
- Estrategia para la Conservación para los Pastizales del Estado de Chihuahua (ECOPAD). 2007. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua, Chih. [www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/dc/Ecopad\\_2007.pdf](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/dc/Ecopad_2007.pdf)
- Enríquez, Q. J. F., N. Meléndez F. y D. Bolaños E. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7. División Pecuaria Veracruz, México. 262p.
- Enríquez, Q. J. F., A. R. Quero C, A. Hernández G., y E. García M. 2006. Azuche, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, forage genetic resources for floodplains in tropical Mexico. Genet. Resour. Crop. Evol. 53: 1405-1412.
- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 109p.
- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2007. Reseña de la producción y suministro de semilla de especies forrajeras en México. In: Ma. E. Velazco Z., A. Hernández G., R. Pérez Grovas y B. Sánchez M. Producción y Manejo de los Recursos Forrajeros Tropicales. U.A. Chiapas. pp: 217-237.
- Fondo Mundial para la Naturaleza (FMN). 2007. Análisis de cambios multitemporales en la Ecorregión Desierto Chihuahuense. Realizado por Enrique Carreón

- Hernández, PROFAUNA, para el Fondo Mundial para la Naturaleza. WWF, contrato KE40. 86p.
- García, D.G.J., R.G. Ramírez L., R. Faroughbakhcn, R. Morales R. y G. García Díaz. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomícticas y un híbrido de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Téc. Pec. Méx.* 41: 209-218.
- García, M. E., J. Villa V. 1977. Factores ambientales que afectan la distribución geográfica de *Bouteloua gracilis* (H.E.K.) LAG. en el estado de San Luis Potosí. *Agrociencia.* 28:3-29.
- García-Sánchez, R. y A. Monroy-Ata. 2005. Micrositios del pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del Altiplano Mexicano. *Rev. Esp. Cienc. Quí.- Biol.* 8: 61-70.
- Gay, Ch. W., D. D. Dwyer, and R. E. Steger. 1970. New Mexico range plants. New Mexico State University. Coop. Ext. Serv. Cir. 374p.
- Gloria, R. G. y L. Pérez R. 1982. Identificación de Plantas de Pastizal. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. 132p.
- González. E.M. y Y. Herrera A. 1991. Listados Florísticos de México. IX. Flora de Durango. Instituto de Biología, UNAM. México. D.F. 186p.
- Gould, G. W. and Z.J. Kapadia. 1964. Biosystematic studies in the *Bouteloua curtipendula* complex. II Taxonomy Brittonia. 16 p.
- Harlan, J. R. 1983. The scope for collection and improvement of forage plants. *In:* McIvor J. G. y R. A. Bray (eds.): Genetic resources of forage plants. East Melbourne: CSIRO, Australia. pp: 3-14.
- Henwood, W. 1998. An overview of protected areas in the temperate grasslands biome. *PARKS;* 8: 3-8.
- Herrera, A.Y. 2001. Las gramíneas de Durango. Instituto Politécnico Nacional. CONABIO. Durango, Dgo, México. 49p.
- Hitchcock, A. S. 1951. Manual of the grasses of the United States. Second Edition. USDA. Publication no. 200. Government Printing Office, Washington. 1051p.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. Range Management Principles and Practices. 3rd Edition. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, N.J. 230p.

- Huss, D. 1993. El papel del ganado doméstico en el control de la desertificación PNUMA-FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 113p.
- Ibarra, F. F., M. H. R. Martín, S. M. Moreno, F. G. B. Denogean, B. L. E Gerlach. 2005. El zacate Buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos en la zona serrana de Sonora. Rev. Mex. Agro. 9: 521-529.
- Ibarra, F. F., M. Martín R, A. Encinas B. y S. Pérez. 2007. Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo. Publicación Especial. Fundación Produce, Sonora, A. C. Hermosillo, Sonora, México. 21p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s>. Accesado el 11 de abril de 2013.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuarias y Forestales (INIFAP). 2008. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Compilador). Libro Técnico No. 2. INIFAP-CIRNOC. Chihuahua, Chih. México. 213p.
- Jiménez, G. C.A., L. H. Maciel P., A. de Alba A., F. González C. 2005. Siembra de Buffel. INIFAP Campo Experimental Pabellón. Folleto para Productores Núm. 37. INIFAP-CONAZA. 16p.
- Jorgensen, K. R. and R. Stevens. 2004. Seed collection cleaning and storage. In: S. B. Monsen, R. Stevens and N. L. Shaw (Comp.). Restoring western ranges and wildlands. USDA. For. Serv. Rocky Mountain Research Station. Gen. Tech. Report RMRS-GTR. pp: 699-716.
- Karl, J. y J. Hoth (Eds.) Áreas Prioritarias para la Conservación de Pastizales de América del Norte/ North American Grasslands Priority Conservation Areas. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte y The Nature Conservancy. Montreal. Canada.
- [www.cec.org/Storage/57/4975\\_GPCA\\_Technical\\_Report\\_en.pdf](http://www.cec.org/Storage/57/4975_GPCA_Technical_Report_en.pdf)

- Keese, K. B. Scanlon and R. Reedy. 2005. Assessing controls on diffuse groundwater recharge using unsaturated flow modeling. *Water Resources Research*. Vol. 41: 1-12.
- La Opción de Chihuahua. 2012. Inicia el programa de Resiembra en Chihuahua. Periódico [http://www.laopcion.com.mx/n/id\\_186410.html](http://www.laopcion.com.mx/n/id_186410.html), consultado el 22 de abril de 2013.
- Lemaire, G., J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger and P.C. de F. Carvalho. 2000. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CABI Publishing. Printed in UK. London. 411p.
- Lezama, J. L. y B. Graizbord. 2010. MEDIO AMBIENTE. *In: Ordorica M. y Prud'homme J-F. (Coordinadores). Los grandes problemas de México 2010. El Colegio de México. 137p.*
- Mark, A. and K. Dickinson, 2008. Maximizing water yield with indigenous non-forest vegetation: a New Zealand perspective. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 6: 25–34.
- Márquez, M. M, G. Ruiz R., R.D. Valdez C., F. Blanco M. y V.G. Pérez P. 2009. Estado de degradación del suelo en los pastizales de la Cuenca del río Juchipila. VI Simposio Internacional de Pastizales. pp: 16-26.
- Martín-Rivera, M. H., F.A. Ibarra-Flores, F.G. Denogean-Ballesteros, S. Moreno-Medina y R. Salazar-Rodríguez. 2010. El uso de semilla de gramíneas de origen local para la rehabilitación de agostaderos en México. VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. CIR-Noroeste-INIFAP. pp: 545-560.
- McVaugh, R. 1983. Graminae *In: W. R. Anderson (ed.), Flora Novo-Galiciana*. Vol. 14. University of Michigan Press, Ann Arbor. pp: 1- 223.
- Medina G. G., H. Salinas G., F.A. Rubio A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el Estado de Zacatecas. INIFAP. Libro técnico. 97 p.
- Molinar H., F, S. Gómes H., J.L. Holechek and R. Valdéz. 1998. México, Macro-economics and Range Management. *Rangelands*. 20:16-23.
- Monsen, S. B. 2004. Restoration or rehabilitation through management or artificial treatments, *In: S. B. Monsen, R. Stevens and N. L. Shaw (Comp.). Restoring*

- western ranges and wildlands. USDA. For. Serv. Rocky Mountain Research Station. Gen Tech Report RMRS-GTR-136 vol 1. pp: 25-32.
- Monsen, S. B. and R. Stevens. 2004. Seedbed preparation and seedling practices, p 121-154. *In*: S. B. Monsen, R. Stevens and N. L. Shaw (Comp.). Restoring western ranges and wildlands. USDA. For. Serv. Rocky Mountain Research Station. Gen.Tech. Report RMRS-GTR-136 vol 1.
- Morales, N. C. R. 1994. Características de los principales zacates forrajeros para zonas áridas. Folleto técnico No. 2. INIFAP, CIRNOC. Campo Experimental La Campana, Chihuahua. México.
- Morales, N.C., A.R. Quero C. y C.H. Avendaño A. 2007. Caracterización de la diversidad nativa del zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], mediante su nivel de ploidía. *Téc. Pec. Méx.* 45: 263-278
- Morales-Nieto C.R. A.R. Quero-Carrillo, J. Pérez-Pérez, A. Hernández-Garay y O. Le-Blanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. *Agrociencia.* 42: 767-775.
- Morales, N.C., L. Madrid P., A. Melgoza C., M. Martínez S., S. Arévalo G., Q. Rascón C., P. Jurado G. 2009. Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Téc. Pec. Méx.* 47: 245-256.
- Pérez, H. E., E. Taleisnik, J. Bravo S., L. García S. y D. Orellana. 1998. Respuesta a la Salinidad de Cultivares de Grama Rhodes: I Componentes del Rendimiento. *Rev. Arg. Prod. Animal.* 18: 185-186.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR), 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J.C. Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64p.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o *status quo*. *Interciencia.* 32: 566- 571.



- Quero, C. A.R., J.F. Enríquez Q., C.R. Nieto N, L. Miranda J. 2010a. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. Rev. Mex. Ciencias Pec. 1: 25-42.
- Quero, C. A.R, A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P., y H. M. Sánchez H. 2010b. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. *In*: M.E. Velazco, G. A. Hernández, R.A. Pérez G. Grovas G y M. B. Sánchez (eds.). Los Forrajes y su Impacto en el Trópico. Tuxtla Gtz. Chiapas. pp: 1-21.
- Ramírez-Serrano, C. 2010. VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. CIR-Noroeste-INIFAP. Conferencia Magistral. pp: 11-13.
- Royo M., M., y A. Melgoza C. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. Campo Experimental La Campana – INIFAP. Chihuahua, Chihuahua, México. 43 p.
- Ricci, H. R. y L. Guzmán P. 1992. Efecto de la Fecha de Rezago sobre la Producción de Materia Seca, Disponibilidad y Calidad Invernal del Diferido de Grama Rhodes cv. Tuc La Oriental (*Chloris gayana* Kunth). Rev. Ind. Agric. de Tucumán. 69: 1-2.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432p.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 504p.
- Samson, F. y F. Knopf. 1996. Prairie Conservation: Preserving North America's Most Endangered Ecosystem. Island Press. USA
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006. El Medio Ambiente en México 2005: en resumen. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 91p. México. [http://www.Semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen](http://www.Semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen).
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 357p.

[http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/index\\_informes.html](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/index_informes.html)

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México D. F. 78p.

Servicio de Búsqueda de Negocios (SBN). 2013. Disponible en: <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Mexico/Semillas-frutos-oleaginosos-semillas-frutos-diversos-plantas-industriales-medicinales-paja-forrajes/MX/12>, consultado el 12 de abril de 2013.

Smith, Jr. J.P. 2012. The Jepson Manual Vascular Plants of California, Second Edition. Edited by James C. Hickman. 1 600p.

Vallentine, J. F. 1980. Range development and improvements. 2<sup>nd</sup> Ed. Provo, UT. Brigham Young University Press. USA. 545p.

Villamar, A. L. 2008. Situación del Sector Pecuario en México. En: Taller sobre captura y aprovechamiento de metano proveniente de residuos agropecuarios. Morelia, Michoacán. 25p. Disponible en: [http://www.globalmethane.org/documents/events\\_ag\\_20080423\\_luis\\_villamar\\_angulo.pdf](http://www.globalmethane.org/documents/events_ag_20080423_luis_villamar_angulo.pdf). Accesado el 14 de abril de 2013.

Villaseñor, J.L. y F. J. Espinosa G. 1998. Catálogo de Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 449p.

Whisenant, S. G. 1999. Repairing damaged wildlands: a process-oriented, landscape-scale approach. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 312p.

Willard, E. E. and J. L. Schuster. 1971. An evaluation of an interseeded sideoats gramma stand four years after establishment. J Range Manag. 24: 223-226.

**3. ANÁLISIS DE SEMILLAS DE DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS  
Y CLASIFICACIÓN DE CARIÓPSIDES**

## ANÁLISIS DE SEMILLAS DE DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS Y CLASIFICACIÓN DE CARIÓPSIDES

### 3.1. Resumen

Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar física y fisiológicamente a unidades de dispersión completas (diásporas) de dos pastos nativos y dos introducidos, así como la definición de dimensiones de cariósides para su clasificación en chicos, medianos y grandes, para cada especie. Se adquirió la semilla experimental base de las especies estudiadas, el tres de febrero de 2010. A partir de una muestra de trabajo considerable (450g), se homogenizó y, de acuerdo a las reglas de ISTA, se realizaron pruebas para caracterizar el material experimental (semilla original): pureza, humedad, pureza física, peso de mil semillas, número de cariósides en 100 diásporas, número de cariósides y diásporas por kg, viabilidad y germinación tanto en cariósides como diásporas. También se midió la dimensión morfológica de 200 cariósides. En la caracterización de las semillas, se usó un diseño Completamente al Azar y se analizaron con GLM de SAS y para determinar el diámetro de tamices, fue en base a frecuencias de tamaño. Dentro de la caracterización física y fisiológica, no hubo diferencia en pureza física de cariósides y viabilidad ( $P > 0.05$ ). De acuerdo a ISTA, las semillas cumplieron con los requisitos en la caracterización, a excepción de pureza en pasto Buffel; ya que fue menor de 85%. La germinación en pastos introducidos fue menor a la viabilidad, debido a latencia por brácteas accesorias y por embrión. Los tamaños de tamiz para Banderita y Buffel fue 0.50, 0.59 y 0.70 y para Navajita y Rhodes 0.42, 0.50 y 0.59 mm, respectivamente.

**Palabras clave:** cariósides, caracterización, clasificación, pastos.

## **ANALYSIS OF SEEDS OF TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES AND CARYOPSES CLASSIFICATION**

### **3.2. Abstract**

The objectives of this study were to characterize physically and physiologically complete dispersal units (diaspores) in two native and two introduced grasses, as well as determine caryopsis dimensions to classify these as small, medium and big sized caryopsis through sieves. Diasporas were purchased on February 3<sup>rd</sup>, 2010 for Sideoats Grama, Blue Grama grass, Buffel and Rhodes. Working samples (450g) were homogenized according to ISTA rules in for purity, moisture, physical purity, weight of 1000 seeds, number of caryopsis in 100 diaspores, number of caryopses and diaspores per kg, viability and germination in caryopses and diaspores. The thickness dimensions of 200 caryopses were also measured. In the characterization of the seeds, a completely randomized design was used and data analyzed using GLM of SAS and the determination of the diameter sieves, was based on thick frequencies. Within the physical and physiological characterization, there was no difference in physical purity and viability caryopses ( $P > 0.05$ ). In concordance with the ISTA rules, the experimental seed had fulfilled the requirements except in the purity of buffel grass, since it was less than 85%. The introduced grasses did not reach expected germination levels on base to their viability was lower due to embryo latency embryo and flower structures. Sieve sizes in Side oats grama and Buffel grass were 0.50, 0.59 and 0.70mm and 0.42, 0.50 and 0.59 mm for Blue grama and Rhodes grass, respectively.

**Keywords:** caryopses, characterization, classification, pastures.

### **3.3. Introducción**

El análisis de semillas se utiliza para el control de los parámetros de calidad durante el manejo de semillas y, los resultados de las pruebas, representan parámetros estándar como: peso de semillas, contenido de humedad, pureza, germinación y viabilidad. Dado que las semillas se comercializan generalmente en base a peso, estos parámetros de calidad de semillas esencialmente representan ventajas económicas. Los métodos ampliamente adoptados de análisis de semillas estandarizadas siguen las recomendaciones de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), que se fundó en 1931 y ahora se revisa y actualiza cada tres años. Las normas ISTA contienen, además de los procedimientos de análisis de semillas estándar, directrices específicas para una serie de especies.

El muestreo está sujeto a gran cantidad de dificultades prácticas porque un lote de semillas nunca es completamente homogéneo; por ejemplo, las semillas almacenadas en bolsas o recipientes tienden a estratificarse de acuerdo a densidad específica por efecto de la gravedad y cualesquiera otras características físicas durante la manipulación (ISTA 1996). Además, el ambiente externo tiene influencia mayor en las semillas situadas en una posición exterior o superior del lote de semillas en comparación a los situados en el interior. Por tanto, una muestra tomada de la parte superior de un recipiente puede contener semillas que son, en promedio, más pequeñas, más ligeras, más secas o tienen diferente viabilidad de la semilla promedio. También las impurezas tienden a estratificarse por el impacto de la manipulación mecánica. Si un lote de semillas contiene una gran cantidad de materia inerte, un porcentaje de pureza tomado de la parte superior y la parte inferior de los contenedores o bolsas puede ser muy diferente (Peterson, 1987).

#### **Los objetivos del presente trabajo fueron:**

Caracterizar física y fisiológicamente a unidades de dispersión completas y determinar el diámetro de tamices para separar eficientemente a cariósides en chicos, medianos y grandes, en dos especies nativas y dos introducidas.

### 3.4. Materiales y Métodos

La caracterización de la semilla se realizó del cuatro al 12 de febrero de 2010 en el laboratorio de Análisis del Programa de Semillas, en el *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados. La información de manejo de los pastos, antes de la adquisición de las semillas (3 de febrero de 2010) como fecha de cosecha y forma de almacenamiento, se desconoce (Cuadro 3.1).

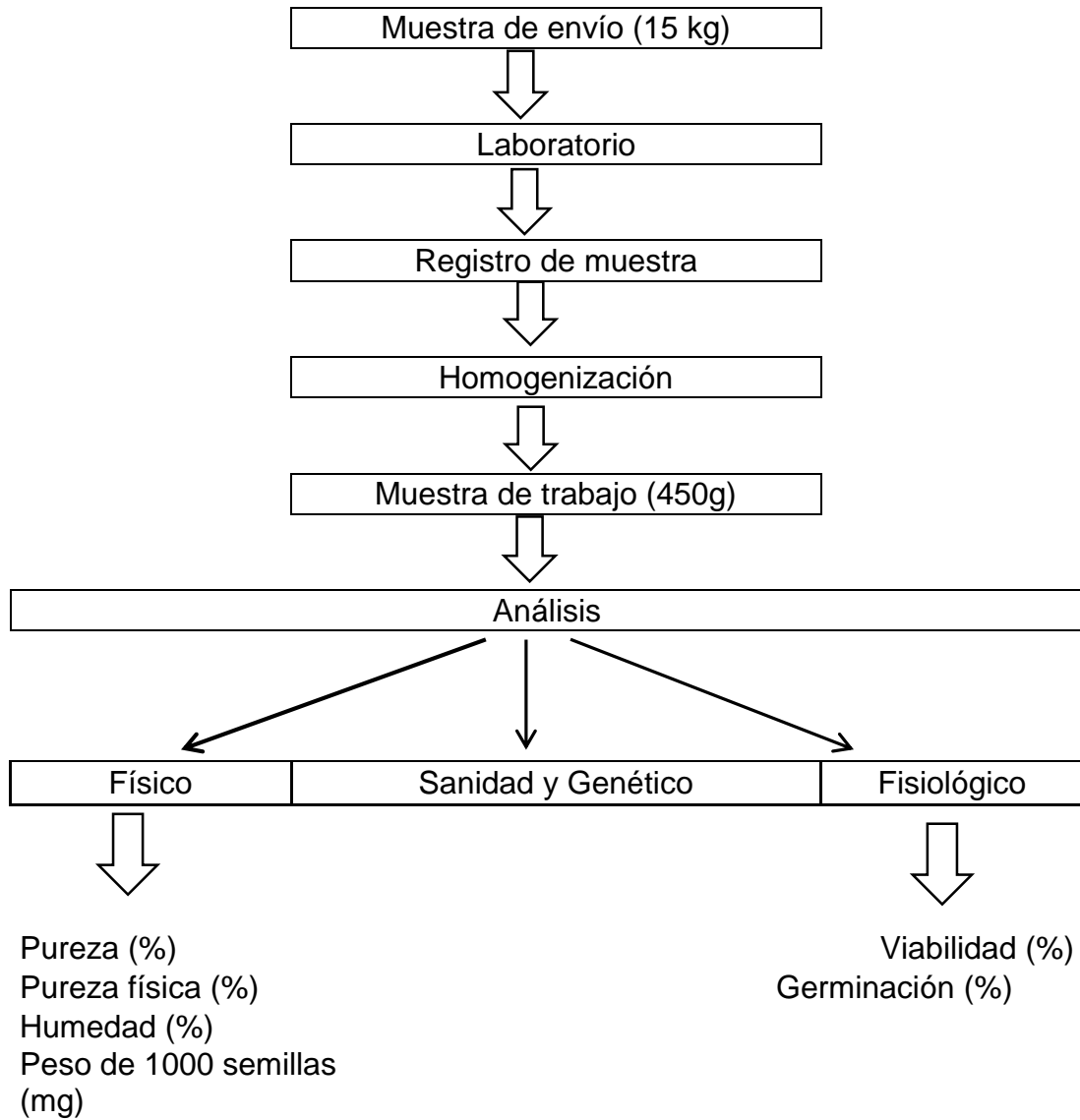
Cuadro 3.1. Características generales las semillas experimentales.

Continente de origen	Nombre común	Nombre científico	Variedad	Ciclo agrícola	Lugar de procedencia	Precio kg
África	Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Común	2008	SLP, Méx.	\$80
África	Rhodes	<i>Chloris gayana</i>	Bell	2008	Jalisco, Méx.	\$70
América	Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Común	2007	Texas, E.U.	\$\$20
América	Banderita	<i>B. curtipendula</i>	Reno	2006	Texas, E.U.	\$\$20

\$=pesos M.N.; \$\$= dólares Estadounidenses.

La unidad de dispersión completa o diáspora de cada especie (glumas, lema, palea, ramillas y aristas y, en su caso, carióspside) se manejó en caja de 50 litros, se homogenizó manualmente, se tomaron tres muestras de 150g para el análisis y, posteriormente, se colocó en costales de polietileno para la determinación del contenido de humedad. Posteriormente, los costales correspondientes a cada especie, se colocaron por origen en contenedor de 200 litros, se aplicó fosforo de aluminio cada cuatro meses y se selló completamente. El esquema general para el análisis de semillas se muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1. Procedimiento para el análisis de semillas en laboratorio.



Una vez homogenizada la muestra de 450g para cada especie de pasto, se realizó el análisis físico y fisiológico. Para peso de mil diásporas y mil cariósides se tomaron ocho repeticiones de 100 semillas, mientras que en el resto de las variables, se llevó a cabo con cuatro repeticiones.

### 3.4.1. Tratamientos

Los tratamientos fueron las cuatro especies de pasto, para zonas áridas.



### **3.4.2. Variables del análisis físico**

#### **3.4.2.1. pureza**

A partir de la muestra de trabajo, se pesaron cuatro repeticiones de 3 g de cada especie y se separó en tres componentes: semilla de la especie de interés otras semillas y material inerte (piedras, partículas de suelo y fragmentos de plantas). Según ISTA (1996), considera semillas normales o intactas de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a la especie analizada.

Para obtener la pureza se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Pureza} = \frac{\text{Peso de semilla pura (g)} \times 100}{\text{Peso total de la muestra}}$$

#### **3.4.2.2. contenido de humedad**

Se usó el método directo de estufa, el cual, consistió en pesar una muestra de 24g de cada especie, obtenida del recipiente cerrado herméticamente; la cual se separó en cuatro submuestras de 6g y cada una se colocó en recipiente de metal con tapa, mismos que se pesaron antes y después de ingresar a la estufa. La estufa se calibró a  $103 \pm 1$  °C y las muestras se mantuvieron por 6h. Se determinó el contenido de humedad mediante diferencia de peso de semilla antes y posterior al secado (Moreno, 1996).

#### **3.4.2.3. pureza física de diásporas**

Se calculó al pesar cariósides en cada especie en cuatro repeticiones de 30g; a partir de la muestra de trabajo, se eliminaron brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramillas y aristas) mediante cajón y almohadilla forrados con caucho corrugado y se pesaron tanto cariósides como estructuras florales.

#### **3.4.2.4. pureza física de carióspsides**

A partir de carióspsides obtenidos en pureza física de diásporas, se pesaron cuatro repeticiones de 3g de cada especie y se separaron carióspsides dañados. El resultado de ésta variable, representa el porcentaje de carióspsides dañados.

#### **3.4.2.5. peso de mil diásporas**

Se contaron ocho repeticiones de 100 diásporas tomadas al azar a partir de la muestra de trabajo y se pesó cada una. Posteriormente, se calculó el coeficiente de variación, que fue menor de 4.0; el peso de 1000 diásporas se obtuvo al multiplicar por diez la media aritmética de las ocho repeticiones (ISTA, 1996).

#### **3.4.2.6. peso de mil carióspsides**

De los carióspsides obtenidos en pureza física para cada especie, se separaron carióspsides enteros, rallados y rotos (pero con mas del 50% del carióspside). Se contaron ocho repeticiones de 100 carióspsides tomados al azar, se pesó cada uno y se calculó el Coeficiente de Variación (CV), el cual fue menor a 4.0; el peso de 1000 carióspsides se obtuvo al multiplicar por diez la media aritmética de las ocho repeticiones (ISTA, 1996).

#### **3.4.2.7. número de carióspsides en 100 diásporas**

Con el fin de tener una mejor caracterización de semilla de las especies evaluadas, a partir de la muestra de trabajo, se realizaron cuatro muestreos de 50 diásporas (unidades de dispersión con brácteas accesorias) tomadas al azar y, de manera manual, con ayuda de pinzas de disección y microscopio estereoscópico, se eliminaron brácteas accesorias separándose los carióspsides (cuando presentes) y definiéndose el contenido de carióspside medio por diáspora.

#### **3.4.2.8. número carióspsides o diásporas por kg**

De los carióspsides obtenidos en la determinación de pureza física, en cada especie, se pesaron cuatro repeticiones de un gramo y se contó la cantidad de carióspsides

contenidos y posteriormente, mediante regla de tres, se calculó el contenido respectivo, por kg.

#### **3.4.2.9. determinación de tamices para clasificar cariósides**

Se tomó la lectura de las dimensiones de 200 cariósides tomados al azar de cada especie de pasto, con ayuda de vernier. Se registraron las frecuencias de cada medida y, en base a los cambios drásticos entre frecuencias de grosor, se determinó el tamaño de tamiz para separar en tres categorías: chica, mediana y grande (Jakobsson y Eriksson, 2000).

#### **3.4.3. Variables del análisis fisiológico**

##### **3.4.3.1. viabilidad**

Se muestrearon al azar 150 cariósides de cada especie, los cuales se embebieron durante 10h. Posteriormente, se disectaron lateralmente para exponer estructuras embrionarias a tetrazolio (2,3,5-cloruro de trifenil tetrazolio; 0.1%). Los cortes se colocaron en caja petri (25 por repetición) y permanecieron sumergidos por 12h a temperatura de laboratorio, en sombra. Posteriormente, la solución se decantó y se lavó a los cariósides con agua destilada, colocándose en papel filtro húmedo. Para evaluar la viabilidad, con ayuda de microscopio estereoscópico, se valoraron por tinción: rojo intenso a rosa fuerte: viables; rosa pálido a blanco: no viables (ISTA, 1996).

##### **3.4.3.2 germinación de diásporas**

Para cada especie, se pesaron 15 g de diásporas y posteriormente se desinfectaron con solución de hipoclorito comercial al 0.6% durante cinco minutos, se enjuagaron con agua destilada y secaron a la sombra en ambiente de laboratorio. Se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas viables en charolas (40x25x10cm) sin tapa, en peat moss humedecido, a 0.5cm de profundidad (ISTA, 1996). Se colocó la siembra en cámara de ambiente controlado a  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$  con 24h luz fluorescente. Se regó cada 72h con 100 ml de agua destilada por aspersion y se contaron plántulas normales cada 24h durante 25 días.

### **3.4.3.3 germinación de cariósides**

Se tomaron 10g de diásporas de cada especie, se eliminaron las brácteas accesorias con tapete y almohadilla de cuacho corrugado, los cariósides se desinfectaron con hipoclorito de sodio comercial al 0.6% durante tres minutos, éstos se enjuagaron con agua destilada y se secaron a la sombra en laboratorio. Posteriormente, se sembró en base a SPV, en cajas de plástico transparente con tapa y ventilación, sobre papel filtro humedecido; las cuales, se colocaron en cámara de ambiente controlado con 24h de luz fluorescente a  $22 \pm 2$  °C. Se regó cada 72h con 30 ml de agua destilada, aplicándola por debajo del papel filtro. Se contó la germinación de plántulas normales cada 24h durante 15 días (ISTA, 1996).

### **3.4.4. Diseño experimental y análisis de datos**

Se usó un diseño Completamente al Azar y para analizar datos el procedimiento GLM de SAS (2003).

## **3.5. Resultados**

Se observaron diferencias en la caracterización de semilla ( $P < 0.05$ ) a excepción de pureza física de cariósides y viabilidad ( $P > 0.05$ ; Cuadro 3.2). En pureza física, Navajita mostró mayor proporción de cariósides respecto a brácteas accesorias (BA), mientras Banderita, Buffel y Rhodes, fueron similares ( $P > 0.05$ ), en tanto que la cantidad de cariósides rotos como resultado del método de beneficio utilizado, fue bajo ( $P > 0.05$ ); ya que fue menor de 4%. En peso de 1000 diásporas se observaron diferencias para las cuatro especies ( $P < 0.05$ ) y Buffel mostró mayor peso, debido al tipo de unidad de dispersión (fascículo); sin embargo, no se reflejó en mayor peso de cariósides; ya que, Banderita mostró mayor peso (714 mg por 1000 cariósides). En número de cariósides por 100 diásporas se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) y Navajita mostró mayor porcentaje, seguido de Buffel, Rhodes y Banderita. Mayor cantidad de unidades de dispersión se encontró en pastos introducidos en comparación a nativas. La viabilidad de cariósides es alta ( $\geq 84\%$ ); sin embargo, en especies introducidas, se observó poca germinación, debido a latencia embrionaria. Los tamaños de tamiz (Figura 3.2) de acuerdo a las frecuencias y los cambios drásticos en ellas,

para separar los cariósides en chicos, medianos y grandes de pasto Banderita y Buffel fueron 0.50, 0.59 y 0.70 mm, respectivamente y para Navajita y Rhodes 0.42, 0.50 y 0.59 mm, respectivamente. La proporción de cariósides chicos, medianos y grandes en Banderita fue 11, 79 y 10, para Navajita fue 11, 29 y 60, para Rhodes fue 31, 46 y 22% y, para Buffel, fue 5, 23 y 72%.

### **3.5. Discusión**

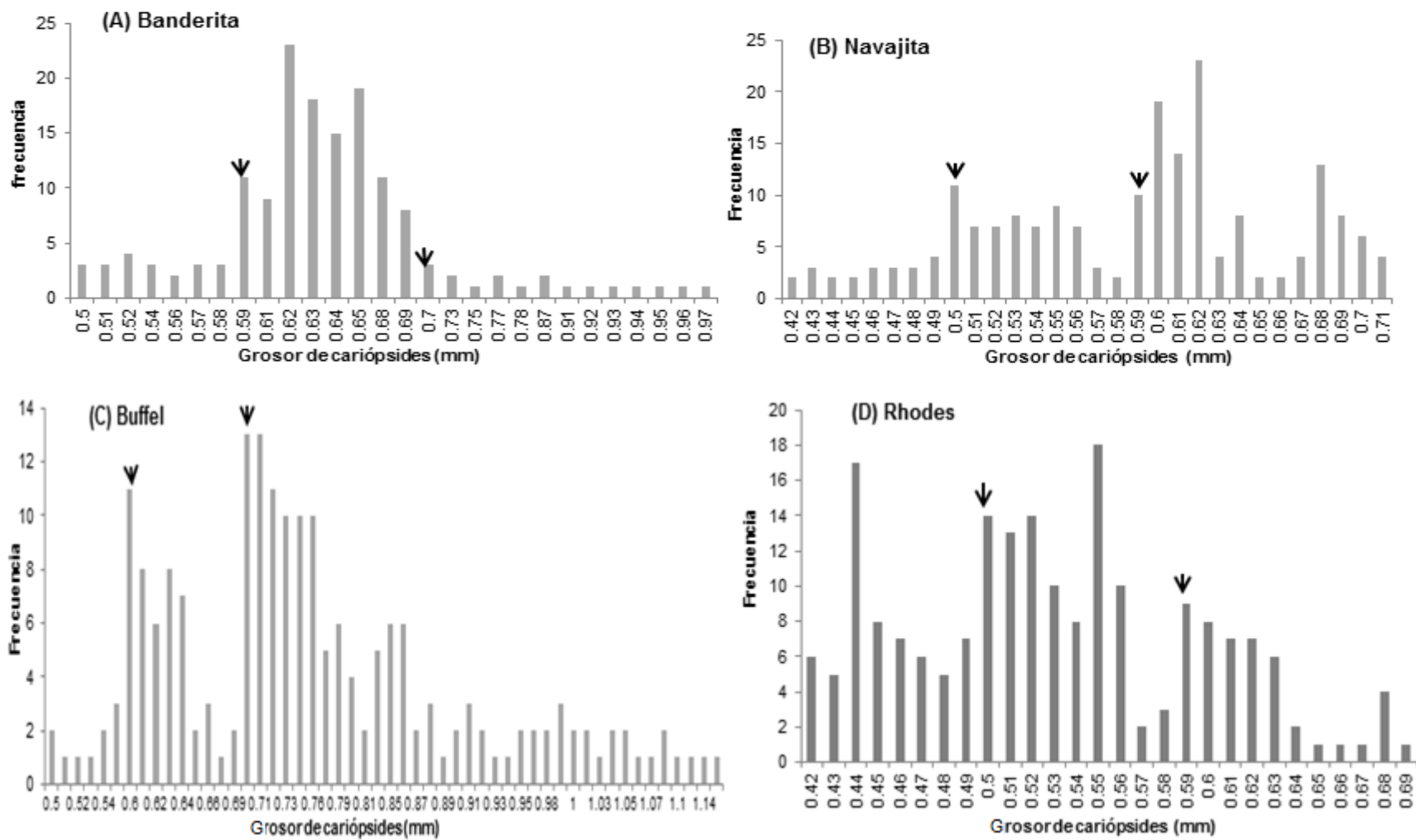
La pureza de Banderita, Navajita y Rhodes (mayor de 93%) es un valor aceptable, a excepción de Buffel ( $\leq 83\%$ ); ya que, en semilla de pastos, lo recomendable es que tenga  $\geq 85\%$  de pureza (ISTA, 1996). La humedad está en el rango en el cual, las semillas no sufren daño para su almacenamiento (Moreno, 1996). La pureza física es un indicador sólido de calidad, el cual, es imposible de apreciar a simple vista, especialmente en diásporas, ya que las brácteas accesorias (BA) impiden observar el contenido y madurez de cariósides (Larsen y Andreasen 2004) como ocurre en gramíneas comercializadas en México (Quero *et al.*, 2010). Por tanto, al producir semilla se debe poner énfasis en obtener la máxima calidad genética, física y fisiológica de ésta, ya que influye el ambiente de producción, cosecha, beneficio y almacenamiento (Probert y Hay, 2000). Se observó menor germinación en pastos introducidos; ya que los inhibidores de la germinación no permitieron la manifestación de las primeras estructuras visibles, como radícula y coleoptilo (Tian *et al.*, 2002). La correlación entre tamaño de semilla y tamaño de plántulas es importante para tener éxito en el establecimiento (Jakobsson y Eriksson, 2000).

Cuadro 3.2. Caracterización inicial de semilla de los lotes experimentales de cuatro especies de gramíneas.

Especie	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Banderita	98 <sup>a</sup>	11.4 <sup>ab</sup>	24 <sup>b</sup>	97 <sup>a</sup>	962 <sup>b</sup>	714 <sup>a</sup>	23 <sup>d</sup>	1039 <sup>c</sup>	1401 <sup>d</sup>	92 <sup>a</sup>	74 <sup>b</sup>	96 <sup>a</sup>
Navajita	96 <sup>ab</sup>	12.3 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	589 <sup>c</sup>	513 <sup>c</sup>	62 <sup>a</sup>	1695 <sup>b</sup>	1949 <sup>b</sup>	84 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>
Buffel	83 <sup>c</sup>	11.4 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>	97 <sup>a</sup>	2606 <sup>a</sup>	649 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>	384 <sup>d</sup>	1540 <sup>c</sup>	86 <sup>a</sup>	11 <sup>d</sup>	12 <sup>c</sup>
Rhodes	93 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	98 <sup>a</sup>	292 <sup>d</sup>	229 <sup>d</sup>	32 <sup>c</sup>	2413 <sup>a</sup>	4367 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	55 <sup>c</sup>	88 <sup>b</sup>
DMSH	4.75	0.75	4.87	2.2	12.3	20.72	6.78	35.5	33.4	8.9	8.31	5.0

\*1. Pureza (%); 2. Humedad (%); 3. Pureza física (%); 4. Pureza física cariósides (%); 5. Peso de mil diásporas; 6. Peso de mil cariósides (mg); 7. Número de cariósides en 100 diásporas; 8. Número de diásporas (miles) por kg; 9. Número de cariósides (miles) por kg. 10. Viabilidad (%); 11. Germinación diásporas (%); 12. Germinación cariósides (%).

Figura 3.2. Dimensiones de 200 carióspsides de pasto Banderita (A), Navajita (B), Buffel (C) y Rhodes (D).



### **3.5. Conclusiones**

El análisis de semillas en gramíneas con unidades de dispersión que incluye brácteas accesorias, cumplió con los requisitos de ISTA (a excepción de pureza en pasto Buffel) al ser analizados física y fisiológicamente. Las cuatro especies tuvieron buena viabilidad, pero la germinación de los pastos introducidos tanto en diásporas como cariósides, estuvo influenciada por inhibidores de la germinación.

En la determinación de tamaño de tamiz para cada tamaño de cariósido, pasto Banderita y Buffel coincidieron en el diámetro de tamices, así como Navajita y Rhodes.



### 3.6. Literatura Citada

- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. & Tech.* 24 (suppl): 243p.
- Larsen, S. U. and C. Andreassen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Sci.* 44: 1710–1720.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. ed. UNAM. México, D. F. 393p.
- Jakobsson, A. and O. Eriksson. 2000. A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grasslands plants. *OIKOS.* 88: 494-502.
- Peterson, J. 1987. Seed testing procedures for native plants. In: *Germination of Australian native plant seed* (Langkamp, P. (ed.)). Inkata Press, Melbourne, Australia. pp 31-45.
- Probert, R. J. and F. R. Hay. 2000. Keeping seed alive. *In: Bewley DJ and Black M (eds.). Seed Technology and its Biological Basis.* CRC press LLC. Great Britain. pp: 390-393.
- Quero, C. A. R., A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P. y M. Sánchez H.. 2010. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. *In: Memoria del I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales.* Chiapas, México. pp: 94-98.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1167p.
- Tian, X., A. D. Knapp, K. J. Moore, E. C. Brummer and T. B. Bailey. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. *Crop. Sci.* 42: 185–189.

**4. DESARROLLO MORFOLÓGICO DE PLÁNTULAS DE GRAMÍNEAS, EN  
FUNCION ALTAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN**

## DESARROLLO MORFOLÓGICO DE PLÁNTULAS DE GRAMÍNEAS, EN FUNCION ALTAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN

### 4.1. Resumen

Para comparar el desarrollo morfológico de plántulas, se evaluaron dos tamaños de cariósido (TC): grande y chico, en Banderita y Navajita; así como Buffel y Rhodes. En invernadero, se realizaron muestreos destructivos de macetas a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds); se evaluó biomasa de hoja, tallo, raíz, inflorescencia, así como tasa de crecimiento de hoja, raíz, biomasa total, área foliar específica, duración del área foliar, relación embrión: endospermo y relación raíz: parte aérea. La información se analizó mediante un diseño Completamente al Azar con SAS (Tukey;  $P < 0.05$ ) y se determinó la correlación entre área foliar y número de vástagos. Los resultados indican que en especies nativas, el TC y embrión fueron determinantes en el desarrollo de biomasa total, mediante su influencia en la tasa de crecimiento de la parte aérea y raíces ( $P < 0.05$ ) por otra parte, en especies introducidas, la influencia del TC y embrión, influyeron el desarrollo vegetal de manera parcial. Mayor área foliar específica se correlacionó positivamente con mayor número de vástagos y ésta, en especies nativas, mostró un aumento constante durante el total del periodo evaluado; contrariamente a lo observado en especies introducidas, donde el área foliar específica disminuyó a mayor edad de plantas ( $P < 0.05$ ). Una mayor duración de área foliar en las cuatro especies fue notable posterior a 60dds. Clasificar cariósidos por tamaño es una alternativa para enfrentar la sequía interestival en condiciones de campo, dado que favorece mayor desarrollo de plántula, lo que aumentará la oportunidad de establecer praderas de temporal en zonas áridas.

**Palabras clave:** clasificación, cariósidos, establecimiento, pastos nativos, embrión: endospermo.

## **CARYOPSIDES AND EMBRYO SIZE ON MORPHOLOGICAL PLANTLET DEVELOPMENT FOR RAIN-FED GRASSES SPECIES**

### **4.2. Abstract**

In order to define plantlet morphological development, two caryopsis sizes (TC) were compared: big and little caryopsis, for Sideoats grama *Bouteloua curtipendula*, Blue grama *B. gracilis* (native to Mexico species), as well as Buffel grass *Cenchrus ciliaris* and Rhodes grass *Chloris gayana* (introduced species). Destructive sampling procedures were performed for plants developed on 5 l pots under greenhouse conditions at 20, 40, 60, 80, 100, and 120 days after sowing (das). Evaluated parameters included biomass for leaves, stems, roots, flowers, as well as total biomass, specific leaf area, foliar area duration, embryo: endosperm ratio, and root: aerial mass ratio. Foliar area and tiller number correlation was also defined. Data was analyzed using ANOVA through SAS (Tukey 0.05). Both TC and embryo size were determinant, in native species, for total biomass production through its influence on the aerial part and roots development in plants ( $P < 0.05$ ); in the other hand, for introduced species, TC and embryo size influenced only partially total plant development. Positive relation between specific leaf area and tiller number was found, and for native species specific leaf area increased constantly throughout the evaluated period, contrary to the data observed for introduced species with a reduction on specific leaf area as long as the plant age increased ( $P < 0.05$ ). Higher area foliar duration for all evaluated species was noticeable following 60 das. Caryopsis classification by size is a good alternative to promote bigger root and aerial plantlet parts for competitive environmental requirements such as drought during plantlet establishment increasing the feasibility for prairies establishment under rain-fed conditions.

**Keywords:** Caryopsis classification, plantlet establishment, embryo: endosperm ratio.

### 4.3. Introducción

La siembra exitosa de praderas de temporal en zonas áridas depende de factores que incluyen: historia de uso del terreno; cantidad y distribución de la precipitación; tipo de suelo y calidad de preparación del terreno; calidad física y biológica de semilla; temperatura y profundidad de siembra, entre los de mayor importancia. Dependiendo de especie, en la siembra de praderas de gramíneas de temporal, se utilizan varios tipos de unidades de dispersión o propágulos *i.e.* carióspside protegido por brácteas accesorias: gluma, lema, palea, ramas modificadas. El uso de carióspsides no es una práctica común y mucho menos su clasificación para lograr mayor desarrollo de raíces y hojas en plántulas, lo que representa una oportunidad tecnológica a investigar.

El efecto de tamaño de carióspside (TC), en germinación y emergencia de plántulas, se ha investigado en varias especies de gramíneas (Kawade *et al.*, 1987; Roy *et al.*, 1996; López-Castañeda *et al.*, 1996; Guberac *et al.*, 1998; Larsen y Andreasen, 2004; Willenborg *et al.*, 2005; Kaydan y Ya-mur, 2008). En Poaceae, mayor TC resulta en una mayor velocidad de germinación y establecimiento (Kneebond y Cremer, 1955; Kawade *et al.*, 1987; Yari *et al.*, 2010); lo anterior, proporciona mayor aptitud competitiva ante la pérdida de humedad por evaporación en el suelo y desarrollo de maleza (Reich *et al.*, 1992).

Los primeros días de crecimiento en plántulas son fundamentales para su establecimiento y se ha determinado en cereales de grano pequeño, que un mayor TC está positivamente asociado a mayor peso del embrión y éste, a su vez, asociado con mayor vigor de plántulas en etapas iniciales de establecimiento (López-Castañeda *et al.*, 1996); lo anterior, es importante para mejorar emergencia ante mayor profundidad de siembra, lo que ocurre frecuentemente en pastos, siendo un factor a seleccionar en especies para temporal árido.

El término “análisis de crecimiento” se refiere al uso de métodos cuantitativos que describen el sistema vegetal bajo condiciones naturales, semi naturales o controladas (Hunt, 2003). El crecimiento o incremento en tamaño o peso del protoplasma de la

planta se puede cuantificar a través de componentes de tasa de crecimiento (TCr), área foliar específica (AFE) y duración de área foliar (DAF; Escalante-Estrada y Kohashi-Shibata, 1982; Sugiyama, 2005). La tasa de crecimiento en pastos es la integración de la emisión de hojas de cada vástago, por tanto, la renovación de tallos es de vital importancia en el incremento o decremento de ésta (Bircham y Hodgson, 1983). El AFE definida como razón entre área foliar y peso seco de hoja, se traduce como foliosidad de la planta con base al peso seco y al igual que la DAF, varía durante el ciclo vegetal (Hunt, 1990; Lee y Heuvelink, 2003). Cuantificar y determinar la naturaleza de los procesos durante el desarrollo, es pieza clave para definir el potencial y limitaciones de las plantas forrajeras. El bajo porcentaje de éxito en establecimiento de praderas de temporal en zonas de escasa precipitación de México es un aspecto limitante de la recuperación de pastizales; por tanto, se requieren mejoras en la tecnología disponible para este propósito. La calidad biológica de la semilla es, en muchas ocasiones, la única oportunidad para influir la siembra, debido a las condiciones dadas en cada región.

El presente estudio tuvo como objetivos: 1) determinar el efecto del tamaño de cariósido y embrión sobre el crecimiento al establecimiento de plántulas y 2) evaluar el efecto de tamaño de cariósido y embrión en los componentes del crecimiento de la planta, desde emergencia hasta madurez fisiológica, en dos gramíneas introducidas y dos nativas, propias de zonas semiáridas, en condiciones controladas.

#### **4.4. Materiales y Métodos**

El estudio se realizó de mayo a septiembre de 2010, en condiciones de invernadero en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados, en Texcoco, Edo. de México, ubicado a 2240 msnm y con clima templado subhúmedo, con temperatura media de 12 a 18°C; suelo franco arenoso con pH 7.8 y 2.4% de materia orgánica, clasificado como Typic ustipsamments (Ortiz, 1997). Se evaluaron dos especies de Poaceae nativas de zonas áridas: Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. y Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths y dos especies introducidas a México, Buffel *Cenchrus ciliaris* L., variedad Común, T4464 o Americana y Rhodes *Chloris gayana*

Kunth, variedad Bell. Se obtuvieron cerca de 3 000 cariósides para cada gramínea al eliminar brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramillas y aristas) mediante un cajón y almohadilla forrados con caucho corrugado y se separaron por cada TC mediante tamiz, en grande (CG) y chico (Cch). Para Banderita y Buffel los tamaños de tamices fueron 0.70 y 0.59 mm y para Navajita y Rhodes fueron 0.59 y 0.42 mm, respectivamente. Posteriormente, se seleccionaron cariósides en buen estado, y se eliminaron los dañados y “rallados” (por fricción), mediante ayuda de microscopio estereoscópico. En cada TC y especie, se pesaron 300 cariósides de manera individual con una balanza electro-analítica (Mettler, modelo HK160;  $\pm 0.0001$  g). Por otro lado, se tomaron 100 cariósides de cada TC y especie, se embebieron por 4 h, se extrajo el embrión, se secaron (embrión y endospermo) en estufa, por 12h a 45°C y se pesaron. Así mismo, cada TC se caracterizó para viabilidad y germinación, mediante la técnica de tetrazolio (0.1%; ISTA, 1996) y sobre papel (ISTA, 1996; Cuadro 4.1), respectivamente.

Se sembraron cariósides a 1cm de profundidad en suelo de Montecillo, Edo. de México, para obtener, al menos, cinco plántulas por TC de cada especie en cada maceta, en mayo de 2010. El suelo se esterilizó en autoclave y se sembró a capacidad de campo en macetas plásticas de 5 L con drenaje. La unidad experimental consistió de una planta completa y las macetas se regaron cada 72h con 3 L de agua de Montecillo y no se aplicó fertilizante durante el experimento. No se observó presencia de plagas o enfermedades. Se registró por hora, la humedad relativa (%) y la temperatura (°C) con termómetro digital (HOBO-U12-001). Los muestreos fueron destructivos, realizándose a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). El experimento se desarrolló durante el verano, en el mes de Julio hubo mayor nubosidad pero no limitó el desarrollo vegetal.

En cada muestreo, las raíces se lavaron con agua corriente y, para recuperar restos de raíz, se usó un tamiz de 1mm; posteriormente, se separaron cuidadosamente las plantas y se secaron a la sombra sobre papel, a temperatura de laboratorio; se midió altura (cm) hasta el ápice de última hoja o punta de espiga; diámetro de corona (mm),

utilizando vernier; longitud de raíces (cm) y número de vástagos. Cada planta se separó en hoja, tallos, raíces, inflorescencias, material muerto (MM) y la corona fue tomada como parte de la raíz. El área foliar fue registrada con integrador de área Li - 3 100 (Licor, Inc. Lincoln). Posteriormente, se colocó a cada componente morfológico en bolsa de papel previamente etiquetada, se secaron a 55°C, por 48h y se pesaron en balanza analítica (Scientech ZSA120 ± 0.001g). La relación raíz: parte aérea, se determinó al dividir el peso de raíz entre la suma componentes aéreas, excepto el material muerto.

#### **4.4.1. Tratamientos**

Los tratamientos consistieron en la combinación de dos especies de pastos nativos o dos introducidos, sembrados con carióspsides chicos y grandes, es decir, cuatro tratamientos en pastos nativos y cuatro en introducidos.

#### **4.4.2. Variables**

Las variables respuesta fueron:

**4.4.2.1. proporción embrión: endospermo (E: E).** En base seca, se pesaron cuatro repeticiones de 25 embriones de cada especie y tamaño, relacionando su peso con el resto de la semilla.

**4.4.2.2. biomasa de hoja (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Se consideró solamente la lámina foliar.

**4.4.2.3. biomasa de raíz (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Incluyó a raíces y corona.

**4.4.2.4. biomasa de tallo (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Desde la base de la corona hasta 1 cm antes del raquis de la espiguilla.

**4.4.2.5. biomasa de inflorescencia (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Se cortó a un cm por debajo de la espiguilla y se consideró al raquis como tejido de inflorescencia.

**4.4.2.6. biomasa de material muerto (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Todo aquel tejido de la parte aérea de la planta que se encontró senescente en base a coloración beige-café.

**4.4.2.7. biomasa total (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Se sumó la MS de hoja, tallos, raíces e inflorescencias.

**4.4.2.8. proporción raíz: parte aérea.** En cada planta, se dividió el peso de raíces entre el peso de la parte aérea de las plantas.



#### **4.4.2.9. tasa de crecimiento de hoja (mg MS pl<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).**

En cada fecha de muestreo, el crecimiento diario de forraje se calculó con la siguiente fórmula (Garduño, 2012):

$$TC = FC/t,$$

Donde: TC= tasa de crecimiento de forraje (mg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>);

FC= forraje cosechado (mg MS ha<sup>-1</sup>);

T =días transcurridos entre muestreos destructivos (20 d).

**4.4.2.10. tasa de crecimiento de raíces (mg MS pl<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).** Se utilizó la misma fórmula que en el punto 9.

**4.4.2.11. tasa de crecimiento de biomasa total (mg MS pl<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).** Se utilizó la misma fórmula del punto 9.

**4.4.2.12. área foliar (cm<sup>2</sup>).** Con integrador, se midió el área de láminas foliares.

**4.4.2.13. composición morfológica (mg MS pl<sup>-1</sup>).** Se obtuvo al evaluar, en cada fecha de muestreo, la cantidad de hojas, tallos, raíces, material muerto y espiguillas.

**4.4.2.14. área foliar específica (cm<sup>2</sup> mg pl<sup>-1</sup>).** Se calculó al dividir el área foliar (cm<sup>2</sup>) entre biomasa de hoja de cada planta (mg pl<sup>-1</sup>).

**4.4.2.15. duración de área foliar (cm<sup>2</sup>).** Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$DAF = \sum[(AF_2 + AF_1) (T_2 - T_1)] * 0.5$$

Donde:

AF<sub>1,2</sub> = área foliar al inicio y final del intervalo y

T<sub>1,2</sub> = tiempo inicial y final del intervalo.

**4.4.2.16. número de vástagos.** Se consideró al número total de vástagos (incluyendo los tallos principales).

#### **4.4.3. Diseño y arreglo de tratamientos**

Se usó un diseño Completamente al Azar (DCA) con 15 repeticiones con arreglo factorial 2 x 2 (especie de pasto y TC) para biomasa de hoja, tallo, raíz, inflorescencia; similarmente, para biomasa total, tasa de crecimiento de hoja, raíz y biomasa total, área foliar, área foliar específica, duración del área foliar y número de vástagos. Las variables raíz: parte aérea y razón embrión: endospermo, se analizaron mediante un

DCA, con arreglo factorial 4 x 2 (especie X TC), con 15 y cuatro repeticiones, respectivamente.

#### **4.4.4 Análisis de datos**

El análisis estadístico se realizó mediante procedimiento GLM del paquete Statistical Analysis System (SAS, 2003) version 9.1.3 y Tukey ( $P < 0.05$ ), para la separación de medias.

### **4.5. Resultados**

#### **Caracterización inicial**

Los cariósides de Buffel mostraron latencia para ambos tipos de propágulo (diásporas y cariósides), contrariamente a Rhodes y especies nativas, lo que indica presencia de latencia, tanto por brácteas accesorias y embrión en Buffel ( $P < 0.05$ ; Cuadro 4.1).

#### **4.5.1. Relación embrión: endospermo**

Se observó diferencia en proporción embrión: endospermo entre tratamientos ( $P < 0.01$ ; Cuadro 4.1) y a mayor TC en Banderita, Buffel y Navajita, mayor tamaño de embrión, pero no se reflejó en Rhodes.

Cuadro 4.1. Características fisiológicas de cariósides experimentales base, de cuatro especies forrajeras, clasificados en dos tamaños.

Especie	TC	V (%)	G (%)	PC	C kg	R	E: E
Navajita	Grande	87 <sup>c†</sup>	84 <sup>b</sup>	0.61 <sup>c</sup>	1.64	1.2	0.100 <sup>a</sup>
	Chico	44 <sup>e</sup>	37 <sup>d</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	1.92		0.084 <sup>b</sup>
Banderita	Grande	99 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	0.47	4.1	0.107 <sup>a</sup>
	Chico	70 <sup>d</sup>	63 <sup>c</sup>	0.53 <sup>cd</sup>	1.9		0.079 <sup>b</sup>
Buffel	Grande	94 <sup>b</sup>	23 <sup>f</sup>	1.25 <sup>b</sup>	0.8	6.3	0.069 <sup>cd</sup>
	Chico	44 <sup>e</sup>	11 <sup>g</sup>	0.20 <sup>e</sup>	5.0		0.076 <sup>b</sup>
Rhodes	Grande	90 <sup>bc</sup>	81 <sup>b</sup>	0.48 <sup>d</sup>	2.1	2.1	0.065 <sup>d</sup>
	Chico	48 <sup>e</sup>	29 <sup>e</sup>	0.22 <sup>e</sup>	4.5		0.104 <sup>a</sup>

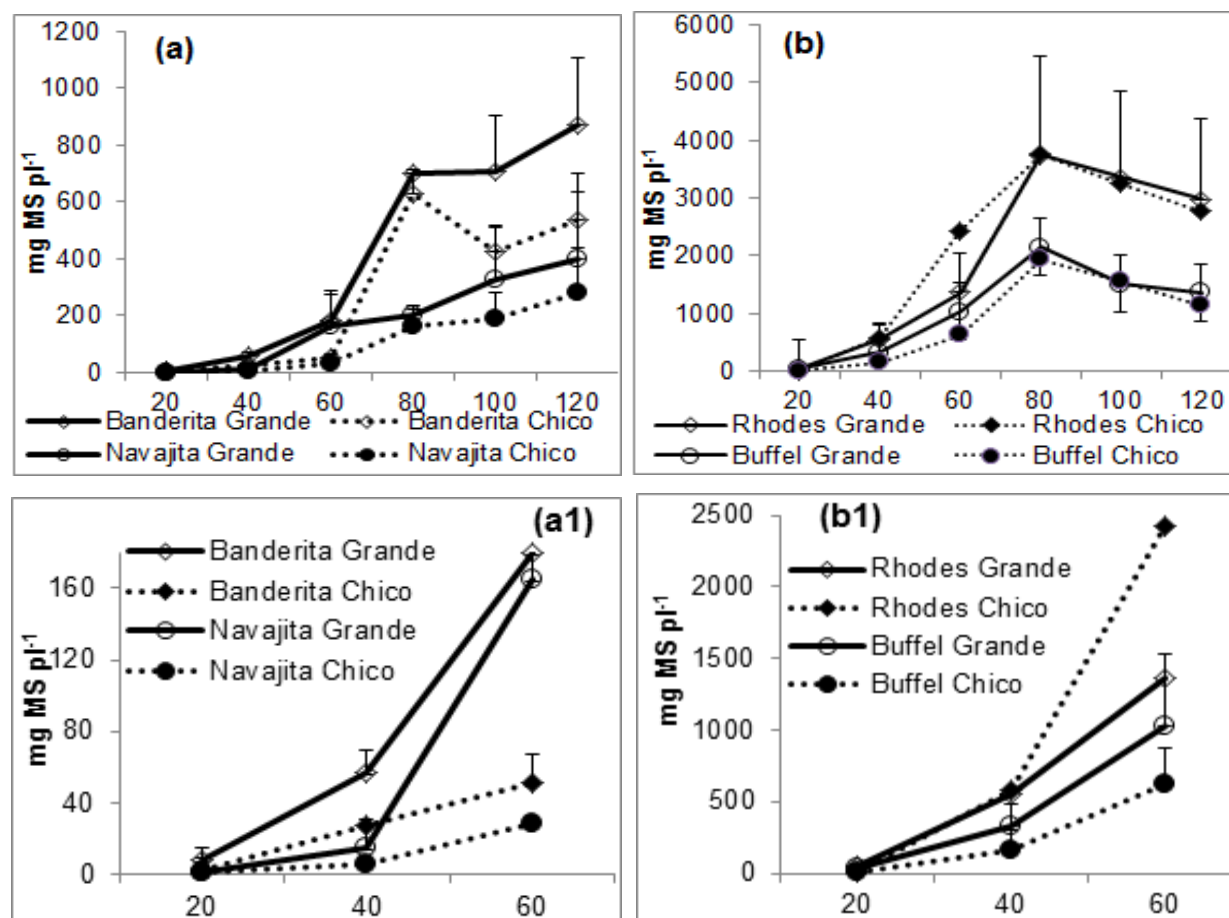
† Literales iguales en columnas, son promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ). TC. Tamaño de cariósido; V. Viabilidad; G: Germinación; PC: peso de cariósido en mg; C kg: Número de cariósides por kg (millones); R: Razón cariósido chico: grande; E:E = Relación embrión endospermo.

#### 4.5.2. Biomasa de hoja

Especies nativas. El TC influyó la acumulación de biomasa de hoja en todo el estudio ( $P < 0.05$ ; Figura 4.1a); sin embargo, posterior a 80dds ambos pastos, producen mayor cantidad de materia seca (MS). Banderita superó a Navajita en cada muestreo y en el total del periodo ( $P < 0.01$ ; 2.09 vs. 0.88 g pl<sup>-1</sup>). En especies exóticas, se observaron diferencias para rendimiento de MS ( $P < 0.05$ ; Figura 4.1.b), dentro y entre muestreos. El TC influyó en la cantidad de hoja de Rhodes hasta 40dds y, a 60dds, se invirtió la MS de hoja de plantas sembradas con cariósido chico (PSCch), superando la MS de hoja de plantas sembradas con cariósido grande (PSCG), efecto observado en Buffel a 100dds. Lo anterior, es indicativo de la independencia de Rhodes del TC las primeras seis semanas y la dependencia de Buffel. Por especie y en suma total, Rhodes superó a Buffel en cada muestreo y en el total del periodo evaluado ( $P < 0.05$ ; 12.4 vs 5.9 g pl<sup>-1</sup>). Se observó interacción EspecieXTC en nativas a 20dds ( $P < 0.01$ ) cuando la MS de PSCch de Navajita fue mayores que la de PSCG de Navajita (1.05 vs.

1.0 mg MS pl<sup>-1</sup>). En introducidas, la interacción EspecieXTC se observó a 40dds, cuando la MS de PSCch de Rhodes fue mayor que las PSCG de Rhodes (P< 0.01; 576 vs. 554 mg MS pl<sup>-1</sup>)

Figura 4.1. Biomasa de hoja de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de carióspside y muestreos destructivos cada 20 días.

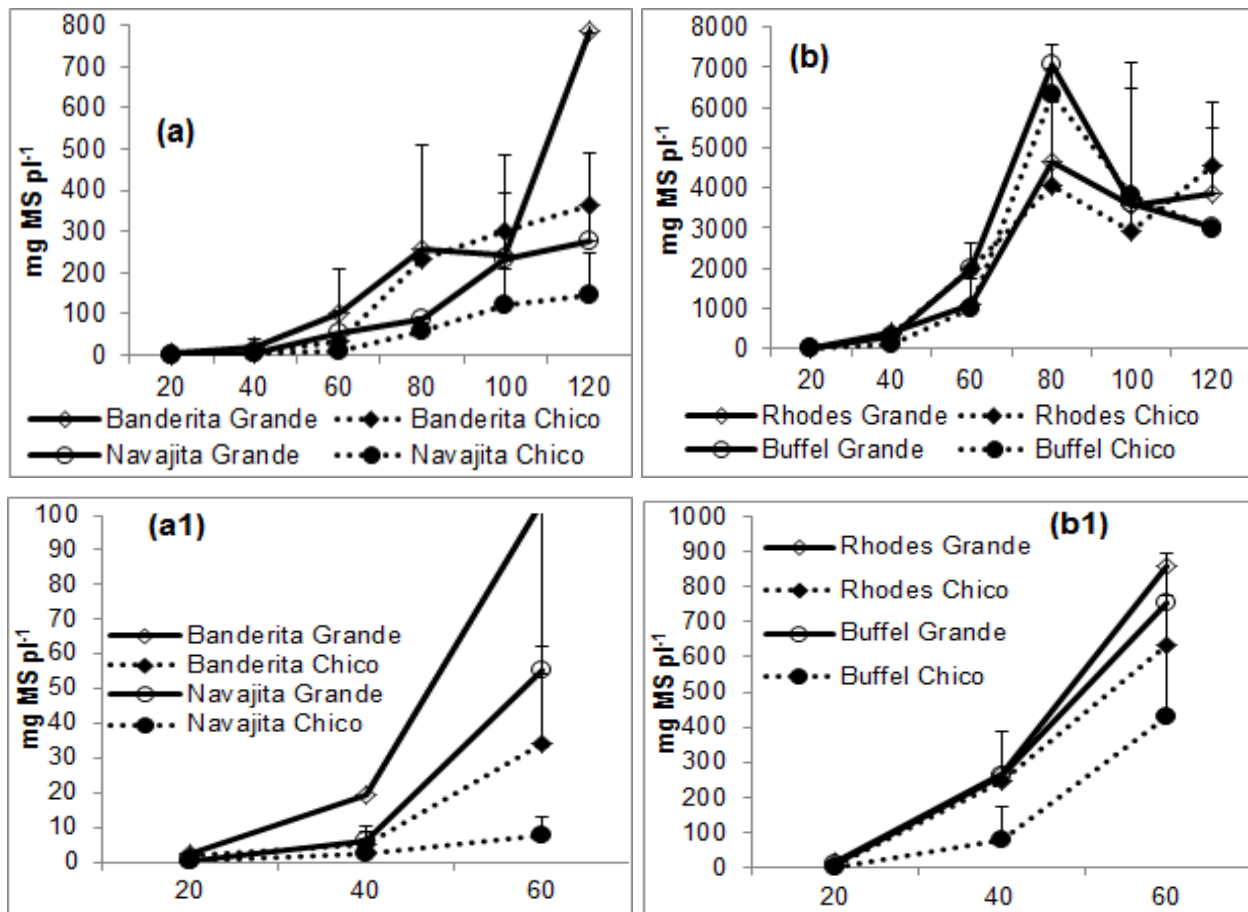


#### 4.5.3. Biomasa de raíz

Para especies nativas, se observaron diferencias entre fechas de muestreo y periodo total (P< 0.05). El carióspside grande determinó, consistentemente, el desarrollo de raíz (Figura 4.2a). Dentro de especies, Banderita superó a Navajita en desarrollo total (1.1 g vs. 0.496 g pl<sup>-1</sup>) y por muestreo (P< 0.01). En especies introducidas, se observaron diferencias (P< 0.05) entre TC, pero no entre especies (P> 0.05). Para Rhodes el TC

fue importante hasta 60dds; mientras que Buffel, dependió de éste todo el periodo evaluado ( $P < 0.05$ ; Figura 4.2b). Para Rhodes y Banderita, después de 100dds, el TC dejó de influenciar el desarrollo radical; mientras que en Buffel y Navajita, éste determinó el tamaño de raíz en todo el periodo de estudio. Utilizar mayor TC resulta en mayor cantidad de raíces durante el periodo clave de desarrollo, efecto marcado en nativos. Al considerar por especie de pasto en Africanas, el desarrollo radical no mostró diferencias ( $P > 0.05$ ); sin embargo, Buffel tuvo la mayor biomasa de raíz ( $7.3 \text{ g MS pl}^{-1}$ ), superando a Rhodes en 1.1 magnitudes y, hasta 60dds, Rhodes superó a Buffel ( $P < 0.01$ ). Existió interacción EspecieXTC a 40dds en ambos grupos; para pastos africanos ( $P < 0.05$ ) y sucedió cuando la MS de raíz de PSCG de Buffel superaron a PSCch de Rhodes y, en nativos ( $P < 0.01$ ), cuando la MS de raíz de PSCG de Navajita fue mayor a PSCch de Banderita.

Figura 4.2. Biomasa de raíz de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de cariósipide y muestreos destructivos cada 20 días.

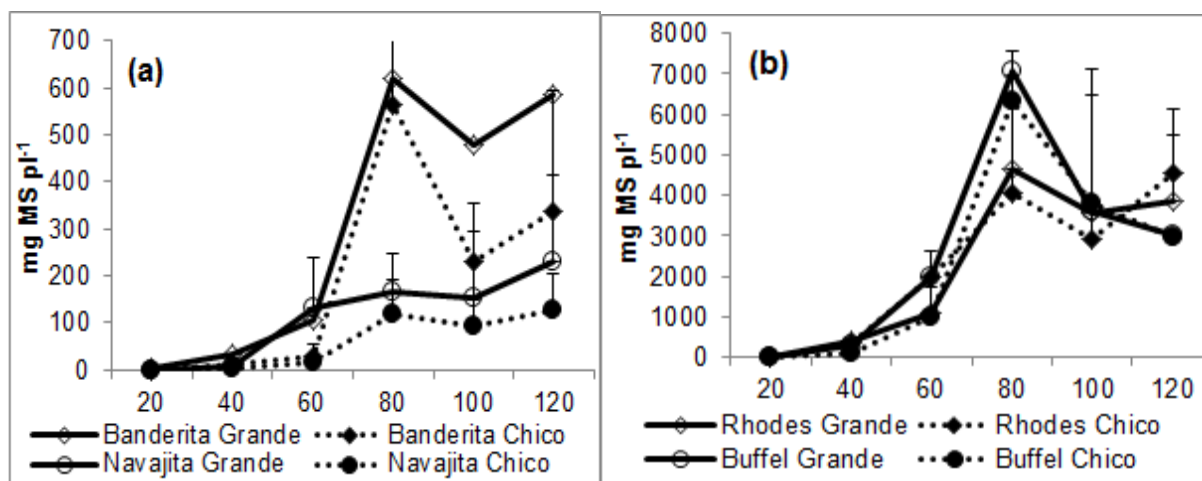


#### 4.5.4. Biomasa de tallo

En especies nativas se observó diferencia en biomasa de tallo por fecha de muestreo y para el periodo total ( $P < 0.01$ ; Figura 4.3a). El TC y embrión fueron importantes tanto para Banderita como Navajita en cada muestreo y, en el periodo total, para mostrar mayor biomasa de tallos. Al considerar por especie, Banderita superó a Navajita en cada muestreo y en el periodo total (1.5 vs. 0.528 g MS pl<sup>-1</sup>). En especies introducidas, la biomasa de tallo por fecha de muestreo hubo diferencia ( $P < 0.01$ ), pero no en la suma total del periodo ( $P > 0.05$ ; Figura 4.3b). El TC en Rhodes fue determinante para formación de biomasa de tallo, hasta 40dds y, en Buffel, hasta 100dds. Al considerar especie, Buffel superó a Rhodes hasta 40dds y en el periodo total (15.2 vs. 13.7 g MS

pl<sup>-1</sup>). Se observaron interacciones Especie X TC en nativas a 20dds (P< 0.01), 40dds (P< 0.05) y 100dds (P< 0.05) y, en especies introducidas a 40dds y 60dds (P< 0.01).

Figura 4.3. Biomasa de tallos de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósipide y muestreos destructivos cada 20 días.

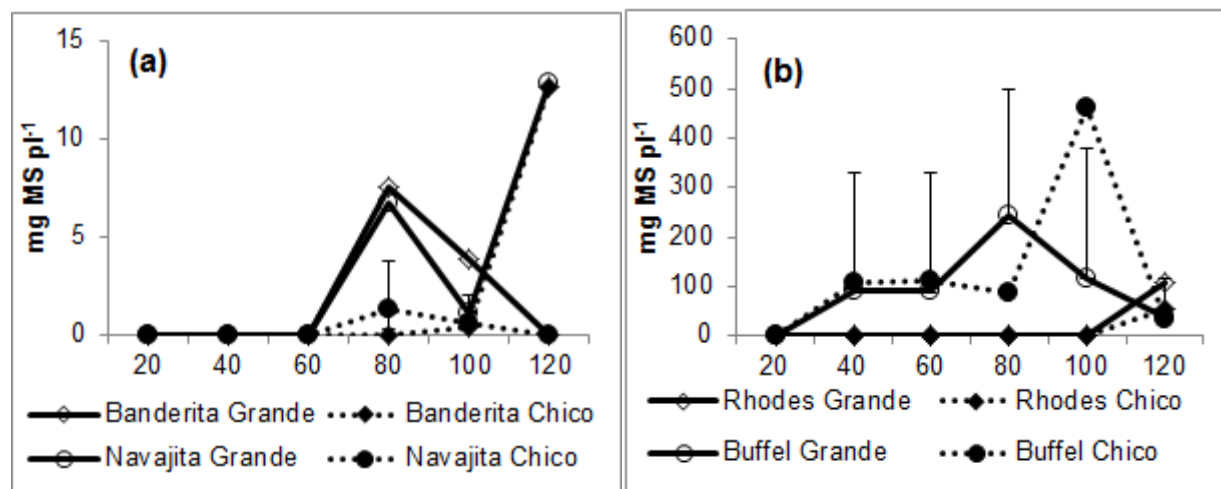


#### 4.5.5. Biomasa de inflorescencia

En pastos nativos se observó emisión de tejido de inflorescencias a 80dds, pero no hubo diferencias entre tratamientos (P> 0.05; Figura 4.4a); sin embargo, el TC y embrión fue importante para producir espiguillas en Navajita, mas no en Banderita (P> 0.05). Al considerar especie, entre Banderita y Navajita, se observó similitud en producción de inflorescencias en cada muestreo y en el periodo total (P> 0.05; 12 vs. 11 mg MS pl<sup>-1</sup>), respectivamente. En pastos introducidos, hubo aparición de inflorescencias desde 40dds en Buffel y, en Rhodes, hasta 120dds. Se observaron diferencias entre tratamientos a 80, 100dds y en el periodo total (P< 0.01; Figura 4.4b). El TC influyó en la formación de inflorescencias en Rhodes cuando éste apareció (108 vs. 55 mg MS pl<sup>-1</sup>) contrariamente a Buffel. Lo anterior, debido a que las PSCch produjeron mayor MS de inflorescencias a 40, 60, 100dds y para el total del periodo (P< 0.01; 577 vs. 799 mg MS pl<sup>-1</sup>). Al considerar diferencias por especie para el periodo total, Buffel produjo mayor MS de inflorescencias en comparación a Rhodes (P< 0.01;

688 vs 81 mg MS pl<sup>-1</sup>). Se observaron interacciones EspecieXTC en pastos nativos a 120dds y, en introducidos, a 80dds (P< 0.05).

Figura 4.4. Biomasa de inflorescencias de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósipide y muestreos destructivos cada 20 días.

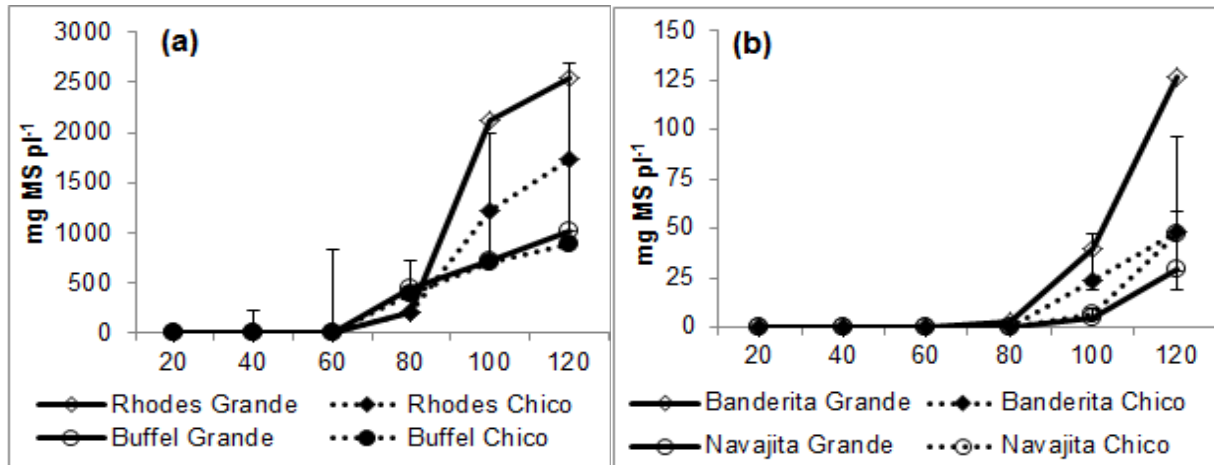


#### 4.5.6. Biomasa de material muerto

En especies nativas la presencia de MM se observó desde 80dds (P> 0.05) y se observaron diferencias a 100 y 120dds y en el total del periodo evaluado (P< 0.01; Figura 4.5a). El TC y embrión en Banderita siempre influyó en la aparición de MM (P< 0.01), contrariamente a Navajita (P> 0.05). Al analizar diferencias por especie, Banderita superó a Navajita en cada muestreo y en el periodo total de evaluación (P< 0.01; 120 vs. 44 mg MS pl<sup>-1</sup>). En especies introducidas se presentó MM desde 80dds y el TC influyó para mostrar mayor cantidad de MM a 80dds, 100 y 120dds, así como en el total del periodo (P< 0.01; Figura 4.5b). Por especie, Rhodes superó a Buffel en cada muestreo y en el periodo total (P< 0.01; 4.0 vs. 2.0 g MS pl<sup>-1</sup>). No se observaron interacciones en pastos nativos ni en especies introducidas (P> 0.05).



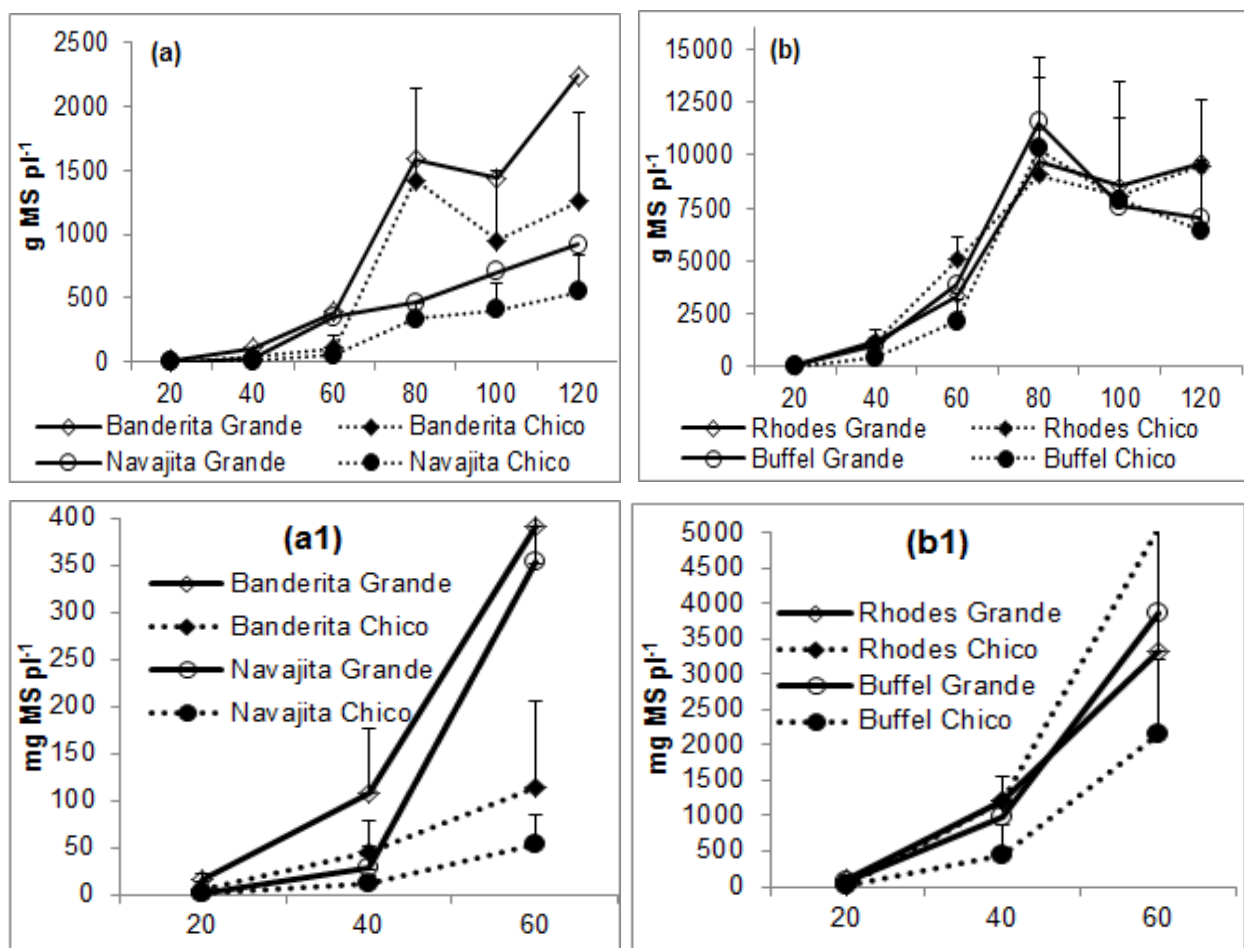
Figura 4.5. Biomasa de material muerto de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b), originadas a partir de dos tamaños de cariósida y muestreos destructivos cada 20 días.



#### 4.5.7. Biomasa total

Entre especies nativas se observaron diferencias para cada muestreo y en el total del periodo ( $P < 0.01$ ; Figura 4.6a). El TC y embrión fue importante para promover la aparición de biomasa en cada muestreo y en el periodo total de evaluación, tanto en PSCG y PSCCh de Banderita como Navajita. Al considerar especie, Banderita superó a Navajita por muestreo y en el periodo total evaluado ( $P < 0.01$ ; 4.7 vs. 1.9 g MS  $pl^{-1}$ ). Entre tratamientos, en especies introducidas, se observaron diferencias a 20, 40 y 60dds ( $P < 0.01$ ; Figura 4.6b), así como a 120dds ( $P < 0.05$ ), mas no para el total del periodo evaluado ( $P > 0.05$ ). El TC en Rhodes fue importante para desarrollar biomasa total a 40dds y en, Buffel, hasta 80dds. Por especie, Rhodes siempre superó a Buffel en cada muestreo y en el periodo total (32.6 vs. 29.0 g MS  $pl^{-1}$ ). Se observaron interacciones EspecieXTC para especies nativas a 20 y 60dds ( $P < 0.01$ ); mientras que, para especies introducidas a 40dds ( $P < 0.05$ ) y 60dds ( $P < 0.01$ ).

Figura 4.6. Biomasa total de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), originadas a partir de dos tamaños de cariósipide y muestreos destructivos cada 20 días.



#### 4.5.8. Proporción raíz: parte aérea

Se observaron diferencias significativas a 20dds ( $P < 0.01$ ), 40dds ( $P < 0.05$ ), 60 dds, 100dds ( $P < 0.01$ ) y, para el periodo total ( $P < 0.05$ ; Cuadro 4.8). Así mismo, se observaron diferencias entre tratamientos para las fechas de muestreo ( $P < 0.01$ ), excepto en Navajita en TC grande ( $P > 0.05$ ). En Banderita, la importancia del TC y embrión fueron determinantes a 40 y 120dds ( $P < 0.01$ ); por otra parte, en Navajita siempre fueron importantes ( $P < 0.01$ ). En Rhodes, el TC fue importante a 40, 60, 80 y 120dds, así como en el promedio ( $P < 0.01$ ; 0.321 vs. 0.256). En Buffel, la importancia de TC y embrión fue destacada 40, 100, 120dds y para el periodo total ( $P < 0.05$ ; 0.354 vs. 0.326). Al considerar especie, se observaron diferencias a 20 y 60dds ( $P < 0.05$ ),

100dds ( $P < 0.01$ ) y en el promedio ( $P > 0.05$ ), donde pasto Banderita (0.344) superó a Buffel (0.340), Navajita (0.318) y Rhodes (0.288). En promedio de las cuatro especies, el TC no fue importante ( $P > 0.05$ ); sin embargo, las PSCG tuvieron mayor proporción raíz: parte aérea que las PSCch (1.33 vs. 1.25).

Cuadro 4.2. Proporción raíz: parte aérea de pastos sembrados con diferente tamaño de cariósido y evaluados hasta 120 días después de la siembra.

Especie	Tamaño	Muestreo (días después de la siembra)						DMS <sub>h</sub>	Media
		20	40	60	80	100	120		
Rhodes	Grande	0.26 <sup>bBC</sup> †	0.31 <sup>abABC</sup>	0.40 <sup>abAB</sup>	0.21 <sup>C</sup>	0.29 <sup>abBC</sup>	0.46 <sup>A</sup>	0.16 <sup>**</sup>	0.32 <sup>ab</sup>
	Chico	0.30 <sup>bA</sup>	0.27 <sup>abAB</sup>	0.15 <sup>cB</sup>	0.21 <sup>AB</sup>	0.30 <sup>abAB</sup>	0.32 <sup>A</sup>	0.15 <sup>*</sup>	0.26 <sup>b</sup>
Buffel	Grande	0.20 <sup>bC</sup>	0.35 <sup>aBC</sup>	0.26 <sup>bcC</sup>	0.22 <sup>C</sup>	0.50 <sup>aAB</sup>	0.60 <sup>A</sup>	0.16 <sup>***</sup>	0.35 <sup>ab</sup>
	Chico	0.24 <sup>bC</sup>	0.19 <sup>aBC</sup>	0.31 <sup>abcBC</sup>	0.22 <sup>C</sup>	0.42 <sup>abAB</sup>	0.57 <sup>A</sup>	0.18 <sup>***</sup>	0.33 <sup>ab</sup>
Banderita	Grande	0.21 <sup>bC</sup>	0.24 <sup>abBC</sup>	0.37 <sup>abcBC</sup>	0.20 <sup>C</sup>	0.20 <sup>bC</sup>	0.54 <sup>A</sup>	0.14 <sup>***</sup>	0.29 <sup>ab</sup>
	Chico	0.58 <sup>aA</sup>	0.16 <sup>bC</sup>	0.51 <sup>aAB</sup>	0.21 <sup>BC</sup>	0.44 <sup>abABC</sup>	0.47 <sup>ABC</sup>	0.35 <sup>**</sup>	0.39 <sup>a</sup>
Navajita	Grande	0.25 <sup>b</sup>	0.32 <sup>ab</sup>	0.18 <sup>bc</sup>	0.24	0.55 <sup>a</sup>	0.62	0.49 <sup>NS</sup>	0.36 <sup>ab</sup>
	Chico	0.15 <sup>bB</sup>	0.28 <sup>abAB</sup>	0.18 <sup>bcB</sup>	0.24 <sup>AB</sup>	0.42 <sup>abA</sup>	0.41 <sup>A</sup>	0.19 <sup>***</sup>	0.28 <sup>ab</sup>
Promedio		0.27	0.28	0.28	0.21	0.38	0.49		0.31
DMS <sub>h</sub>		0.27	0.2	0.23	0.12	0.28	0.44		0.12

DMS<sub>h</sub>= DMS honesta; † Literales minúsculas corresponden a columna y, mayúsculas, a hilera. Letras iguales, promedios iguales estadísticamente (P>0.05); \* = P < 0.05; \*\* = P < 0.01; \*\*\* = P < 0.001; NS = No significativo (P > 0.05).

#### 4.5.9. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento (TCr) de hojas, raíces y biomasa total para especies nativas e introducidas ( $\text{mg MS pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), se ajustaron a un modelo polinomial de tercer orden, de la forma:

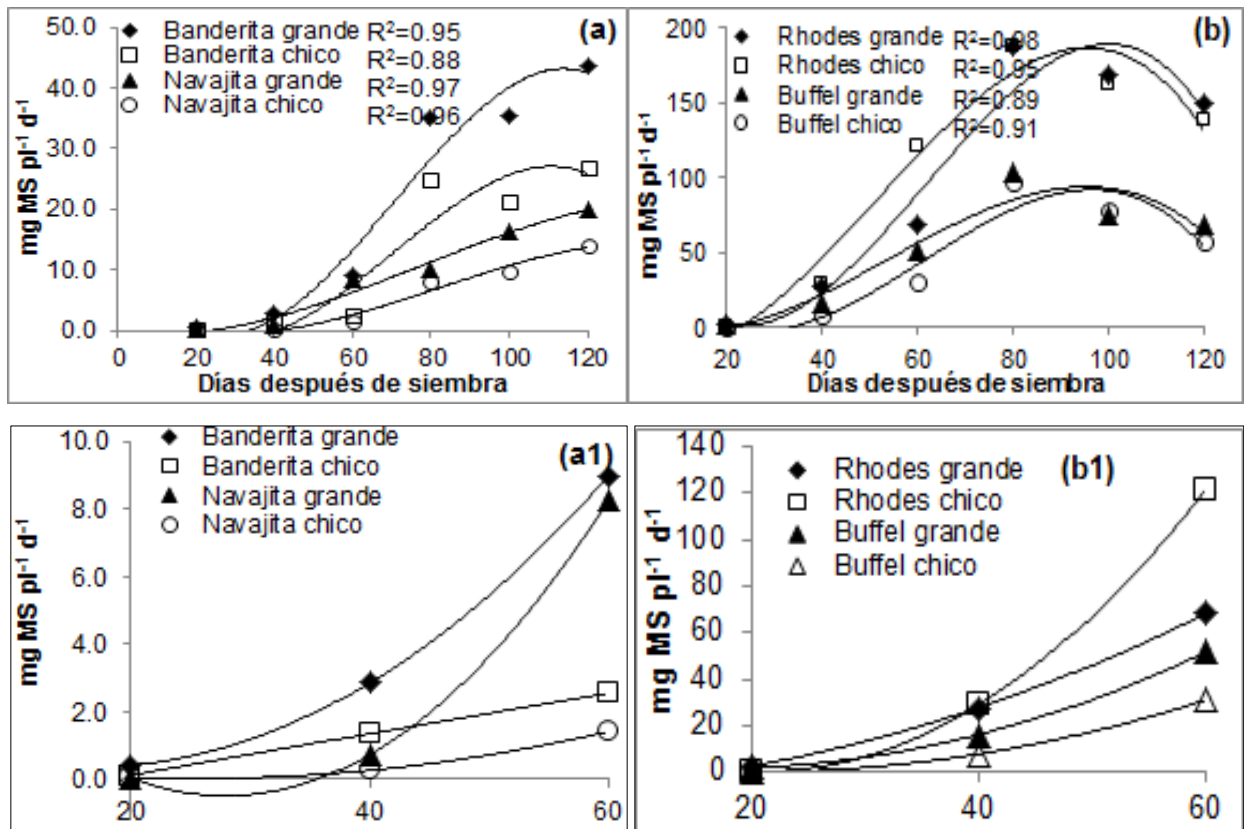
$$Y_i = \beta_0 X_i^3 + \beta_1 X_i^2 + \beta_2 X_i + \epsilon_i$$

Las curvas ajustadas en especies nativas para biomasa de hoja y biomasa total presentan comportamiento de tipo sigmoidal y se caracterizan por incremento gradual en sus valores, con tres fases bien definidas: una primera etapa de crecimiento lento, una fase de crecimiento exponencial, seguido por una fase de menor crecimiento; por su parte, para especies introducidas se observaron cuatro fases: de crecimiento lento, exponencial, una fase de desaceleración y, por último, un periodo de estabilidad. Dichas etapas concuerdan con la fenología del cultivo y son diferentes de acuerdo a la emisión de vástagos. Las curvas sufren desaceleración a 80dds en pastos introducidos y Banderita; ya que la emisión de vástagos es importante para mantener el crecimiento (Cuadro 4.6 ; Cuadro 4.7). En biomasa de raíz, las cuatro especies de pasto siempre mostraron crecimiento desde la siembra hasta 120dds.

#### 4.5.10. Tasa de crecimiento de hoja

Las curvas ajustadas tuvieron coeficientes de determinación mayores de 88% para especies nativas y mayor a 90% en especies introducidas. El TC y embrión fueron de suma importancia en gramíneas nativas para alcanzar una mayor tasa de crecimiento de hoja (TCr); contrariamente, en especies introducidas éstos fueron importantes para Rhodes hasta 40dds y en Buffel, hasta 100dds. Se observó mayor TCr en Banderita en comparación a Navajita, para cada muestreo; similarmente, Rhodes superó a Buffel (Figura 4.7a y Figura 4.7b).

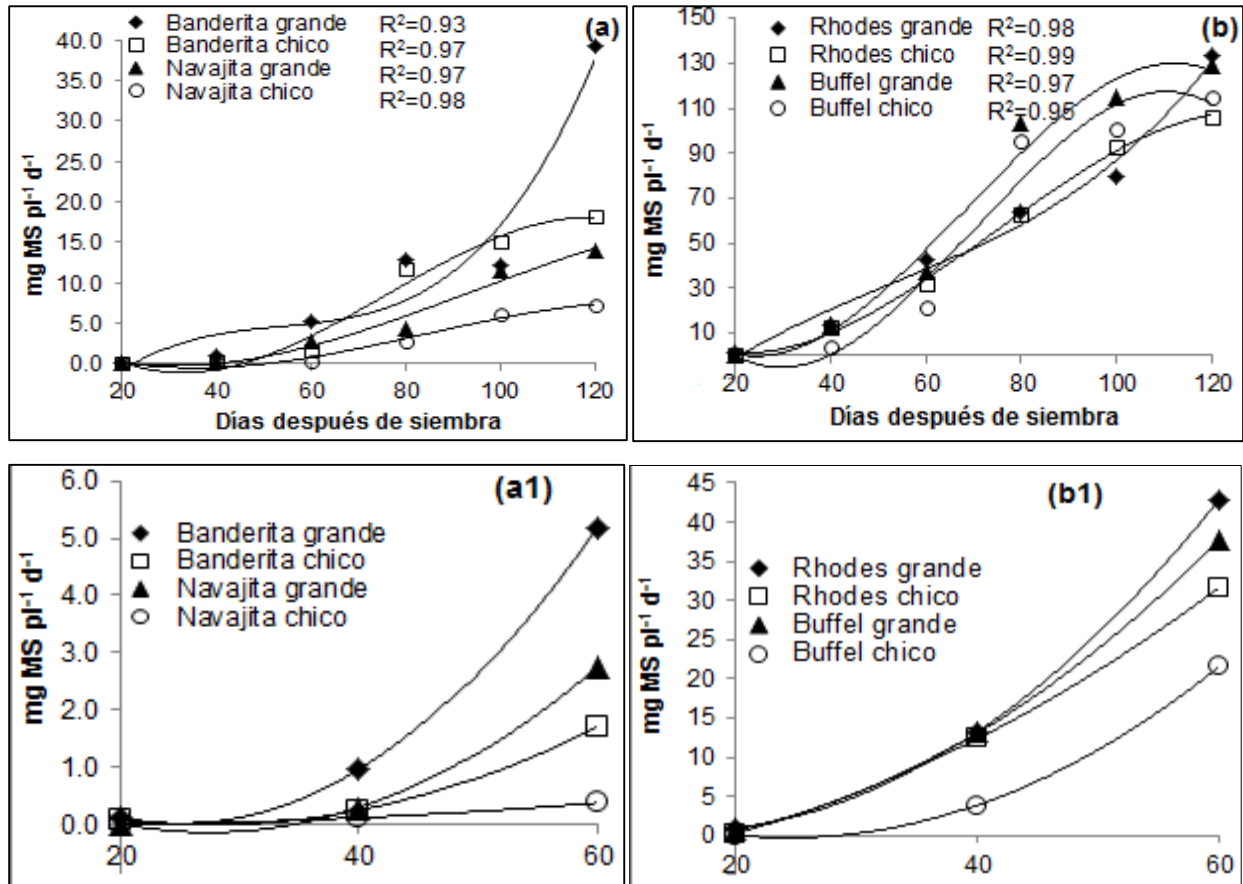
Figura 4.7. Tasa de crecimiento de hoja de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1).



#### 4.5.11. Tasa de crecimiento de raíz

En general, las curvas ajustadas mostraron coeficientes de determinación mayores de 93% y presentan siempre incremento de MS desde el inicio hasta el último intervalo, contrariamente al comportamiento irregular observado para AF (Cuadro 4.3; Cuadro 4.4). En las especies nativas y Buffel el TC y embrión fue determinante para mayor TCr del área radical. En Rhodes, lo fue hasta 80dds (Figura 4.8a; Figura 4.8b).

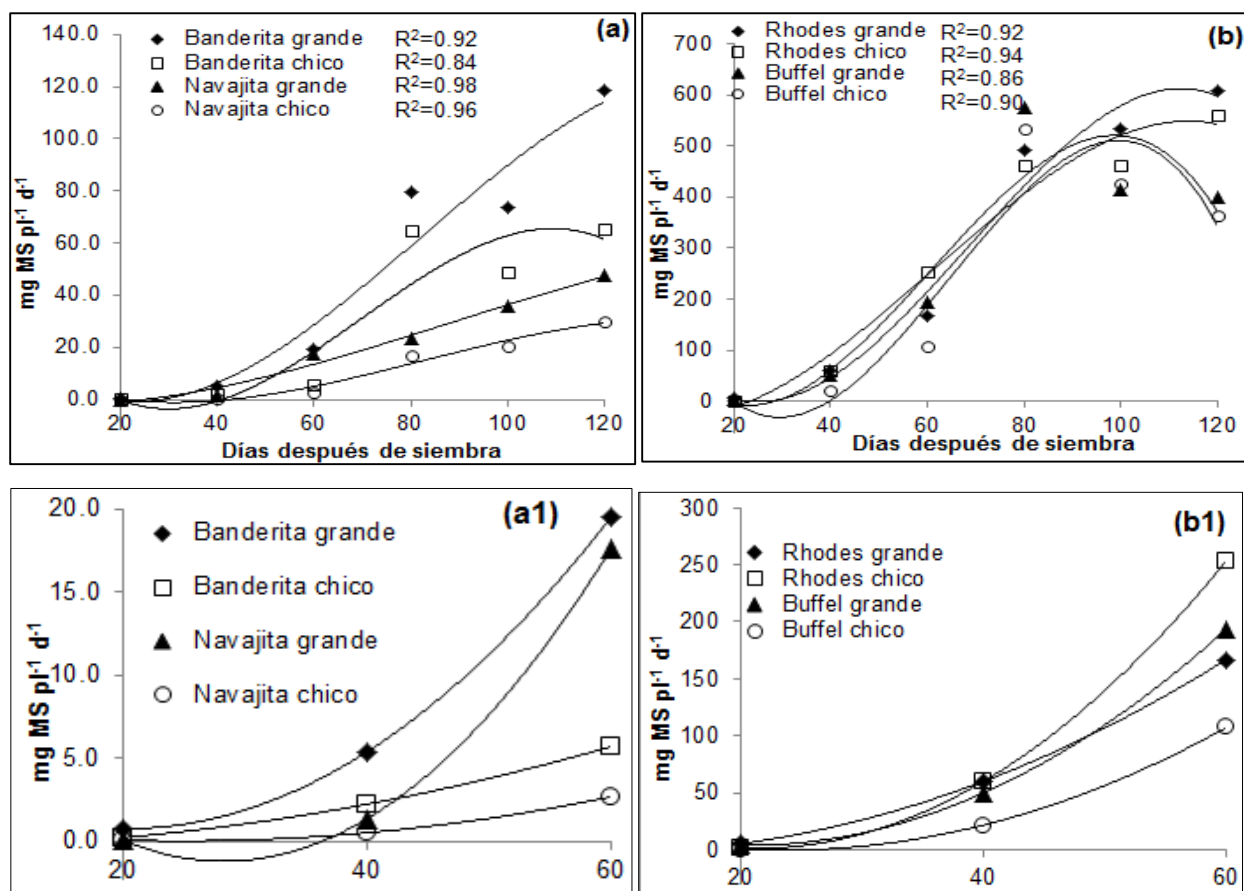
Figura 4.8. Tasa de crecimiento de raíz de plántula de dos especies nativas (a) y dos introducidas (b).



#### 4.5.12. Tasa de crecimiento de biomasa total

Las curvas ajustadas mostraron coeficientes de determinación mayores de 84% en gramíneas nativas y mayores de 86% en introducidas. En especies nativas el crecimiento siempre fue continuo para Navajita, sembrada con ambos TC; mientras que, PSCG y PSCch de Banderita mostraron un primer máximo de crecimiento hasta 80dds y aumentaron cuando aumentó el área foliar, ya que las raíces siempre tuvieron crecimiento (Cuadro 4.3; Figura 4.9a). Las especies exóticas mostraron máxima tasa de crecimiento a 80dds y, posteriormente, una disminución en la biomasa debido a disminución en el desarrollo del área foliar (Cuadro 4.4; Figura 4.9b).

Figura 4.9. Tasa de crecimiento de biomasa total de plántula de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1).



#### 4.5.13. Área foliar

En especies nativas, se observó diferencia en área foliar total y por fecha de muestreo ( $P < 0.01$ ; Cuadro 4.3). El TC y embrión fue marcadamente importante para el desarrollo de área foliar en plántulas de Banderita durante los 120 días de estudio; mientras que en Navajita, éste fue hasta 80dds. El desarrollo de mayor área foliar, permite plántulas con raíces más grandes y coadyuvar a la sobrevivencia ante la sequía interestival. Se observó interacción a 120dds ( $P < 0.01$ ), cuando PSCch de Navajita tuvieron mayor AF, en comparación a PSCch de Banderita y PSCG de Navajita. En especies introducidas se observaron diferencias por fecha de muestreo (excepto a 80dds) y periodo total ( $P < 0.01$ ; Cuadro 4.4) y en general, se registró mayor AF a 80dds y posteriormente ésta disminuyó. Considerando acumulación de AF por especie, Banderita fue mayor que Navajita (342 vs. 153 cm<sup>2</sup>;  $P < 0.01$ ). El TC en Rhodes fue importante para desarrollar



AF hasta 40dds y, en Buffel, hasta 80dds (Cuadro 4.4). Por especie el AF en Rhodes fue mayor a aquella de Buffel (1844 vs. 1174 cm<sup>2</sup>; P< 0.01). Se presentó interacción en especies nativas a 120dds (P< 0.01) cuando las PSCch de Navajita superaron a PSCG de Navajita (65 vs. 46 cm<sup>2</sup>), respectivamente. En pastos introducidos, se observaron interacciones a 60dds (P< 0.01), 100dds y total (P< 0.05) cuando el AF de PSCch de Rhodes fue mayor respecto a PSCG de Rhodes.

Cuadro 4.3. Área Foliar (cm<sup>2</sup>) de dos especies nativas, sembradas utilizando dos tamaños de cariósido.

Especie	Cariósido	20	40	60	80	100	120	Total
Banderita	Grande	1.7 <sup>a†</sup>	12.6 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	128 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	102 <sup>a</sup>	404 <sup>a</sup>
	Chico	0.6 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	20 <sup>bc</sup>	117 <sup>a</sup>	77 <sup>ab</sup>	58 <sup>bc</sup>	279 <sup>b</sup>
Razón g:ch		2.8:1	2: 1	2.5:1	1.1:1	1.4:1	1.8:1	
Navajita	Grande	0.2 <sup>b</sup>	2.2 <sup>bc</sup>	29 <sup>b</sup>	38 <sup>b</sup>	42 <sup>c</sup>	46 <sup>c</sup>	157 <sup>c</sup>
	Chico	0.2 <sup>b</sup>	0.4 <sup>c</sup>	5 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	48 <sup>bc</sup>	65 <sup>ab</sup>	149 <sup>c</sup>
Razón g:ch		1:1	5.5:1	5.8:1	1.2:1	0.9:1	0.7:1	
Promedio		1	5	26	78	69	68	
DMS <sub>h</sub>		6.0	5.3	20.5	47.3	34.8	38.0	17.9
Interacción E x TC		NS	NS	NS	NS	NS	**	NS

<sup>†</sup> Literales minúsculas iguales en columna, son promedios similares (P>0.05); ExTC = Especie x Tamaño de cariósido; g:ch= grande: chico.

La correlación en gramíneas nativas e introducidas entre AF y número de vástagos fue positiva (P< 0.01). En Banderita, para PSCG fue de 48% y, en PSCch, de 58%. En Navajita, en PSCG, fue de 60% y en PSCCh, de 69%. En Rhodes en PSCG, fue de 44% y en PSCch, de 43%. En Buffel en PSCG fue 50% y en PSCch, de 52%.

Cuadro 4.4. Área Foliar (cm<sup>2</sup>) de dos especies introducidas, sembradas utilizando dos tamaños de cariósido.

Especie	Tamaño	20	40	60	80	100	120	Total
Rhodes	Grande	20 <sup>a †</sup>	176 <sup>a</sup>	300 <sup>b</sup>	577 <sup>a</sup>	215 <sup>b</sup>	266 <sup>ab</sup>	1554 <sup>b</sup>
	Chico	5 <sup>b</sup>	149 <sup>ab</sup>	659 <sup>a</sup>	578 <sup>a</sup>	451 <sup>a</sup>	293 <sup>a</sup>	2135 <sup>a</sup>
Razón g:ch		4	1.2	0.5	1.0	0.5	0.9	0.73
Buffel	Grande	22 <sup>a</sup>	99 <sup>bc</sup>	299 <sup>b</sup>	439 <sup>a</sup>	188 <sup>b</sup>	169 <sup>c</sup>	1215 <sup>b</sup>
	Chico	5 <sup>b</sup>	66 <sup>c</sup>	230 <sup>b</sup>	402 <sup>a</sup>	233 <sup>b</sup>	198 <sup>bc</sup>	1133 <sup>b</sup>
Razón g:ch		4.4	1.5	1.3	1.1	0.8	0.9	1.0
Promedio		13	122	372	499	272	232	
DMS <sub>h</sub>		8.9	65.0	157.5	267.0	138.7	94.2	86.9
Interacción P x T		NS	NS	***	NS	*	NS	*

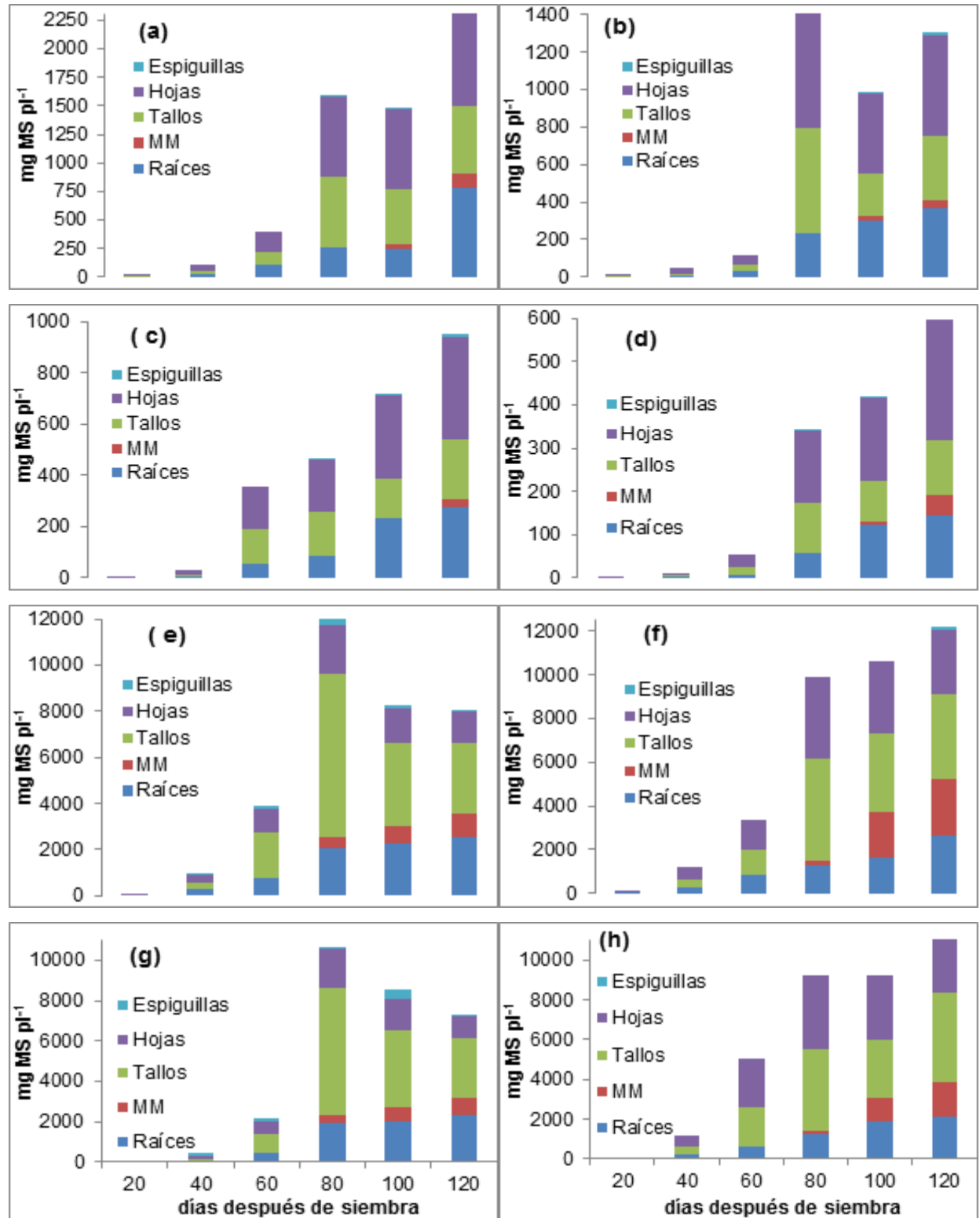
† Literales minúsculas iguales en columna, son promedios similares (P>0.05); ExTC = Especie x Tamaño de cariósido; g:ch= grande: chico.

#### 4.5.14. Composición morfológica

Los componentes morfológicos variaron de manera significativa (P<0.05) para las edades de plántulas (Figura 4.10). La relación entre hojas (BH), tallos (BT), raíz (BR), tejido de inflorescencias (BI) y material muerto (MM), se muestran en la Figura 4.1. La BH, BT y BR, en todos los tratamientos estuvieron correlacionados positivamente (P<0.05), con edad de la planta. Se encontró mayor BF, BT y BR en especies nativas, utilizando mayor TC y, por consiguiente, mayor tamaño de embrión. La BR incrementó consistentemente con la edad, y el MM se presentó hasta 100dds.

La interacción EspecieXTC para BF, ocurrió a 20dds (P<0.01), cuando PSCch de Navajita tuvieron mayor MS, en comparación con PSCG de Navajita. En tallos, ocurrió a 60dds (P<0.01), cuando PSCG de Navajita tuvieron mayor biomasa en comparación con Banderita, en ambos TC. En raíz, se observó interacción a 40dds (P<0.01) al tener mayor biomasa las PSCG de Navajita, en comparación con las de Banderita, en ambos TC.

Figura 4.10. Composición morfológica para plántulas originadas de cariósipide grande (a) y chico (b) de pasto Banderita, Navajita (c) y (d), Buffel (e) y (f) y Rhodes (g) y (h) a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra.

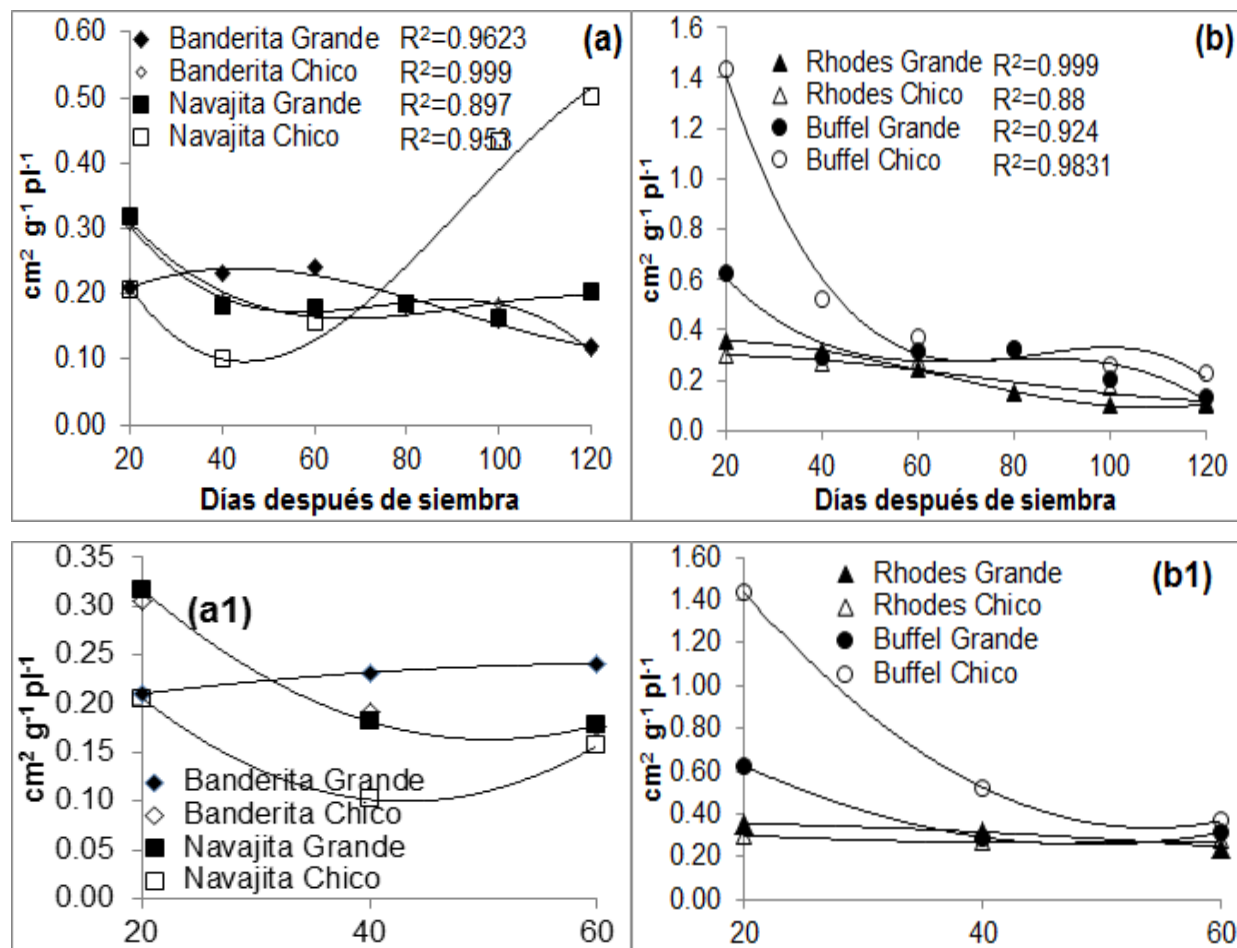


En Buffel, el TC y embrión fue importante para desarrollar hoja, tallo y raíz hasta 80, 80 y 120dds, respectivamente y, en Rhodes lo fue hasta 40, 100 y 80dds, respectivamente. Las raíces siempre incrementaron su peso en ambas gramíneas introducidas y el material muerto fue evidente desde 80dds y se incrementó a mayor edad de planta ( $P < 0.05$ ). La interacción EspecieXTC en biomasa de raíz ( $P < 0.05$ ) ocurrió a 40dds cuando PSCG de Buffel superó a PSCch de Rhodes. En tallo, la interacción ocurrió ( $P < 0.01$ ) a 40 y 60dds cuando PSCG de Buffel y PSCCh de Rhodes superaron a PSCG de Rhodes. El rendimiento de MS total presentó correlación positiva con biomasa de hoja, tallo y raíz ( $P < 0.01$ ); similarmente, positiva, pero no significativa ( $P > 0.05$ ), con biomasa de inflorescencias y MM (Cuadro 4.4).

#### **4.5.15. Área foliar específica**

En pastos nativos mayor AFE se observó a mayor número de vástagos (Figura 4.11a y Cuadro 4.6) y las PSCch de Navajita mostraron mayor AFE desde 80dds, mientras en PSCG de Navajita la AFE disminuyó y luego se estabilizó.

Figura 4.11. Área Foliar Específica ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) de dos especies nativas (a) y (a1) y dos introducidas (b) y (b1), en muestreos destructivos a 20, 40, 60 80, 100 y 120 días después de siembra.



En Banderita, tanto para PSCG y PSCch, la AFE es constante hasta 80dds y luego disminuye, efecto marcado por escasa aparición de vástagos a 80dds. En pastos introducidos el AFE disminuye a mayor edad de planta y las PSCch de ambos pastos compensan el TC con aparición de más vástagos (Cuadro 4.7), lo que coincide con una caída menos drástica de la AFE. Mayor AFE de Buffel en comparación a Rhodes por muestreo explica superioridad biológica de plantas adultas de Buffel para mayor aprovechamiento de los factores de crecimiento.

#### 4.5.16. Duración de área foliar

Sin importar el origen de especie, la DAF, no se amplió en intervalos de 20-60dds y de 61-120dds (Cuadro 4.4) y siempre fue mayor al segundo intervalo. En nativas e introducidas se observaron diferencias en cada intervalo y en periodo total ( $P < 0.01$ ).

Cuadro 4.5. Duración de Área Foliar al establecimiento (20-60 días después de la siembra;  $\text{cm}^2 \text{d}^{-1}$ ), después del establecimiento (61 días después de siembra) y para el total del periodo de estudio en especies introducidas y nativas.

Especie	TC	20-60	61-120	Total	Especie	Tamaño cariósipide	20-60	61-120	Total
Rhodes	Grande	12 <sup>b</sup>	26 <sup>ab</sup>	38 <sup>b</sup>	Banderita	Grande	1.6 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>
	Chico	20 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>		Chico	0.7 <sup>bc</sup>	6.3 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>
Buffel	Grande	10 <sup>bc</sup>	20 <sup>b</sup>	30 <sup>c</sup>	Navajita	Grande	0.8 <sup>b</sup>	3.1 <sup>c</sup>	3.9 <sup>c</sup>
	Chico	8 <sup>c</sup>	7 <sup>b</sup>	16 <sup>c</sup>		Chico	0.1 <sup>c</sup>	3.6 <sup>c</sup>	3.7 <sup>c</sup>
	Promedio	13	22	34		Promedio	0.8	5.4	6.2
	DMS <sub>h</sub>	5.28	22.9	25.3		DMS <sub>h</sub>	0.54	1.75	1.81
	Tratamiento	***	**	***		Tratamiento	***	***	***
	Pasto	***	***	***		Pasto	***	***	***
	Tamaño cariósipide	*	NS	**		Tamaño cariósipide	NS	NS	**
	Interacción E x T	**	NS	**		Interacción E x T	NS	**	**

DMS<sub>h</sub>= DMS honesta; Literales minúsculas corresponden a columna y, mayúsculas, a hilera. Letras iguales, promedios iguales ( $P > 0.05$ ); TC = Tamaño de cariósipide.

Al considerar especie, para nativas, se observaron diferencias de 20-60 dds y 61-120dds y por TC solo mostraron diferencia para el total del periodo de estudio ( $P < 0.01$ ). Se observó interacción de 61-120 dds, cuando PSC<sub>ch</sub> de Navajita fueron mayores en comparación a PSC<sub>G</sub> de Navajita. Banderita superó en cada intervalo a Navajita y para el total del periodo de estudio ( $P < 0.01$ ; 8.5 vs. 3.8  $\text{cm}^2 \text{d}^{-1}$ ). Entre gramíneas introducidas, Rhodes fue mayor Buffel ( $P < 0.01$ ). Se observó interacción de 20-60 dds y para el total del periodo de estudio, cuando PSC<sub>ch</sub> de Rhodes superaron a PSC<sub>G</sub> de Rhodes ( $P < 0.01$ ). Considerando por especie, Rhodes mostró mayor DAF en comparación con Buffel (46 vs. 23 d;  $P < 0.01$ ).

#### 4.5.17. Número de vástagos

En pastos nativos, se observaron diferencias en número de tallos en los muestreos destructivos de 60 a 120dds y para el total del periodo de estudio ( $P < 0.01$ ; Cuadro 4.5) y pasto Navajita siempre mostró mayor cantidad de tallos en cada muestreo en comparación a Banderita ( $P < 0.01$ ); sin embargo, para la suma total, no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ) y no se observaron diferencias cuando se promedia por tamaño ( $P > 0.05$ ). Se observó interacción Especie X Tamaño a 60dds ( $P < 0.01$ ).

Cuadro 4.6. Número de vástagos de dos especies nativas, en plántulas originadas de diferente tamaño de cariósipide.

Especie	Tamaño	20	40	60	80	100	120	Total
Banderita	grande	1	1 <sup>a †</sup>	4 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	18 <sup>c</sup>	42 <sup>b</sup>
	chico	1	1 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	21 <sup>c</sup>	43 <sup>b</sup>
Navajita	grande	1	1 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	28 <sup>ab</sup>	66 <sup>a</sup>
	chico	1	1 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>
DMS <sub>h</sub>		0	1.19	1.6	2.1	5.5	8.6	10.6

DMS<sub>h</sub> = DMS honesta; <sup>†</sup> literales diferentes por columna, son promedios diferentes ( $P < 0.05$ ); NS = No significativo ( $P < 0.05$ ).

En especies introducidas se observaron diferencias para número de vástagos por fecha de muestreo y para el total del periodo de estudio ( $P < 0.01$ ; Cuadro 4.6) y Rhodes siempre mostró mayor cantidad de vástagos en comparación a Buffel, así como las PSCG mostraron siempre mayor cantidad de vástagos y para el total del periodo de estudio ( $P < 0.01$ ). Se observó interacción EspecieXTamaño a 60dds y para el total del periodo de estudio.

Cuadro 4.7. Número de vástagos de dos especies introducidas, en plántulas originadas de diferente tamaño de cariósida.

Especie	Tamaño	20	40	60	80	100	120	Total
Rhodes	grande	1	2 <sup>a</sup> †	2 <sup>b</sup>	5 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	6 <sup>ab</sup>	22 <sup>a</sup>
	chico	1	2 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
Buffel	grande	1	1 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	4 <sup>ab</sup>	4 <sup>b</sup>	4 <sup>c</sup>	15 <sup>b</sup>
	chico	1	0.1 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>bc</sup>	16 <sup>b</sup>
DMSH		0	0.86	1.34	1.54	2.18	2.04	24

DMSH = DMS honesta; † literales diferentes por columna, son promedios diferentes ( $P < 0.05$ ); NS = No significativo ( $P < 0.05$ ).

#### 4.6. Discusión

La producción total de biomasa de especies introducidas fue nueve magnitudes mayor a aquél de nativas, como indicaron Gómez *et al.* (2007). El TC y embrión fue de suma importancia durante el periodo de estudio en gramíneas nativas para el desarrollo de hoja, raíz y biomasa total; mientras que, para introducidas lo fue de manera parcial. Mayor TC y embrión resulta en mayor desarrollo del AF desde la emergencia y es esencial para un buen establecimiento y llenado de grano (Ashby, 1932; López-Castañeda *et al.*, 1996). Las condiciones de desarrollo de la semilla son importantes y tanto el tamaño y vigor de la misma puede mejorarse, mediante adecuada nutrición y humedad en la planta madre. Por otra parte, los pastos introducidos desarrollaron alternativas de supervivencia, como la mayor asignación de fotosintatos para formación de tejido y producción de tallos (Pérez *et al.*, 2004). El tamaño relativo de órganos para captura, asimilación de recursos o almacenamiento de reservas (hojas, tallos, vaina y raíz), determinan el intercambio del sistema a medida que la planta se desarrolla (Lemaire *et al.*, 1999). Eliminar brácteas accesorias incrementa la calidad biológica de semilla; sin embargo, usar medios mecánicos provoca daño por fricción; ya que ligeras abrasiones a la testa del cariósida afectan seriamente el crecimiento de plántula (López-Castañeda y Richards, 1994a), lo cual se debe considerar para el beneficio de diásporas comerciales de pastos hacia cariósida y ofrece un punto valioso a documentar. En PSCch de Rhodes se registró mayor proporción de embrión



respecto a endospermo, en comparación con PSCG, por lo que esta especie dependió en menor grado del tamaño de carióspside y fue superior a Buffel y nativos en biomasa total y parte aérea, lo que confirma que los pastos africanos no dependen del tamaño de embrión y TC en la formación de tejido nuevo. Por su parte López-Castañeda *et al.*, (1996), reportan, para trigo y cebada, que a mayor masa del embrión, mayor área foliar y la MS de éstas muestran relación positiva. Plantas originadas de embrión grande, poseen mayor cantidad de células y zona meristemática vigorosa y el número de células de hoja en cebada, proporcionó evidencia indirecta de diferencia significativa en número de células en embrión (López-Castañeda *et al.*, 1996).

Lo anterior, fue propuesto por Aguado-Santacruz y García-Moya (1998), para diseñar nuevos esquemas de análisis en condiciones de invernadero que permitan evaluar el comportamiento y establecimiento de las especies a resembrar, para anticipar las probabilidades de éxito en campo. El AF en Rhodes dependió del TC y embrión hasta 40dds y, en Buffel, hasta 80dds y ésta, en suma, fue mayor en Rhodes (2135 vs. 1554 cm<sup>2</sup>) para PSCch y PSCG, respectivamente. Por otro lado, en gramíneas nativas fue notoria la importancia de clasificar carióspsides por tamaño y resulta en mayor desarrollo del área foliar y raíz; por lo que representará una estrategia a considerar para establecer praderas.

La TCr en especies nativas de acuerdo con Arredondo *et al.* (2005), fue lenta hasta 60dds y posteriormente se incrementó al aumentar el número de vástagos al avanzar la fecha siembra; por otra parte, Bernal-Flores *et al.*, (2006), en *Brachipodium mexicanum*, *Muhlenbergia rigida* y *Piptochaetum fimbriatum*, encontraron mayor TCr a 11 y 13 semanas de rebrote, similar al presente estudio. La TCr en especies introducidas fue lenta al inicio (20-60dds) y, posteriormente, se incrementó (61-80dds) para disminuir (81-120dds), para PSCG y PSCch; ya que las hojas formadas inicialmente senescieron y no renovaron tallos, por lo cual, Isahag y Denett (1998), mencionan que altas TCr ocurren en hojas jóvenes de la parte superior del dosel, efecto registrado en las especies de gramíneas nativas evaluadas.

La reducción del AFE en especies introducidas se atribuye a una alteración en la estructura de hoja, o bien al incremento en concentración de carbohidratos no estructurales en la misma (Newton, 1991) y también como resultado de incapacidad de la planta para asignar estos fotosintatos al crecimiento estructural (Bazzaz *et al.*, 1987; Baxter *et al.*, 1994). Sin embargo, este fenómeno no fue registrado en especies nativas, ya que no existe disminución marcada en AFE y en PSCch de Navajita, la AFE tendió a incrementarse; es decir, mayor incremento de área foliar comparado con peso de hojas, debido a la emisión de nuevos vástagos, ya que son hojas juveniles delgadas y, en comparación a Banderita y especies introducidas, Navajita siempre renovó a mayor escala sus tallos. La DAF fue mayor para todas las especies después de establecidas, esto es, posterior a 61dds, ya que en Rhodes, Buffel y Banderita, la mayor AF se registró a 80dds y en Navajita a 120dds. Al respecto Aguilar-García *et al.* (2005), mencionan que la mayor DAF refleja mayor producción de biomasa durante el ciclo del cultivo.

#### **4.7. Conclusiones**

El uso de cariósides clasificados abre oportunidades para mejorar la recuperación de pastizales de zonas áridas; ya que a mayor tamaño de cariósido y embrión, existe mayor desarrollo vegetal que se reflejará en mayores oportunidades de establecimiento. El tamaño de cariósido y embrión fue importante para las especies nativas durante todo el periodo evaluado; mientras que, para pastos introducidos lo fue de manera parcial.

En especies nativas, el TC fue importante durante todo el periodo evaluado para hoja, raíz, parte aérea y biomasa total; sin embargo, para producción de inflorescencias, el tamaño de cariósido fue de mayor impacto en Navajita, en comparación con Banderita. En Navajita, las plantas sembradas con cariósido grande mostraron mayor valor en cociente raíz: parte aérea. Para especies introducidas, en Rhodes el mayor tamaño de cariósido y embrión fue importante para desarrollar biomasa de hoja hasta 40dds, para raíces hasta 80dds, para tallo e inflorescencia hasta 40dds. En Buffel el TC y embrión fue importante para producción de biomasa de hoja hasta 80dds, para raíz

durante todo el periodo, para tallos hasta 80dds; sin embargo, para formar tejido de inflorescencia, nunca fue importante.

Las curvas ajustadas en pastos nativos, para biomasa de hoja y total, son polinomiales, caracterizadas por incremento gradual en sus valores, con tres fases bien definidas: crecimiento lento, crecimiento exponencial y crecimiento gradual (efecto menos notorio en Navajita); por su parte, las especies introducidas mostraron cuatro fases: una de crecimiento lento, una de crecimiento exponencial, una de desaceleración del crecimiento y, por último, un periodo de estabilidad. Dichas etapas fisiológicas concuerdan con la fenología del cultivo y son diferentes de acuerdo a la emisión de vástagos. Mayor área foliar y tasa de crecimiento se observó a mayor TC en cada muestreo, tanto en especies nativas como Buffel; sin embargo, en Rhodes el efecto fue menos notorio, lo que en condiciones de campo, permitirá mayor competitividad para plántulas originadas de carióspside grande, ante la sequía interestival y la oportunidad de establecerse. El Área Foliar Específica es constante en especies nativas y disminuye en pastos introducidos conforme avanza la edad de las plantas. Las cuatro especies tienen mayor duración del área foliar después de 60dds, coincidente con mayor área foliar.

#### 4.8. Literatura Citada

- Aguado-Santacruz G. A. y E. García-Moya. 1998. Environmental factors and community dynamics at the southernmost part of the North American Graminetum. *Plant Ecol.* 135: 13-29.
- Aguilar-García, L., J. A. Escalante-Estrada, L. Fucikovsky-Zak, L. Tijerina-Chávez L. y E.M. Engleman. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *TERRA Latinoamericana.* 23: 303-310.
- Arredondo, M.T., E. Hubber S., E. García M., M. García O. y G.A. Aguado S. 2005. Selección de germoplasma de zacate Navajita con diferente historial de uso en Jalisco, México. *Téc. Pec. Méx.* 43: 371-385.
- Ashby, E. 1930. Studies in the inheritance of physiological characters. I. A physiological investigation of the nature of hybrid vigor in Maize. *Annals of Botany.* 49: 458-467.
- Baxter, R., T.W. Ashenden, T.H. Sparks and J.F. Farrar. 1994. Effects of elevated carbon dioxide on three montane grass species. I. Growth and dry matter partitioning. *J Exp. Botany.* 45: 305-315.
- Bazzaz, F. A., N. R. Chiariello, P.D. Coley and L. F. Pitelka. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. New assessment of the costs and benefits of allocation patterns in plants are relating ecological roles to resource use. *Bioscience.* 37: 58-67.
- Bernal, F. A., A. Hernández G., J. Pérez P., J. G. Herrera H., M. Martínez M. y J. L. Dávalos F. 2006. Patrón de crecimiento de pastos nativos en bosque de encino en el Estado de México. *México. Agrociencia.* 40: 39-47.
- Bircham, J. S. and J. Hodgson. 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. *Grass Forage Sci.* 38: 323-331.
- Cornish, P. and S.S. Hindmarsh. 1988. Seed size influences the coleoptiles length of wheat. *Australian J Exp. Agric.* 28: 521-523.
- Escalante-Estrada, J.A. y Kohashi-Shibata J. 1982. Efecto del sombreado artificial sobre algunos parámetros del crecimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia.* 48: 29-38.

- Garduño, V. S. 2012. Morfología, Citología y Biología reproductiva de poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees y *Cenchrus ciliaris* L. Colegio de Posgraduados. Tesis de Doctorado. Montecillo, Edo de México. 135p.
- Gómez, de la F. E., H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y W.E. Grant. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. Téc. Pec. Méx. 45: 1-17.
- Herrera, H. J. G. y A. Barreras S. 2000. Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el programa SAS). Manual de procedimientos. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Especialidad de Ganadería. Colegio de Posgraduados, México. 119p.
- Guberac, V., J. Martincic and S. Maric. 1998. Influence of seed size on germinability, germ length, rootlet length and grain yield in spring oat. *Bodenkultur*. 49:13-18.
- Hunt, R. 1990. Basic Growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Academic Division Unwin Hyman. Ltd. London, England. 111p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technology*. 24. Supplement. 243p.
- Kaydan, D. and M. Ya-mur. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. *African J Biotech*. 7: 2862-2868.
- Kneebond, W., R. and C.L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. *Agronomy J*. 47: 472–477.
- Kawade, R. M., S. D. Ugale and R. B. Patil. 1987. Effect of seed size on germination, seedling vigor, and test weight of pearl millet. *Seed Res*. 15: 210–213.
- Larsen, S. and U.C. Andreasen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Sci*. 44: 1710–1720.
- Lee, J. H. and E. Heuvelink. 2003. Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut *Crysanthemum*. *Annals of Botany*. 91: 319-327.
- Lemaire, G., B. Onillon, G. Grosse, M. Chartier and J.M. Allirand. 1999. Nitrogen distribution within a lucern canopy during regrowth: relation with light distribution. *Annals of Botany*. 68: 483-488.

- López-Castañeda, C. and R.A. Richards. 1994. Variation in temperate cereals in rainfed environments. I Phasic development and growth. *Field Crops Research*. 37: 51-62.
- López-Castañeda, C, R.A. Richards, G.D. Farquar and R.E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. *Crop Science*. 36: 1257-1266.
- Newton, P.C. 1991. Direct effects of increasing carbon dioxide on pasture plants and communities. *N. Z. J Agric. Res.* 34: 1-24.
- Ortiz, S.C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos. Edafología, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. México. 17p.
- Pérez, A. J. A., E. García M., J. F. Enríquez Q., A.R. Quero C., J. Pérez P. y A. Hernández G. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido cv). *Téc. Pec. Méx.* 42: 447-458.
- Reich, P.B., M.B. Walters and D.S. Ellsworth. 1992. Leaf lifespan in relation to leaf, plant and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecol. Monogr.* 62: 365-392.
- Roy, S. K.S., A. Hamid, M. Giashuddin and A. Hashem. 1996. Seed size variation and its effects on germination and seedling vigour in rice. *J Agron. Crop Sci.* 176: 79–82.
- Sugiyama, S. 2005. Relative contribution of meristem activities and specific leaf area to shoot relative growth rate in C<sub>3</sub> grass species. *Funct. Ecol.* 19: 925–931.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1 167p.
- Willenborg, C. J., J.C. Wildeman, A. K. Miller, B.G. Rosnaged and S.J. Shirtliffe. 2005. Oat germination characteristics differ among genotypes, seed sizes, and osmotic potentials. *Crop Sci.* 45: 2023-2029.
- Yari, L., M. Aghaalikhani and F. Khazaei. 2010. Effect of Seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARPN J Agric. Biol. Sci.* 5: 1-6.

**5. GERMINACIÓN Y VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN GRAMÍNEAS NATIVAS  
E INTRODUCIDAS POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DIÁSPORAS,  
BENEFICIADAS A DIFERENTE FECHA**

## **GERMINACIÓN Y VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN GRAMÍNEAS NATIVAS E INTRODUCIDAS POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DIÁSPORAS, BENEFICIADAS A DIFERENTE FECHA**

### **5.1. Resumen**

El comportamiento de germinación en respuesta al beneficio, permite identificar oportunidades de manejo en calidad de semilla, abriendo alternativas para establecer praderas de temporal en condiciones áridas. El objetivo fue evaluar germinación y velocidad de germinación (VG) de cuatro gramíneas, tanto en diásporas (UD) como cariósides clasificados por tamaño (TC), con tiempo diferencial de almacenamiento y beneficio (eliminación de estructuras accesorias de la semilla). El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo de 2011, en laboratorio. Se evaluaron *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*; *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana*. A partir de diásporas, se eliminaron brácteas accesorias (BA), tanto al inicio del experimento (CB), como cada dos meses (CT) y las cariósides resultantes, se clasificaron con uso tamices, en grandes (CG), medianos (CM) y chicos (Cch). En base a Semilla Pura Viable (SPV), se sembraron TC sobre papel y diásporas a 1cm de profundidad en peat moss. Para analizar la información de la germinación y VG de TC y diásporas se utilizó regresión logística con el LIFEREG del paquete SAS. La germinación de especies introducidas fue afectada por latencia de semilla. Los resultados indican que en nativas, mayor viabilidad ocurre al conservar BA. Para TC, el comportamiento de germinación mostró el orden  $CG > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). La germinación en TC de pastos exóticos mostró latencia del embrión con orden:  $CG > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). Después de adquirida la semilla, Rhodes mostró mayor germinación a 10 meses y Buffel a 16 meses. La germinación en diásporas de pastos nativos disminuyó, contrariamente a introducidos ( $P < 0.01$ ). La latencia en Buffel ocurre tanto por BA como por el embrión. La VG en TC para CB y CT de nativas e introducidas mostró el orden  $CG > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). La germinación y VG en TC fue mayor que en diásporas. La clasificación de cariósides por tamaño ofrece alternativas para incrementar el crecimiento en los primeros días del establecimiento, lo que ofrece posibilidades de mejorar el establecimiento.

**Palabras clave:** cariósides, sequía interestival, establecimiento



## GERMINATION RATE FOR NATIVE AND INTRODUCED GRASS SPECIES FOR BOTH CLASSIFIED CARYOPSIS AND DIASPORES, PROCESSED AT DIFFERENT DAYS POST-HARVEST

### 5.2 Abstract

Seed benefit to caryopsis for grasses may allow for new opportunities to establish rain-fed prairies within arid environments. The objective was to assess germination and germination speed for diaspores (UD) and classified caryopses (CC), and with different time of storage. The experiment was conducted under laboratory conditions at Montecillo, State of Mexico (February, 2010 to May, 2011). Two native species: *Bouteloua gracilis* and *B. curtipendula*, and two introduced species *Cenchrus ciliaris* Buffel and Rhodes *Chloris gayana*, were evaluated. Spikelet structures (SE) were removed both at the beginning of the experiment (CB) and every two months (CT), resulting caryopses were classified through sieves in large (CG), medium (CM), and small (Cch). Viability tests were evaluated using tetrazolium for both CB every month and for CT every two months. Resulting classified caryopsis were seeded on paper based on pure live seed (SPV). Also UD were seeded on SPV basis to 1cm deep using peat moss, every month. Data was analyzed on species origin basis through logistic regression with LIFEREG of SAS. Native species' germination was not affected by seed dormancy ( $P < 0.05$ ) and seed viability was superior when stored conserving SE. Classified caryopsis germination did occur following the order:  $GC > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). Introduced species germination for CC showed embryo dormancy in the order  $CG > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). Rhodes and Buffel grass showed higher germination to 10 and 16 months of storage, respectively. Native UD germination decreased while that of exotic species increased ( $P < 0.01$ ). Buffel latency did occur for both SE and embryo influence. Classified caryopsis' germination rate (VG) for CB and CT both for native and introduced species showed the following order:  $CG > CM > Cch$  ( $P < 0.05$ ). Germination and VG for CC was higher than that observed for UD. The CC by size offers new alternatives increase de growth in the fist days of the establishment in facing summer droughts.

**Keywords:** Caryopsis, interestival drught, establishment.

### 5.3. Introducción

El deterioro del suelo en zonas áridas y semiáridas de México es debido al sobrepastoreo, deforestación y apertura de tierras a campos de cultivo (SEMARNAT, 2008). En el Desierto Chihuahuense de México, los pastizales cubren aproximadamente 15% o menos de su superficie original (PMARP, 2012). Por tanto, al tratar de recuperar áreas de pastizal de manera segura, la industria semillera debe ofrecer al productor máxima calidad genética, física y biológica de semilla, aspectos influenciados por el ambiente de producción, cosecha, beneficio y almacenamiento (Mora, 1991; Probert y Hay, 2000). Un indicador sólido de calidad incluye a la pureza física, valor cultural imposible de apreciar a simple vista, especialmente en diásporas, como ocurre en gramíneas comercializadas en México (Quero *et al.*, 2007). En siembras de pastos de temporal con unidades de dispersión completas o diásporas (UD), la cual incluye amplia diversidad de brácteas accesorias (BA) del cariósido, se espera mayor densidad de plantas establecidas, lo que se dificulta por factores enmascarados por presencia de BA contenido y madurez de cariósidos por espiguilla o involucro, inhibidores de germinación presentes en BA y embrión, entre otros de gran importancia. Mediante remoción de BA, los cariósidos pueden embeberse fácilmente (Springer *et al.*, 2001, Larsen y Andreasen 2004) y, por tanto, incrementar su germinación en condiciones ambientales adecuadas.

La latencia de semilla es característica de plantas silvestres para sobrevivir ambientes adversos (Hilhorst, 1995; Zhongnan y Norton, 2009) e indica el estado en que la planta u órgano de ésta, detiene el desarrollo (Hilhorst, 1995). La latencia puede ser expresada en el embrión o impuesta por tejido circundante (Simpson, 1990; Hilhorst, 1995; Tian *et al.*, 2002). En *Tripsacum dactyloides* Tian *et al.* (2003), probaron la importancia del pericarpio y BA sobre la latencia y encontraron que al escarificar, logran germinar cariósidos viables. Por su parte, Springer *et al.* (2001), obtuvieron cariósidos de dos variedades de *T. dactyloides*, los agruparon en cinco categorías por peso individual y encontraron que el peso de cariósidos y la tasa de germinación están directamente relacionadas. Además, encontraron que a mayor peso de cariósido, las plántulas desarrollaron más biomasa aérea y raíces. Así mismo,

encontraron mayor germinación al sembrar cariósides en comparación con el uso de diásporas (50 vs. 5%).

El vigor de semilla se define en base a una serie de propiedades que determinan su actividad y comportamiento durante la germinación y emergencia de plántulas. Los lotes de semilla que no difieren en germinación pueden diferir en vigor y éstos pueden ser diferentes en velocidad de germinación y también en su comportamiento en campo o anaquel (Delouche y Caldwell, 1960). Comparar intra origen a los pastos nativos e introducidos en germinación y velocidad de germinación por tamaño de cariósides (TC) al ser obtenidos en diferentes fechas y éstos con diásporas, es importante para conocer oportunidades de establecimiento en campo, ya que no hay documentación respecto a sus efectos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación y su velocidad, en pastos nativos e introducidos, utilizando diásporas y cariósides clasificados por tamaño y con diferente tiempo de eliminación de brácteas accesorias.

#### **5.4. Materiales y Métodos**

El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo 2011 en condiciones de laboratorio en el *Campus* Montecillo, Colegio de Posgraduados, Estado de México, a 2240 msnm, en clima templado subhúmedo y temperatura media de 12-18°C (García, 1981). El material experimental consistió de semilla de dos especies de pastos nativos: Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths y Banderita *B. curtipendula* (Michx.) Torr., y dos introducidos: Buffel *Cenchrus ciliaris* L., variedad Común, Americano o T4464 y Rhodes *Chloris gayana* Kunth, variedad Bell. La semilla fue comercial, de diferente fecha de producción. Por tanto, se caracterizaron para calidad biológica inicial y se evaluaron en base a semilla pura viable (Cuadro 6.2).

Se almacenaron 25kg de diásporas experimentales en recipiente plástico y tapa, en condiciones de laboratorio. Para cada especie se obtuvieron 0.5 kg de cariósides al inicio del experimento (CB) y 100g, cada dos meses (testigo; CT). Para clasificar cariósides se midió el grueso de 200 cariósides y, en base a frecuencias, se clasificaron por tamaño mediante tamiz, para Buffel y Banderita fueron 0.5, 0.59 y

0.7mm para TC chico (Cch), mediano (CM) y grande (CG), respectivamente. Para Navajita y Rhodes el tamiz fue 0.42, 0.5 y 0.59mm para CG, CM y Cch, respectivamente.

La viabilidad para TC de CB y CT se determinó cada cuatro meses (Cuadro 6.1), para esto, se tomaron al azar 100 cariósides por tratamiento y se embebieron durante 10 h (ISTA, 1996). Posteriormente, se disectaron longitudinalmente para exponer estructuras embrionarias a tetrazolio (2, 3, 5 cloruro de trifenil tetrazolio; 0.1%). Los cortes se colocaron en caja petri (25 por repetición) sumergidos en la solución por 12 h a temperatura de laboratorio a la sombra. Posteriormente, la solución se decantó, se lavaron los cortes con agua destilada, se colocaron en papel filtro húmedo y se observaron al microscopio. La valoración de la viabilidad fue de acuerdo a la tinción: rojo intenso a rosa fuerte: viables; rosa pálido a blanco: no viables.

Se realizaron pruebas de germinación mensuales para TC en CB y diásporas, de febrero 2010 a mayo 2011 (Cuadro 5.1). Para CB y CT las siembras se realizaron 24h después de determinada la viabilidad. La siembra de cariósides, se realizó en papel filtro húmedo y para diásporas en peat moss húmedo, a 1.0cm de profundidad. Antes de sembrar, tanto la semilla como el material de laboratorio se desinfectaron con hipoclorito de sodio comercial al 0.6%, durante tres minutos y posteriormente, se enjuagaron con agua destilada. La siembra de TC se realizó en recipientes plásticos con tapa y ventilación y la siembra de diásporas, en charolas (40 x 25 x 10cm) sin tapa. Ambas se mantuvieron en cámara de ambiente controlado con flujo ligero de aire, 24 h de luz fluorescente a  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  y se regó cada 72h a TC con 30 ml de agua destilada, aplicándola debajo del papel filtro y a diásporas, cada 72h con 100 ml de agua destilada mediante aspersion.

#### **5.4.1. Tratamientos**

Consistieron en la combinación de dos especies nativas o dos introducidas con tres tamaños de cariósida (chico, mediano y grande), obtenidos de diásporas, al principio del ensayo y cada dos meses, es decir, seis tratamientos tanto en nativas como

introducidas). Por otro lado, dos especies de pasto nativas o dos introducidas con siembras mensuales en diásporas durante 16 meses (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Tratamientos, viabilidad y comportamiento de germinación, para cuatro gramíneas forrajeras. Se consideró testigo a la combinación de tratamientos.

Especie	Tratamiento	Tamaño de carióspside	Prueba de Viabilidad	Prueba de germinación
Cada una de cuatro especies evaluadas	1) Diáspora			Mensual,
	2) Carióspside CB	Chico, mediano y grande	Inicial y cada cuatro meses	durante 16 meses
	3) Carióspside CT	Chico, mediano y grande	Cada cuatro meses	Cada dos meses

Diásporas= UD. Carióspsides más estructuras florales: glumas, lema, palea, ramillas modificadas y aristas, según la especie. Carióspside CB. Material base. Obtenidos al inicio del experimento y almacenados (Materiales y Métodos). Carióspside CT. Testigo. Obtenidos cada dos meses a partir de material experimental original (Materiales y Métodos).

## 5.4.2. Variables

### 5.4.2.1. germinación total en carióspsides

Se consideró como plántulas normales, aquellas que tuvieron plúmula y radícula aun con ligeros defectos, pero con desarrollo satisfactorio (ISTA, 1996). El número total de plántulas fue la suma durante 15 días para TC.

### 5.4.2.2. emergencia total en diásporas

Se consideró como plántulas normales, aquellas que tuvieron plúmula y radícula aún con ligeros defectos, pero con desarrollo satisfactorio (ISTA, 1996). El número total de plántulas fue la suma durante 25 días.

#### **5.4.2.3. velocidad de germinación observada en cariósides**

El conteo de plántulas se realizó cada 12, 24, 36, 48 y 60h, 4° día y hasta 15 días después de siembra (dds) para cada tratamiento de TC a 15 días (ISTA, 1996). Las semillas que no germinaron y que no emergieron se consideraron datos sin conocer.

#### **5.4.2.4. velocidad de germinación ajustada y predicha en cariósides clasificados**

Se obtuvo a partir de la germinación observada, mediante un modelo logístico.

#### **5.4.2.5. velocidad de emergencia en diásporas**

El conteo de plántulas se realizó cada 12, 24, 36, 48 y 60 h, 4° día y hasta 25dds (ISTA, 1996).

### **5.4.3. Modelos experimentales y análisis de datos**

#### **5.4.3.1. germinación total**

Se utilizó un modelo logístico de acuerdo a Hosmer y Lemeshow (2000) y de este modo, se obtuvo la germinación ajustada y predicha. Los modelos se ajustaron con el procedimiento LIFEREG de SAS versión 9.3.1 (SAS, 2009).

#### **5.4.3.2. velocidad de germinación**

Para analizar datos, se utilizó un modelo logístico de acuerdo a Hosmer y Lemeshow (2000) y de éste modo se obtuvo la germinación ajustada y predicha. Los modelos se ajustaron con LIFEREG de SAS 9.3. (2009) y para detectar diferencias dentro de especie, se aplicó la prueba de Long Rank (0.05). Las semillas que no germinaron y que no emergieron se consideraron datos sin conocer.

### **5.5. Resultados**

Buffel mostró latencia tanto por estructuras florales como por embrión, efecto observado en menor medida en Rhodes (Cuadro 5.2).

### 5.5.1. Germinación total en cariósides

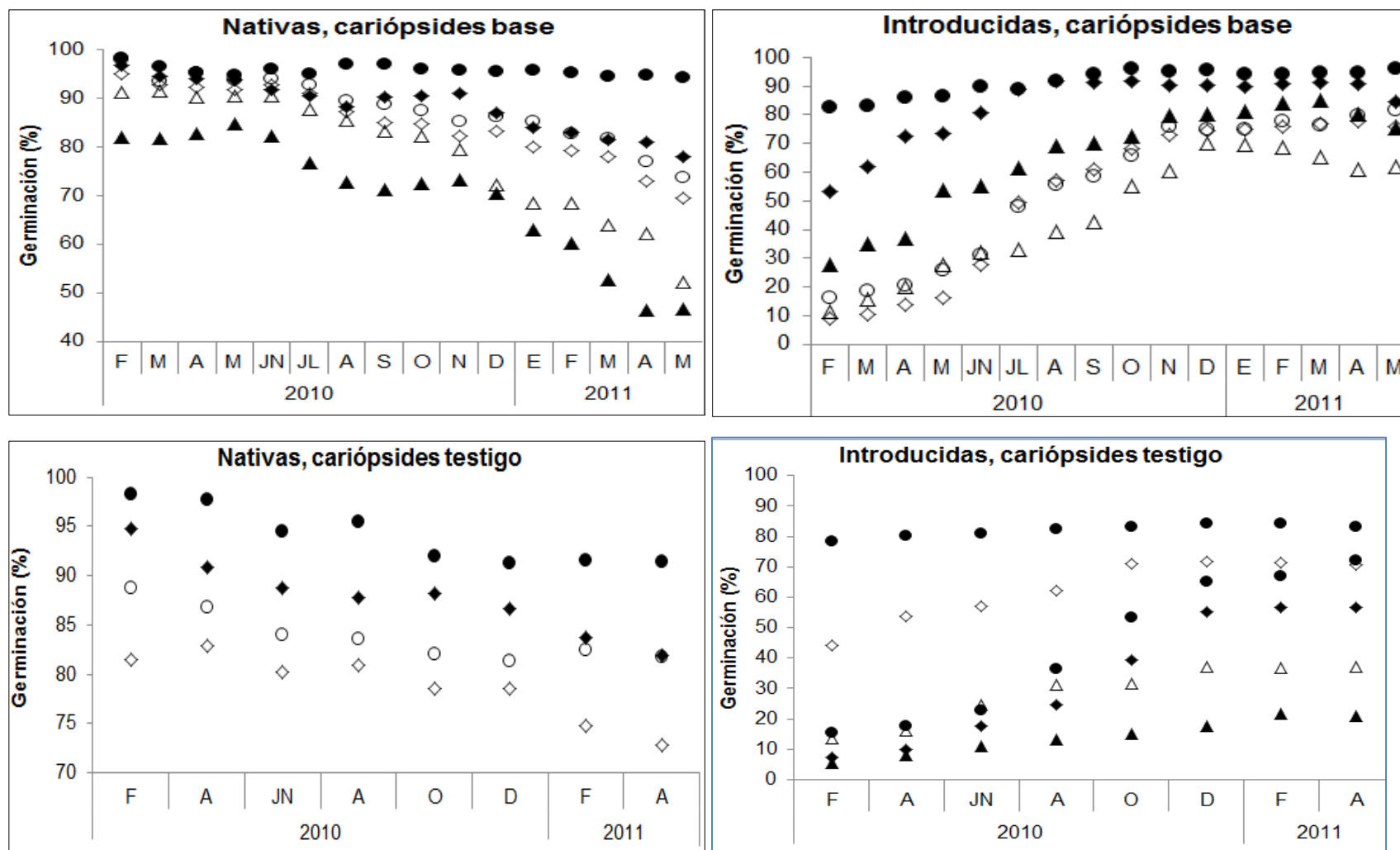
En especies nativas no se presentó latencia marcada por efecto de BA, en base a germinación observada (Figura 5.1) y se documentaron diferencias en TC ( $P < 0.05$ ). En CB de Navajita, la germinación en CG, CM y Cch disminuyó 24, 26 y 39%, respectivamente; mientras CT disminuyó 7, 13 y 22%, para CG, CM y Cch, respectivamente. Para CB de Banderita, la germinación en CG, CM y Cch disminuyó 4, 19 y 35%, respectivamente; mientras que, para CT 7, 9 y 11%, respectivamente. Por lo que la viabilidad se mantuvo en mejor medida cuando las cariósides se almacenaron con BA. Se observó mayor germinación cuando se eliminaron BA del cariósido inmediatamente antes de la siembra ( $P < 0.05$ ). En base a germinación, las especies introducidas mostraron latencia tanto por presencia de BA como influenciada por el embrión (Figura 5.1) y su germinación tendió a aumentar en el tiempo, para cada tratamiento. Para los CB de Buffel la germinación en CG, CM y Cch aumentó 66, 67 y 51%, respectivamente; mientras que, para CT la germinación aumentó 5, 27 y 24% para CG, CM y Cch, respectivamente. En Rhodes, la germinación en CB aumentó 13, 31 y 48% para CG, CM y Cch, respectivamente; mientras que, en CT, la germinación aumentó 57, 49 y 16% para CG, CM y Cch, respectivamente. Por tanto, Rhodes perdió latencia por BA y embrión a 13 meses, mientras en Buffel persiste a 16 meses.

Cuadro 5.2. Caracterización inicial de diferentes tipos de semilla experimental de cuatro gramíneas evaluadas para germinación y viabilidad.

Especie	1	1 <sup>a</sup>	2	2 <sup>a</sup>	3	4	5	6	7	8	9
Buffel	2606	384	649	1540	11	21	97	40	86	11	12
Navajita	589	1695	513	1949	13	36	98	62	84	84	96
Rhodes	292	3413	229	4367	11	24	98	32	88	55	88
Banderita	962	1039	714	1401	11	24	97	23	92	74	96

1. Peso de mil diásporas (mg); 1<sup>a</sup>. Número de diásporas (miles) por kg 2. Peso de mil cariósides (mg); 2<sup>a</sup>. Número de cariósides (miles) por kg. 3. Contenido de humedad (%); 4. Pureza física (%)\*; 5. Pureza física de cariósides; 6. Número de cariósides en 100 diásporas; 7. Viabilidad de cariósides (%); 8. Germinación diásporas (%); 9. Germinación cariósides (%). \*Pureza física = (Peso cariósides/ peso total muestra) x 100.

Figura 5.1. Germinación observada de cariósides base y testigo de dos gramíneas nativas y dos introducidas.



△ Navajita chico      ◇ Navajita mediano      ○ Navajita grande      △ Buffel chico      ◇ Buffel mediano      ● Buffel grande  
 ▲ Banderita chico      ◆ Banderita mediano      ● Banderita grande      ▲ Rhodes chico      ◆ Rhodes mediano      ● Rhodes grande



De acuerdo al modelo logístico, en especies nativas, Navajita, mostró diferencias ( $P < 0.01$ ) entre Cch y CM así como entre Cch y CG y las covariables tiempo y beneficio fueron significativas (Figura 5.2). El modelo de regresión logística ajustado permite señalar que la tasa de germinación en Navajita se reduce a la mitad después de 12 meses. La tasa de germinación de CM comparada con Cch es 1.6 magnitudes mayor; mientras que, para CG respecto a Cch fue de 2.1 magnitudes mayor. Considerando 16 meses de investigación, la tasa de germinación de CT respecto a CB es 2.7 magnitudes mayor. El modelo logra clasificar en 70% cada uno de los casos de semilla como germinada o no (por covariables tiempo y beneficio).

En Banderita, se observó diferencia entre Cch y CM; Cch y CG y las covariables tiempo y beneficio fueron significativas (Figura 5.1;  $P < 0.01$ ). Para Banderita las tasas de germinación de TC presentan comportamiento similar en el tiempo. La tasa de germinación de CM con respecto a Cch es 3.5 magnitudes mayor, mientras que aquella para CG fue 8.7 magnitudes mayor en comparación con el Cch. La tasa de germinación de CT respecto a CB es 1.7 magnitudes mayor. El modelo ajustado logra clasificar en 75% cada uno de los casos de semilla como germinada o no (dadas las covariables tiempo y beneficio).

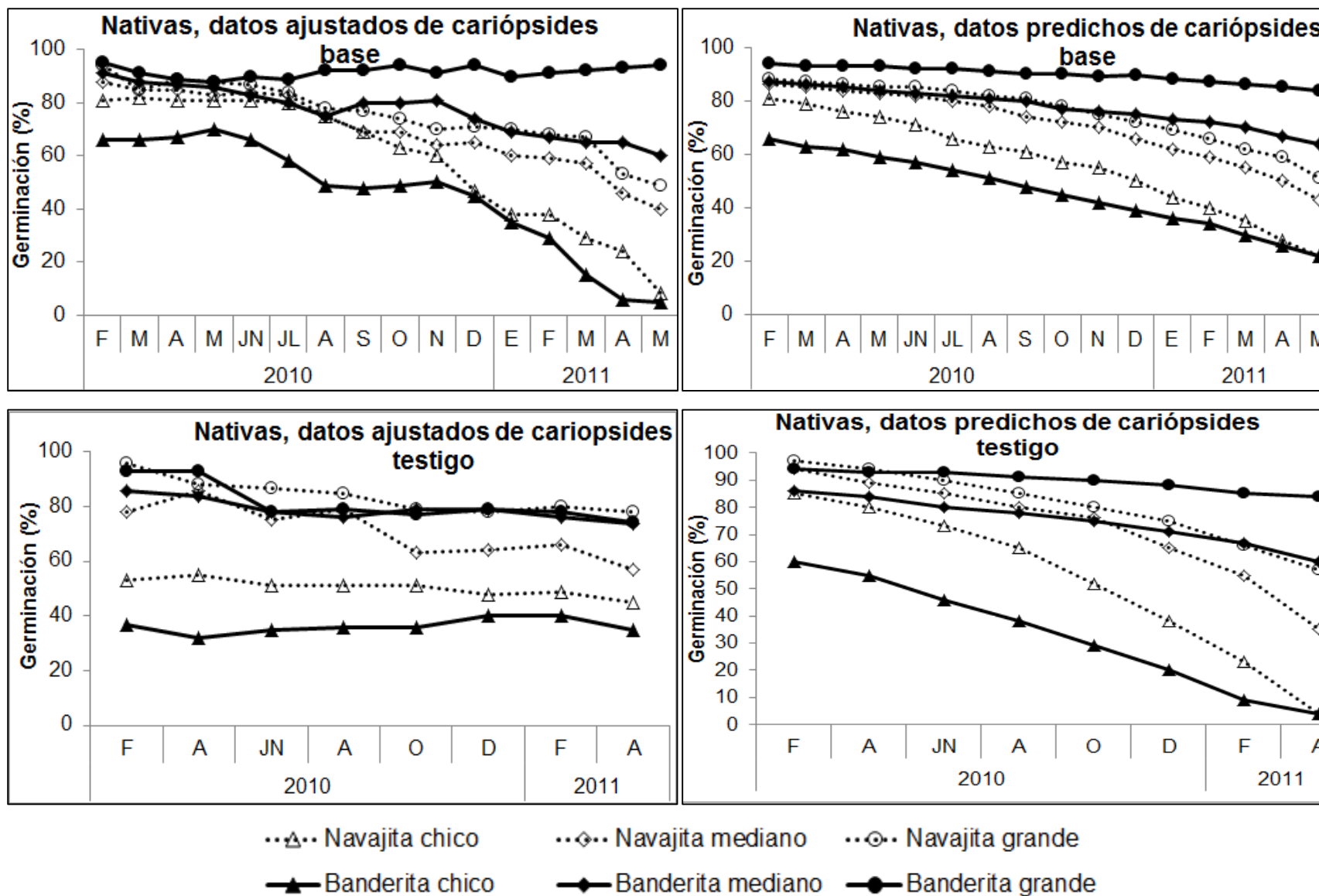
La germinación ajustada disminuyó en gramíneas nativas (Figura 5.2). En CB de Navajita en Cch disminuyó 73%, CM 48% y en CG 45%; mientras que, la germinación de CT disminuyó en menor medida, ya que Cch disminuyó 8%, CM 21% y CG 18%. En CB de Banderita disminuyó la germinación en Cch 61%, CM 31% y CG 1%; mientras que para CT la disminución en viabilidad fue menor, ya que Cch mostró 2%, CM 12% y CG 19%. La germinación predicha de CB y CT (Figura 5.2) disminuyó en cada tratamiento, pero Banderita mantiene mayor viabilidad en condiciones similares de almacenamiento a Navajita. El modelo ajustado indica que las tasas de germinación disminuyen en pastos nativos paulatinamente en función del tiempo ( $P < 0.05$ ).

Considerando especie de gramínea, la tasa de germinación ajustada de Banderita comparada con Navajita fue 1.7 veces mayor y la germinación de CB fue dos veces

mayor que CT. Para CM se observaron diferencias entre gramíneas, beneficio y tiempo ( $P < 0.01$ ); por lo que la germinación solo disminuye en el tiempo ( $P < 0.05$ ). La tasa de germinación de Navajita comparada con Banderita es 0.75 veces menor y el efecto de beneficiar fue 2.36 veces mayor. En CG ocurrieron diferencias entre especie y beneficio ( $P < 0.01$ ) y el tiempo mostró efectos significativos al disminuir germinación ( $P < 0.01$ ), la cual solo decrece. La probabilidad de germinación de Navajita comparada con Banderita es 0.36 veces menor y eliminar BA aumenta la germinación en 1.7 veces. El modelo ajustado logra clasificar en 66.7% cada uno de los casos de semilla como germinada o no (por tiempo y beneficio).

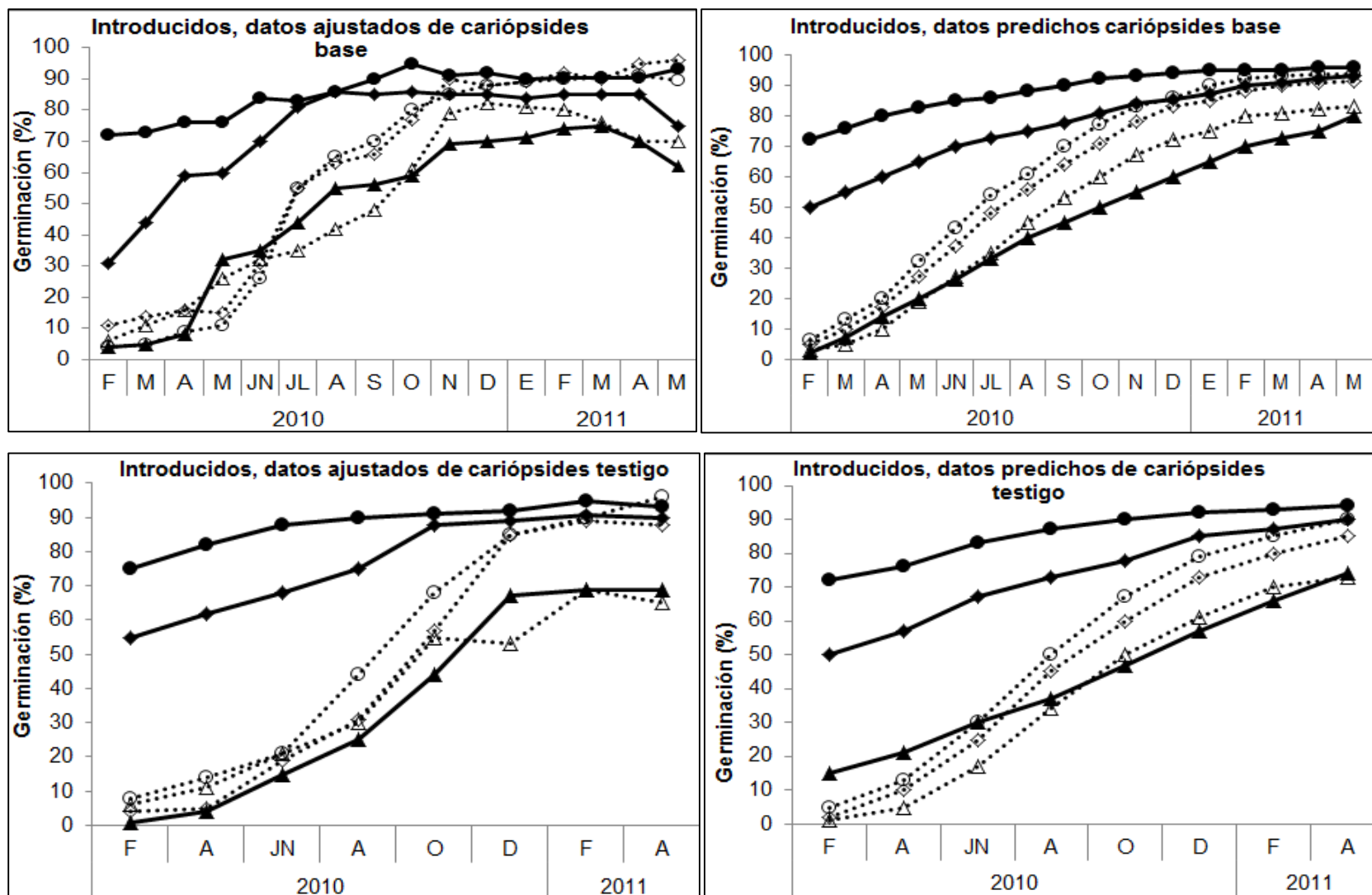
En pastos introducidos la germinación aumentó (Figura 5.3). Para CB de Buffel en Cch fue 64%, CM 86% y CG 85%; mientras que, la germinación de CT aumentó en menor proporción en Cch (59%) y para CM y CG el aumento fue similar (84% y 88%). Para CB de Rhodes se observó un aumento en germinación de 58% (CCh), 44% (CM) y 21% (CG) y, para CT, el aumento observado fue 68% Cch y para CM y CG éste fue 35% y 18%, respectivamente. Respecto a germinación predicha de CB y CT (Figura 5.3), ésta aumentó en cada tratamiento, pero la latencia persistió en Buffel.

Figura 5.2. Germinación ajustada y predicha de cariósides base y testigo de dos pastos nativos.



Respecto a germinación ajustada en Buffel hubo diferencia entre Cch vs. CM; Cch vs. CG, con tiempo y beneficio como covariables significativas ( $P < 0.01$ ). El modelo de regresión logística ajustado permite asumir que la tasa de germinación en especies introducidas aumentó después de 12 meses de iniciada la prueba, debido a pérdida de latencia, sin embargo, la viabilidad disminuye. La tasa de germinación de CM comparadas con Cch fue 17 veces mayor; mientras que, CG respecto a Cch es 14 veces mayor y la germinación de CB respecto a CT es 0.67 veces mayor. El modelo ajustado logra clasificar en 76% cada uno de los casos de semillas como germinada o no (por tiempo y beneficio). En Rhodes, se observó diferencia entre Cch vs. CM; Cch vs. CG y tiempo y beneficio fueron covariables significativas ( $P < 0.01$ ). El modelo ajustado permite concluir que la tasa de germinación disminuye en el tiempo. La tasa de germinación de CM comparadas con Cch es mayor en cuatro magnitudes; mientras que CG respecto a Cch, fue mayor en 10 magnitudes; y la germinación de CB respecto a CT es mayor en 0.57 magnitudes.

Figura 5.3. Germinación ajustada y predicha de cariósides base y cariósides testigo de dos pastos introducidos.



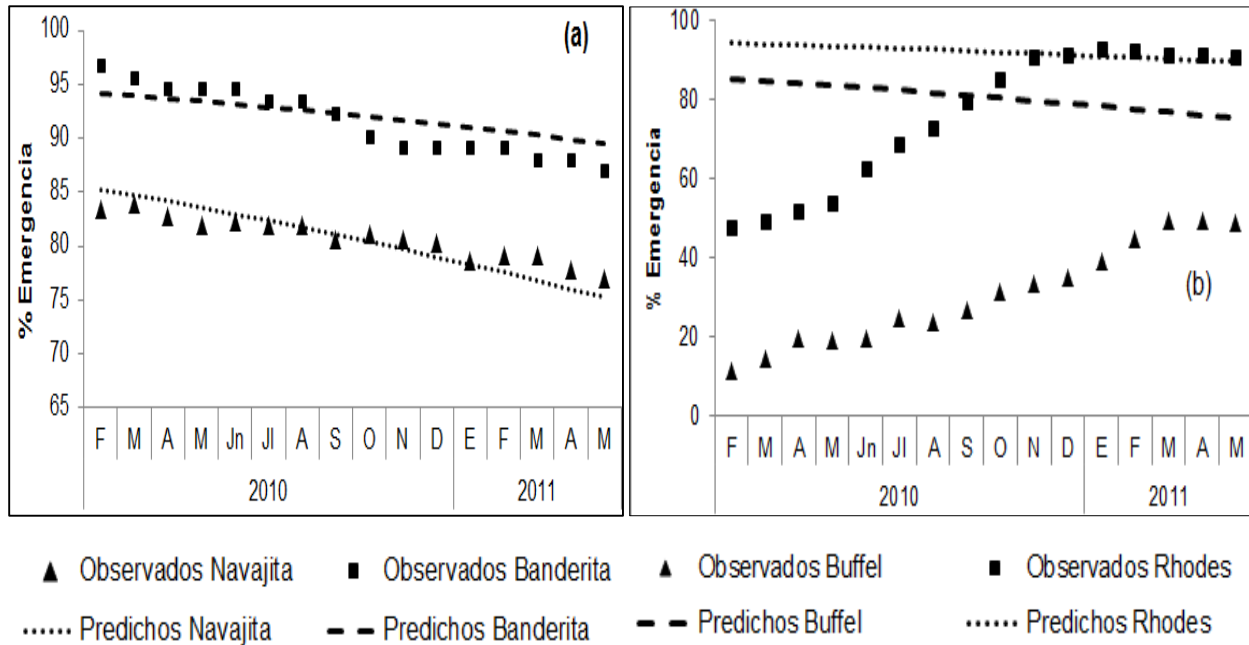
···△··· Buffel chico      ···◇··· Buffel mediano      ···○··· Buffel grande  
 —▲— Rhodes chico      —◆— Rhodes mediano      —●— Rhodes grande

Considerando TC entre CB y CT, en especies introducidas, para Cch se observaron diferencias entre especie, tiempo y beneficio como variables significativas ( $P < 0.01$ ). Las tasas de germinación como función del tiempo presentan incremento gradual para alcanzar un máximo y luego decrecer lentamente. La tasa de germinación de Rhodes comparada con Buffel fue 2 magnitudes mayor y el incremento en germinación al beneficiar es 1.47 magnitudes. En CM se observó diferencia entre especie y tiempo/beneficio como covariables, con efectos significativos ( $P < 0.01$ ). El modelo ajustado logra clasificar en 80%, cada uno de los casos de semilla como germinada o no (por tiempo y beneficio). En CG se observó diferencia entre gramíneas y beneficio y tiempo como covariables significativas ( $P < 0.01$ ). El término cuadrático fue negativo y significativo ( $P < 0.01$ ), por lo que la germinación aumenta y luego decrece. La probabilidad de germinación de Rhodes comparada con Buffel es 13.7 magnitudes mayor y el efecto de beneficiar al considerar las dos gramíneas incrementa 0.82 magnitudes.

### **5.5.2. Emergencia total de diásporas**

En especies nativas, se observaron diferencias en tasas de germinación (Figura 5.4a;  $P < 0.01$ ). Así mismo, se observó disminución en germinación respecto al tiempo ( $P < 0.01$ ). De acuerdo a datos ajustados, la tasa de germinación de Banderita es 2.6 magnitudes más elevada en comparación con Navajita. En pastos introducidos (Figura 5.4b), se observó diferencia en tasas de germinación ( $P < 0.01$ ). Así mismo, se observó incremento en germinación en el tiempo ( $P < 0.01$ ). La probabilidad de germinación de Rhodes es 9 magnitudes más frecuente en comparación a Buffel.

Figura 5.4. Germinación observada y predicha de dos pastos nativos (a) y dos introducidos (b) al sembrar utilizando diásporas.



### 5.5.3. Velocidad de germinación observada en cariósides

Mayor velocidad de germinación se observó a mayor TC tanto en pastos nativos como introducidos ( $P < 0.01$ ). En pastos nativos, la mayor germinación observada en CB (Cuadro 5.3), se concentró entre 24 a 36 h. La eliminación de BA del cariósido tuvo efecto significativo ( $P < 0.01$ ); ya que en Banderita en CB y CT, los CG y CM mostraron mayor velocidad de germinación (VG) en comparación a CCh y mayor al observado en Navajita, sin importar el tamaño.

Cuadro 5.3. Velocidad de emergencia observada (%) hasta 15 días después de siembra, usando tres tamaños de carióspside en dos especies de gramíneas nativas.

dds	Navajita			Banderita			Navajita			Banderita		
	Carióspsides obtenidos al inicio del experimento						Carióspsides obtenidos cada dos meses					
	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6	3	3	4	4	3	9	21	24	11	28	40
1.5	41	35	41	42	48	60	16	30	35	18	36	48
2	76	69	72	74	83	86	22	35	40	24	42	53
2.5	88	87	89	89	93	94	27	40	45	30	47	58
3	92	93	94	95	97	97	33	45	49	36	51	61
4	95	96	97	97	98	98	39	50	54	41	56	65
5	98	97	98	98	99	99	44	55	58	47	60	68
6	99	99	99	99	100	100	50	59	62	52	64	71
7	99	99	100	100	100	100	55	64	66	57	68	75
8	100	100	100	100	100	100	61	68	71	63	72	78
9	100	100	100	100	100	100	67	73	75	68	76	81
10	100	100	100	100	100	100	72	77	79	73	80	84
11	100	100	100	100	100	100	78	82	83	79	84	87
12	100	100	100	100	100	100	83	86	87	84	88	90
13	100	100	100	100	100	100	89	91	92	89	92	94
14	100	100	100	100	100	100	94	95	96	95	96	97
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

dds = días después de siembra; Cch=carióspside chico, CM =carióspside mediano, CG=carióspside grande.

El orden de VG observada para CB fue: Banderita – CG>Banderita – CM>Navajita-CG >Navajita-CM > Banderita-Cch >Navajita-Cch; por otra parte, el orden observado en VG para CT fue Banderita-CG >Banderita-CM >Navajita-CM >Banderita-Cch >Navajita-CG >Navajita-Cch.



Cuadro 5.4. Velocidad de emergencia observada (%) hasta 15 días después de siembra, usando tres tamaños de carióspside en dos especies de gramíneas introducidas.

dds	Pasto Buffel			Pasto Rhodes			Pasto Buffel			Pasto Rhodes		
	Carióspsides obtenidos al inicio del experimento						Carióspsides obtenidos cada dos meses					
	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	5	4	3	7	8	10	8	14	21
1.5	1	5	7	41	52	56	13	16	19	15	22	34
2	20	20	31	71	81	80	20	24	26	21	29	42
2.5	42	43	60	86	92	90	26	30	32	27	34	48
3	60	62	80	93	96	96	32	36	38	33	40	52
4	78	78	88	96	97	98	38	42	43	38	45	57
5	85	89	93	98	99	98	44	47	49	44	50	61
6	90	93	95	99	99	99	49	53	54	50	55	65
7	94	96	97	100	100	99	55	58	59	55	60	69
8	96	97	98	100	100	100	61	63	64	61	65	73
9	98	99	99	100	100	100	66	69	69	66	70	77
10	99	99	100	100	100	100	72	74	75	72	75	81
11	100	100	100	100	100	100	78	79	80	78	80	84
12	100	100	100	100	100	100	83	84	85	83	85	88
13	100	100	100	100	100	100	89	90	90	89	90	92
14	100	100	100	100	100	100	94	95	95	94	95	96
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

dds = días después de siembra; Cch=carióspside chico, CM =carióspside mediano, CG=carióspside grande.

La VG observada en especies introducidas (Cuadro 5.4) para CB, en Buffel se concentró entre 60h a 4dds; mientras que en Rhodes, ocurrió entre 36 a 48h. La germinación es más lenta para CT, en comparación con CB, debido a la latencia remanente en ambos pastos.

#### **5.5.4. Velocidad de germinación ajustada y predicha en cariósides clasificados**

En especies nativas se observaron diferencias para velocidad de germinación ajustada, para TC entre gramíneas ( $P < 0.01$ ; Cuadro 5.5). En general, mayor VG se observó a mayor TC y CT mostraron mayor VG en comparación a CB, tanto en Navajita como Banderita. Lo anterior, es indicativo de las ventajas de utilizar cariósides clasificados y realizar el “pelado” o beneficio a cariósides días antes de la siembra.

En especies introducidas, para VG ajustada se observaron efectos significativos por el beneficio ( $P < 0.01$ ), los CB mostraron mayor reducción en latencia en comparación diásporas almacenadas con BA (Cuadro 5.6). Mayor VG ocurrió para CT de Rhodes en CG, cuando alcanzó 50% a 60 h y ligeramente menor en CB, con 72h. El orden de la VG en CB fue Rhodes–CG > Buffel–CG > Rhodes–CM > Buffel–CM > Rhodes-Cch > Buffel-Cch; mientras que, para CT fue Rhodes-CG > Buffel-CG > Buffel- CM > Rhodes-CM > Rhodes-Cch > Buffel-Cch. Buffel alcanzó 50% de germinación al mismo tiempo en CB y CT, sin importar el TC, a 6, 5 y 5dds para Cch, CM y CG, respectivamente. Para Rhodes-Cch de CB y CT alcanzaron 50% de germinación 6dds; mientras que en CM, la germinación de CB fue más rápida en comparación con CT (6 vs. 5dds).

Cuadro 5.5. Velocidad de emergencia ajustada (%), hasta 15 días después de siembra, para dos especies nativas, con tres tamaños de cariósipide.

dds	Navajita			Banderita			Navajita			Banderita		
	Cariósipides obtenidos al inicio del experimento						Cariósipides obtenidos cada dos meses					
	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	8	12	15	10	23	38	9	21	13	13	29	47
1.5	15	21	26	18	38	63	15	31	21	21	38	56
2	21	28	34	25	45	67	21	35	26	26	43	61
2.5	27	34	40	31	50	71	27	41	32	32	48	65
3	32	40	45	36	54	74	33	46	37	37	53	69
4	38	45	50	42	58	77	38	51	42	43	57	72
5	44	50	54	47	62	79	44	55	48	48	61	74
6	49	52	59	52	66	81	50	60	53	53	65	77
7	55	60	64	58	70	84	55	64	58	58	69	80
8	61	65	68	63	74	86	61	69	63	64	73	82
9	66	70	73	68	77	88	67	73	69	69	77	85
10	72	75	77	74	81	91	72	78	74	74	81	87
11	78	80	82	79	85	93	78	82	79	79	85	90
12	83	85	86	84	89	95	83	87	84	84	89	92
13	89	90	91	89	93	96	89	91	90	90	92	95
14	94	95	96	95	96	97	94	95	95	95	96	98
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

\*datos sin conocer (sin conocimiento); dds = días después de siembra; Cch=cariósipide chico, CM =cariósipide mediano, CG=cariósipide grande.

Cuadro 5.6. Velocidad de emergencia ajustada (%), hasta 15 días después de siembra, para dos especies introducidas, con tres tamaños de carióspside.

dds	Buffel			Rhodes			Buffel			Rhodes		
	Carióspsides obtenidos al inicio del experimento						Carióspsides obtenidos cada dos meses					
	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG	Cch	CM	CG
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7	9	10	8	13	22	7	9	10	8	10	22
1.5	14	17	19	15	22	34	13	17	19	16	18	36
2	21	25	27	21	29	41	20	24	27	22	25	44
2.5	27	32	34	27	34	47	26	31	33	28	30	50
3	33	38	40	33	40	52	32	36	38	34	36	54
4	39	44	45	38	45	56	38	42	44	39	41	58
5	44	49	50	44	50	60	44	47	50	45	47	62
6	50	55	56	50	55	64	50	53	55	51	52	66
7	56	60	61	55	60	68	55	58	60	58	57	70
8	61	65	66	61	65	72	61	63	65	61	63	74
9	67	70	71	67	70	76	67	69	70	67	68	77
10	72	75	76	72	75	80	72	74	75	72	74	81
11	78	80	81	77	80	84	78	79	80	78	79	85
12	83	85	85	83	85	88	83	84	85	83	84	89
13	89	90	90	89	90	92	89	90	90	89	90	93
14	94	95	95	94	95	96	94	95	95	94	95	96
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

\*datos sin conocer; dds = días después de siembra; Cch=carióspside chico, CM =carióspside mediano, CG=carióspside grande.

### 5.5.5. Velocidad de emergencia en diásporas

Se observaron diferencias en velocidad de emergencia tanto entre especies nativas como entre introducidas ( $P < 0.01$ ; Cuadro 5.7). En nativas, la velocidad de emergencia observada (VEO) concentró más del 80% de cuatro a 5dds.

Cuadro 5.7. Velocidad de emergencia observada y ajustada de cuatro gramíneas forrajeras, sembradas con diásporas.

Días después de siembra	Navajita		Banderita		Buffel		Rhodes	
	O	A	O	A	O	A	O	A
1	0	11	0	14	0	5	0	9
1.5	0	22	0	28	0	10	0	18
2	0	32	0	41	0	14	0	27
2.5	0	43	0	55	0	19	0	36
3	6	53	6	68	3	24	3	45
4	61	59	58	74	13	28	36	52
5	85	62	86	77	37	33	73	56
6	93	65	97	79	60	37	91	58
7	98	67	100	80	76	40	96	61
8	99	69	100	81	86	44	98	63
9	100	71	100	82	91	47	99	65
10	100	73	100	84	95	50	100	68
11	100	74	100	85	97	54	100	70
12	100	76	100	86	98	57	100	72
13	100	78	100	87	100	60	100	74
14	100	80	100	88	100	64	100	76
15	100	82	100	90	100	67	100	78
16	100	84	100	99	100	70	100	81
17	100	85	100	91	100	74	100	83
18	100	88	100	92	100	77	100	85
19	100	89	100	93	100	80	100	87
20	100	91	100	95	100	83	100	89
21	100	93	100	96	100	87	100	91
22	100	95	100	97	100	90	100	94
23	100	96	100	98	100	93	100	96
24	100	98	100	99	100	97	100	98
25	100	*	100	*	100	*	100	*

\*=datos sin conocer; O=Observada; A=Ajustada.

En Navajita, a 4dds se observó el 61% de diásporas germinadas, 3% mayor en comparación con Banderita. Considerando la VE ajustada (VEa), a 4dds y, para Banderita, emergieron 74% de las diásporas; por su parte Navajita, mostró 15% menos emergencia. Para especies introducidas la VGO, muestra latencia marcada en Buffel, ya que a 6dds, ha emergido 60% y en Rhodes 90%. En VGA en la misma fecha, Rhodes supera a Buffel en 22%, por la latencia marcada en Buffel.

Para especies nativas y datos observados, la latencia es baja y mostraron germinaciones elevadas recién eliminadas las BA. Por tanto, para mayor germinación en condiciones de campo, el beneficio de las UD puede realizarse unas semanas antes de sembrarse; mientras que, para introducidas, se debe de realizar con nueve meses de anticipación. En Banderita, la germinación observada a 16 meses en Cch, CM y CG fue 96, 93 y 79%, respectivamente y en diásporas 90%; por tanto, existe baja latencia por influencia de la presencia de BA y mayor germinación con cariósides. La proporción de cariósides presentes en diásporas de Banderita fue 10, 79 y 11% para Cch, CM y CG, respectivamente, por tanto, la clasificación de cariósides es importante para eliminar Cch y tener plántulas vigorosas.

En CT de Navajita, se observó que la germinación a 16 meses mostró valores de 89, 91 y 95% para CCh, CM y CG, respectivamente y en diásporas 77%, por lo que también existe baja latencia en ésta gramínea. La proporción encontrada de cariósides en Navajita fue 11, 29 y 60% para Cch, CM y CG, respectivamente; por tanto, es importante el TC para encontrar mayor cantidad plántulas de mayor vigor.

En Buffel, la germinación a 16 meses en Cch, CM y CG fue 55, 72 y 79%, respectivamente, mientras que con diásporas fue 49%; por tanto, existe latencia en el cariósido. Lo que indica que Buffel mantiene latencia aún después de 16 meses de adquirida la semilla. La proporción de TC encontrada en Buffel de Cch, CM y CG fue 5, 23 y 72%, por lo que es de gran interés obtener CM y CG y probablemente éstos, puedan tener mayor éxito en campo, en comparación con Cch. Para Rhodes, la germinación observada para Cch, CM y CG fue 95, 92 y 84%, respectivamente;

mientras que, para diásporas fue 90%, lo que indica que Rhodes posee baja latencia posterior a 16 meses de iniciado el experimento. La proporción de TC encontrada fue 31, 46 y 22% para Cch, CM y CG, respectivamente, por lo que es indicativo que en ésta gramínea se encuentra gran cantidad de Cch y CM.

Para la velocidad de germinación o emergencia de plántulas en especies nativas, los TC clasificados mostraron mayor VG, en comparación con diásporas. En CB de Navajita a 48h, la germinación observada fue de 76, 69 y 72% para Cch, CM y CG, respectivamente. Por otra parte, considerando CT ésta fue de 22, 35 y 40% para Cch, CM y CG, respectivamente; mientras que, para diásporas, a 48 h no se registró emergencia, sino hasta 3dds, registrándose 6% y a 4dds 61%. Para CB de Banderita, la germinación a 48h, fue 74, 83 y 86% para Cch, CM y CG, respectivamente. Por otra parte, para CT, ésta fue 24, 42 y 53% para Cch, CM y CG, respectivamente; mientras que, diásporas a 3dds mostraron 6% y, a 4dds, 58%.

Para gramíneas introducidas, mayor VG se observó en CB y CT, en comparación con diásporas. Para Buffel, la germinación observada a 3dds para CB en Cch, CM y CG fue de 60, 62 y 80%, respectivamente; por su parte, para CT en Cch, CM y CG se observó 32, 36 y 48%, respectivamente, mientras que en diásporas a 3dds no se registró germinación y, a 5dds, se observó 37% y 6dds 60%.

## **5.6. Discusión**

En general, se observó menor germinación y velocidad de germinación en Cch en comparación con CM y CG, tanto para CB y CT y por especie evaluada. Springer *et al.* (2001), afirman que viabilidad y germinación en semilla de mayor peso y tamaño son mayores en comparación a la de aquella observada en chicas, lo que se refleja en mayor desarrollo de raíces y parte aérea. Se obtuvo mayor germinación cuando se removieron BA, marcadamente reflejado en especies nativas, pero en introducidas existe latencia tanto por BA como en embrión (Tian *et al.*, 2002). Por su parte López-Castañeda *et al.* (1996) y Ashby (1932), demostraron que a mayor peso de cariósides

se obtienen plantas con mayor peso de raíces y área foliar, que ayudarán a que mayor cantidad de plantas sobrevivan a la sequía interestival.

Respecto a latencia en especies nativas Cole *et al.* (1974), indican, durante la siembra de *B. curtipendula* utilizando diásporas durante dos años, que existe latencia primaria y que la semilla producida mostró mejor germinación a dos años de cosechada (30 vs. 18%, respectivamente); por su parte, en el presente trabajo, se observaron germinaciones mayores a 80%, en febrero 2010, no encontrando latencia marcada. Eliminar BA ha sido estudiada por Anderson (1985), en *Tripsacum dactyloides*, donde obtuvieron cariósides y posteriormente, los escarificaron y encontraron que incrementa la germinación de 5 a 40% y de 10 a 90%, por tanto, esa elevada diferencia solo fue documentada para Buffel.

Eliminar BA acelera la germinación, lo que es conveniente cuando se conjuntan buenas condiciones de siembra, ya que las plántulas maximizarían el uso de humedad para llegar a edad adulta rápidamente y evitan exponerse a la rápida evaporación durante la sequía interestival. Respecto a lo anterior Tian *et al.* (2002), en *T. dactyloides* variedad Pete, encontraron a 14dds mayor germinación y velocidad de germinación cuando escarificaron a TC (80%), contrastando con el uso solamente de cariósides (8%) y diásporas (2%). En otro estudio relacionando (Larsen y Bibby, 2004) encontraron que la VG de TC, registraron en *Lolium perenne* cv Fígaro y cv Allegro fue casi 100% de germinación a 4dds para ambos cultivares, mientras que en *Poa pratensis* cv Andante y cv Conni, 50% de germinación se presentó a 6-7dds y 90% a 7-8dds, para ambos cultivares. La baja velocidad de germinación en menor TC en pastos nativos, está relacionada con bajo vigor (Culleton *et al.*, 1991); mientras que, en introducidos además de bajo vigor, éste se asoció con latencia. Naylor (1982) y Larsen y Bibby (2004), al considerar Ryegrass, encontraron diferencias en germinación y velocidad de germinación entre lotes de semilla de diferentes cultivares, por tanto, el proceso de producción, cosecha y almacenamiento es importante para mantener la mejor calidad biológica de semilla (Ellis y Roberts, 1980).



## 5.7. Conclusiones

La germinación y velocidad de germinación para CB y CT de especies nativas disminuye de su valor original en el siguiente orden CCh > CM > CG posterior a 16 meses de adquirida la semilla. En CB la germinación disminuyó en Banderita en TC chico, mediano y grande en 35, 19 y 4% y en CT 22, 13 y 7%, respectivamente. En Navajita la germinación disminuyó 39, 26 y 24% y en CT 11, 9 y 7% para TC chico, mediano y grande, respectivamente.

En especies introducidas, para CB y CT, la germinación y VG disminuyen en el siguiente orden Cch > CM > CGs y posterior a 5-6 meses de comprada la semilla para CB se ha disipado la latencia en Rhodes; mientras que, para Buffel la latencia es marcada a 16 meses de iniciado el experimento. En CB de Buffel la germinación aumentó para TC chico, mediano y grande 51, 67 y 66% y en CT aumentó 24, 27 y 5%. En pasto Rhodes en CB la germinación aumentó en TC chico, mediano y grande en 48, 31 y 13% y en CT 16, 49 y 57%, respectivamente. Por tanto, se recomienda eliminar BA a seis y nueve meses antes de la siembra.

La germinación y VG para diásporas en especies nativas fue mayor y ocurre en menor tiempo para Banderita y, en especies introducidas, es mayor y con mayor velocidad para Rhodes. La germinación y VG en diásporas fue menor en comparación con CC tanto para CB y CT; por tanto, eliminar BA y clasificar a cariósides es importante para establecer praderas de temporal con rapidez y promover la mayor supervivencia de plántulas ante la sequía interestival y lograr mayor densidad de plantas establecidas.

## 5.8. Literatura Citada

- Anderson, J.1985. Aspects of the germination ecology and biomass production of eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides* L.). Botanical Gazette 146: 353-364.
- Ashby, E. 1932. Studies in the inheritance of physiological characters. II. Further experiments upon the basis of hybrid vigour and inheritance of efficiency index and respiration rate in maize. Annals of Botany 184: 1007-1032.

- Cole, D.F, R.L. Major and L.N. Wright. 1974. Effects of light and temperature on germination of side oats gramma. *J of Range Manag.* 27: 41-44.
- Culleton, N., V. McCarthy and D. McGilloway. 1991. A note on the germinability and early seedling growth of *L. perenne*. *Irish J of Agric. Res.* 30:159–161.
- Ellis, R. H. and E. H. Roberts. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. *In*:P.D. Hebblethwaite (ed.) *Seed production*. Butterworths, London. pp: 605–635.
- Delouche, J. C. and W. P. Caldwell. 1960. Seed vigor and vigor tests. *Proc. Assoc. of Seed Analysts.* 50: 124–29.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México, México 217p.
- Hilhorst, H. W. M. 1995. A critical update on seed dormancy I: Primary dormancy. *Seed Sci. Res.* 6: 61-73.
- Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 2000. *Applied logistic regression*. 2nd ed. Wiley, New York. 392p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. *International rules for seed testing*. *Seed Sci. and Tech.* 24, Supplement. 243p.
- Kaplan, E. L. and P. Meier. 1958. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. *J Amer Stat. Assoc.* 53: 457–481.
- Larsen, S. U. and C. Andreassen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Sci.* 44: 1710–1720.
- Larsen, S. U. and B. M. Bibby. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Sci.* 44: 891–899.
- López-Castañeda, C., R. A. Richards, G. D. Farquar and R. E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. *Crop Sci.* 36: 1257-1266.
- Mora, A. R. 1991. Métodos para sincronizar la floración en líneas parenterales. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 103p.
- Naylor, R. E. L. 1982. Differences between cultivars of perennial ryegrass in laboratory germination and field emergence. *Annals of Appl. Biol.* 100: 106–107.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR), 2012. *Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense*. J.C.

- Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64p.
- Probert, R. J. and F. R. Hay. 2000. Keeping seed alive. *In*: Bewley DJ and Black M (eds.). Seed Technology and its Biological Basis. CRC press LLC. Great Britain. pp: 390-393.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Interciencia-Venezuela. 32: 566-571.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 357p.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT® 9.3.1 User's Guide. Cary, NC. 906p.
- Simpson, G. M. 1990. Seed Dormancy in Grasses. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 296p.
- Springer, T. L., C. L. Dewald, G. E. Aiken. 2001. Seed germination and dormancy in Eastern Gamagrass. *Crop Sci.* 41: 1906–1910.
- Tian, X., A. D. Knapp, K. J. Moore, E. C. Brummer and T. B. Bailey. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. *Crop Sci.* 42: 185–189.
- Tian, X., A. D. Knapp, L. R. Gibson, R. Struthers, K. J. Moore, E. C. Brummer and T. B. Bailey. 2003. Seed physiology, production and technology. Response of Eastern Gamagrass Seed to Gibberellic Acid Buffered below Its pKa *Crop Sci.* 43: 927–933.
- Zhongnan, N. and M. R. Norton. 2009. Stress tolerance and persistence of perennial grasses: The role of the summer dormancy trait in temperate Australia. *Crop Sci.* 49: 2405-2411.

**6. RESPUESTA DE UNIDADES DE DISPERSIÓN, POR TAMAÑO DE  
CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN, AL ENVEJECIMIENTO ACELERADO Y  
EMERGENCIA**

## RESPUESTA DE UNIDADES DE DISPERSIÓN, POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN, AL ENVEJECIMIENTO ACELERADO Y EMERGENCIA

### 6.1. Resumen

La germinación o emergencia mostrada en cariósides y diásporas con tratamientos de envejecimiento acelerado y profundidad de siembra son importantes para evaluar vigor de semilla, reflejando su probable comportamiento en campo. El objetivo fue evaluar germinación y emergencia para diferente Tamaño de Cariósides (TC) y diásporas, mediante la aplicación de Tratamientos de Envejecimiento Acelerado (PEA) y Profundidades de Siembra (PS), en condiciones controladas. Se utilizó semilla de Navajita, Banderita, Buffel y Rhodes. Se clasificaron los TC en chicos, medianos y grandes con tamices. Para los tiempos evaluados como PEA, las cariósides se mantuvieron por 12, 24 y 36h y las diásporas, hasta 48h, ambos a 42 °C a 100% de HR; posteriormente, se registró la germinación en cada TC, 15 días después de siembra (dds) y hasta 26dds para diásporas. En invernadero, se sembraron TC y diásporas utilizando dos tipos de suelo de zonas áridas: Hidalgo y SLP, a 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0cm PS y se registró emergencia hasta 28dds, en cariósides y 64dds, en diásporas. Se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA) con submuestro y arreglo factorial para PEA, PS y tipo de semilla. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (Tukey, 0.05%). Menor germinación en PEA ocurrió a menor TC en pastos nativos e introducidos. En pastos nativos se registró mayor germinación en diásporas, en comparación con los TC y ésta fue inversa para especies introducidas. Mayor emergencia para especies nativas e introducidas ocurrió a mayor TC y menor PS. Mayor emergencia ocurrió en siembras con diásporas, en comparación con los diversos TC, para las especies estudiadas. Rhodes y Banderita mostraron mayor germinación y emergencia, en comparación con Buffel y Navajita, lo que en campo, se reflejará en mayor capacidad de competencia y establecimiento.

**Palabras clave:** Tamaño de cariósido, vigor de unidades de dispersión, envejecimiento acelerado, profundidad de siembra.

## RESPONSE OF DIASPORES AND CLASSIFIED CARYOPSIS TO ACCELERATED AGING TREATMENTS AND PLANTLET EMERGENCY

### 6.2. Abstract

Germination levels both for caryopses and diaspores, as well as planting depth, are important in assessing seed dispersion capability. The aim was to evaluate germination levels for three Caryopses Size (CS) and whole diaspores through Accelerated Aging Test (AAT) and sowing depth (SD), under controlled conditions. Evaluated seed species included Blue gramma, Side Oats gramma, Buffel, and Rhodes grass. Using different sieves CS were classified in small (SCar), medium (MCar) and large (LCar). For AAT, caryopses were placed by 12, 24 and 36 h and diaspores up to 48h to 42 °C, and 100% humidity. Germination test was recorded 15 days after planting (DAP) to 26 DAP for caryopses and diaspores, respectively. On the other hand and under greenhouse conditions CS and diaspores were seeded using soil from two arid areas (Hidalgo and SLP) at 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0cm deep and plantlet emergency recorded at 28 DAP for caryopses and 64 DAP for diaspores. Sown seeds were arranged under a Randomized Complete Block Design (BCR) with factorial arrangement using subsampling for AAT, SD, and among treatments. Data were analyzed using GLM procedures (SAS, Tukey, 0.05%). For AAT low germination occurred for SCar for all evaluated species. Higher germination for native grasses was registered for diaspores in comparison to any CS; for introduced species, higher germination occurred for evaluated CS in comparison to diaspores ( $P < 0.05$ ). Higher emergency values occurred for all evaluated species as CS increased and DS was reduced:  $1.0 > 0.5 > 2.0 > 3.0 > 5.0\text{cm}$ . Plantlet emergency was higher using diaspores as propagule in comparison to any TC for all species. Both Rhodes and Sideoats showed higher germination and emergence rates in comparison to Blue grama and Buffel, which may be a factor for greater likelihood for rain-fed prairies establishment.

**Keywords:** caryopsis size, plant dispersion units, accelerated aging, seeding depth.

### 6.3. Introducción

En México, desde 1930, el deterioro de pastizales se ha manifestado como respuesta al cambio de uso de suelo y descanso parcial o nulo de potreros bajo pastoreo (De Alba, 1958; PMARP, 2012), lo que ocasiona deterioro de componentes bióticos y abióticos del ecosistema; por tanto, es importante invertir en la recuperación de las áreas de pastizal (SEMARNAT, 2009; PMARP, 2012). Según Probert y Hay (2000), los pastizales se deben resembrar con semilla de calidad para poder establecer el mayor número de plantas en áreas degradadas. Por tanto, es importante controlar las condiciones de producción de semilla, cosecha y almacenamiento de ésta, ya que se puede afectar su vigor debido a alteraciones bioquímicas (Ferguson, 1995), lo que afecta su respuesta en campo (Delouche y Caldwell, 1960; Marshall y Naylor, 1985; Happ *et al.*, 1993).

Las pruebas de envejecimiento acelerado (PEA) diferencian entre lotes de semilla y predicen la vida de anaquel y emergencia en campo (Wang y Hampton, 1991). El deterioro controlado fue desarrollado para evaluar el potencial de semilla de vegetales de semilla pequeña (Powell y Matthews, 2005) y éstas demostraron ser de gran utilidad en diferenciar entre lotes en diversas especies: *Trifolium repens* (Wang *et al.*, 2004), alfalfa (Wang *et al.*, 1996) y *Lolium multiflorum* (Marshall y Naylor, 1985). Por otro lado, Naylor (1980), encontró mayor emergencia (95%) a mayor tamaño de cariósido (TC) en *L. perenne* y a 0.5cm de profundidad. Del mismo modo Knebond y Kremer (1955), Tian *et al.* (2003) y Quian *et al.* (2006), indicaron que a mayor TC en pastos, las plántulas desarrollan mayor área foliar y radicular; por su parte López-Castañeda *et al.* (1996), en cebada y trigo encontraron que las áreas foliar y radical están correlacionadas positivamente con tamaño del embrión. El efecto de TC y uso de diásporas con envejecimiento acelerado y profundidades de siembra sobre la germinación, emergencia y su velocidad, no está documentado en semilla de pastos para zonas áridas. El objetivo del estudio fue caracterizar diferentes tipos de unidades de dispersión, evaluar su germinación y emergencia en relación a tamaño de cariósido y embrión y a diásporas, tanto en especies nativas como introducidas, con envejecimiento acelerado y profundidades de siembra.

#### 6.4. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en Montecillo, Texcoco, Estado de México, a 2240 msnm, clima templado subhúmedo y temperatura media de 12 a 18 °C (García, 1981). El material vegetal consistió de dos especies nativas: Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. y Navajita *B. gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths y dos especies introducidas: Buffel *Cenchrus ciliaris* L., variedad común ó T4464, y Rhodes *Chloris gayana* Kunth, variedad Bell. La semilla de estos materiales fueron de diferentes ciclos agrícolas: Banderita 2006, Navajita 2007, Buffel 2008 y Rhodes 2008, por lo que se caracterizó la semilla original y se sembró en base a Semilla Pura Viable (SPV), para uniformizar el número de semillas germinadas o emergidas.

En febrero 2009, se adquirió semilla de las especies evaluadas, conteniendo carióspside en la espiguilla *i.e.* con brácteas accesorias o estructuras florales (BA; glumas, lema, palea, ramilla y aristas, según especie) llamadas también unidades de dispersión completas o diásporas; éstas, se conservaron en ambiente de laboratorio en recipientes plásticos sellados, en las cuales no se observaron plagas. Posteriormente, se caracterizó la semilla (Cuadro 6.1).

Durante febrero, marzo y abril de 2011, se eliminaron las BA una semana antes de cada PEA o PS, mediante fricción con mediante cajón y almohadilla forrados con caucho corrugado y, de manera manual, se obtuvieron 250g de carióspsides de cada especie y, para clasificarlos por tamaño, se midieron dimensiones (ancho, largo y grueso) de 200 carióspsides y, en base a frecuencias, se clasificó a los mismos en base a TC, utilizando tamiz específico, en grande (CG), mediano (CM) y chico (Cch), para cada gramínea. En Banderita y Buffel los diámetros de tamiz para CG, CM y Cch fueron de 0.70, 0.59 y 0.50mm, respectivamente; para Navajita y Rhodes, 0.59, 0.50 y 0.42mm, respectivamente. Se eliminaron carióspsides dañados (rotos y rallados), detectados visualmente con microscopio estereoscópico. La relación embrión: endospermo (Cuadro 7.1) se obtuvo al humedecer carióspsides por 6h en agua destilada 300 carióspsides y de cada TC con ayuda de agujas de disección, se disectaron 100 embriones en cuatro repeticiones de 25 y por especie, los cuales, se



colocaron por separado en caja Petri; posteriormente, se introdujeron en estufa de secado a 42 °C, durante 8h y se pesaron en balanza analítica (Mettler, modelo HK160;  $\pm 0.0001g$ ). Finalmente, se colocaron tanto cariósides y diásporas sanas, base del experimento, por especie en sobres de papel sellado y rotulado, en ambiente de laboratorio, donde se conservaron hasta su evaluación.

Para uniformizar humedad en Unidades de Dispersión (UD), cariósides o diásporas, antes de cada PEA, se colocaron éstas en bolsas de tela con orificios ( $< 0.40mm$ ) cerca de 1 000 cariósides para cada tamaño (Cch, CM y CG) y 1 000 diásporas de cada especie y se introdujeron en estufa, durante 6h a 20°C. Posteriormente, para cada TC se realizó prueba de viabilidad en las UD mediante la técnica del tetrazolio (0.1%; ISTA, 2012). Después, se desinfectaron las UD y cajas plásticas (10 x 10 x 5 cm), con solución de hipoclorito comercial al 0.6%, durante tres minutos, se enjuagaron con agua destilada y secaron al ambiente. Se vertieron 80ml de agua destilada en cada caja y colocadas bajo malla ( $< 0.25mm$ ), para la siembra de cada TC y diásporas de cada especie; posteriormente, se selló cada caja con cinta maskin-tape®, con el propósito de conservar las condiciones de humedad relativa (100%). Se calibró la estufa a 42 °C y se colocaron las cajas a diferentes tratamientos de tiempo de estrés (TE; 12, 24 y 36h) y, en diásporas, hasta 48 h. Una vez concluido el TE, se lavó el material biológico con solución de hipoclorito comercial (0.6%), durante 3 min e inmediatamente después, se sumergieron en solución de Captan (1g L agua) durante 3 min, se enjuagaron con agua destilada. A continuación, en ambiente de laboratorio (con flujo ligero de aire), sobre mesas de trabajo, en papel filtro, se esparció de manera equidistante, a cada TC y diásporas, con el fin de detectar y eliminar semillas con signos visibles de germinación con ayuda de microscopio estereoscópico. La siembra en cada TC, se realizó sobre papel filtro humedecido, con cuatro repeticiones de 100 cariósides, en base a SPV, en cajas de plástico transparente (20 x 15 x 8cm) con flujo de aire. Se sembraron diásporas de cada especie en peat moss humedecido a 1 cm de profundidad en charolas de 40 x 30 x 5cm en cuatro repeticiones de 100 diásporas en base a SPV. Posteriormente, se colocaron los diferentes TC y diásporas en cámara de ambiente controlado a  $22 \pm 2$  °C con 24h de luz fluorescente. A las siembras sobre

papel se les regó con 30 ml de agua destilada por debajo del papel filtro, cada 48h y a las siembras realizadas en peat moss, con 100 ml por aspersión, cada 72h. Se registraron germinación y emergencia cada 24h, durante 30dds para TC y hasta 64dds, para diásporas.

Para pruebas de emergencia en invernadero, realizadas en marzo, mayo y julio de 2011, se extrajeron cariósides mediante fricción con un cajón y almohadilla forrados con caucho corrugado, una semana antes de cada prueba, se eliminaron cariósides dañados y rallados mediante microscopio estereoscópico. Se clasificaron por tamaño utilizando tamices en chicos, medianos y grandes, y se evaluó su viabilidad mediante tetrazolio (0.1%). Posteriormente, se desinfectaron materiales bióticos y de laboratorio (charolas con 120 orificios individuales de 5 x 12cm), con hipoclorito de sodio comercial a 0.6%, durante tres minutos y después se enjuagaron con agua destilada, y se colocó a los materiales a la sombra para su secado durante 24h. Como sustrato, se utilizó suelo de Salinas, SLP y Atotonilco El Grande, Hidalgo, que fue sometido a esterilización en autoclave durante 6h para evitar germinación de otras gramíneas y maleza. La siembra se realizó con suelo a capacidad de campo y se contaron los cariósides en cada TC por unidad experimental para sembrar en base a SPV, a la espera de cinco plántulas y, en diásporas, a la espera de ocho plántulas. Se colocaron los TC y diásporas a Profundidad de Siembra (PS) de 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0cm; posteriormente, se depositó suelo humedecido a capacidad de campo, dejando 1cm libre, debajo del límite superior de charola. Se registró emergencia cada 24 h y se contó como planta emergida cuando fue evidente la primera hoja; para TC hasta 30dds y para diásporas, hasta 64dds. Se regó cada 72h a saturación, con agua del sistema municipal. También se registró temperatura y humedad cada hora, con termómetro digital marca HOBO-U12-001.

#### **6.4.1. Tratamientos**

En laboratorio, consistieron en la combinación de dos especies nativas o dos introducidas con tres tamaños de cariósida para cada TE (12, 24 y 36h), con su testigo (sin estrés), es decir, seis tratamientos para nativos y seis para introducidos

para cada TE y, en diásporas, la combinación de las mismas especies, con cuatro TE (12, 24, 36 y 48h) y un testigo, por lo tanto, ocho tratamientos con un testigo tanto para especies nativas, como introducidas. En invernadero, para TC, consistieron en la combinación de dos suelos (Hidalgo y SLP) con dos pastos nativos o dos introducidos, con tres TC para cada una de las cinco PS; es decir, 12 tratamientos para pastos nativos y 12 para introducidos en cada PS; mientras que, para diásporas, consistió en la combinación de dos suelos con dos pastos nativos o dos introducidos y cinco PS, lo que resulta en 20 tratamientos para pastos nativos y 20 para introducidos.

Se establecieron tres repeticiones, en el tiempo de cada experimento, para PEA, con diferencia de 31 días y para PS de 65 días.

#### **6.4.2. Variables**

Los datos registrados en laboratorio, para germinación por TC (1), emergencia de diásporas en peat moss (2), así como emergencia por TC (3) y emergencia de diásporas (4), en invernadero, se transformaron a raíz cuadrada  $\sqrt{+0.5}$  para dar normalidad a los datos y se procedió a su análisis.

##### **6.4.2.1. germinación de cariósides clasificados en laboratorio**

La germinación de plántulas normales se registró cada 24h, hasta 16dds. Se tomó como plántula cuando se hizo manifiesta la primera hoja.

##### **6.4.2.2. emergencia de diásporas en laboratorio**

En diásporas, se registró la emergencia de plántulas normales cada 24h, hasta 26dds. Se tomó como plántula cuando se hizo manifiesta la primera hoja.

##### **6.4.2.3. emergencia de cariósides clasificados en invernadero**

Se registró cada 24h la emergencia de plántulas normales hasta 64dds. Se tomó como plántula cuando la primera hoja fue evidente.

##### **6.4.2.4. emergencia de diásporas en invernadero**

Se registró cada 24h la emergencia de plántulas normales hasta 64dds. Se tomó como plántula cuando la primera hoja fue evidente.

### **6.4.3. Diseño experimental**

#### **6.4.3.1. germinación de cariósides clasificados (laboratorio)**

Se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA), con submuestreo y arreglo factorial 2 x 3, para Origen de Gramíneas (OG) y TC para cada TE.

#### **6.4.3.2. emergencia de diásporas (laboratorio)**

Se usó un BCA, con submuestreo y arreglo factorial 2 x 5, para OG y TE.

#### **6.4.3.3. emergencia de cariósides en invernadero**

Para cariósides, se utilizó un BCA, con submuestreo y arreglo factorial 2 x 2 x 3 [Origen de Suelo (OS), OG y TC para cada PS].

#### **6.4.3.4. emergencia de diásporas en invernadero**

Para diásporas, se utilizó un BCA, con submuestreo y arreglo factorial 2 x 2 x 5 para OS, OG y PS. Para analizar entre TE o PS, tanto para cariósides como para diásporas, se usó un BCA con submuestreo.

### **6.4.4. Análisis de datos**

Los datos de los modelos estadísticos utilizados, se analizaron utilizando el procedimiento GLM de SAS versión 9.3 (2009) y comparación de medias con Tukey (0.05).

## **6.5. Resultados**

Para pureza física, se documentó mayor proporción de CG en Navajita y Buffel; mientras que, para Banderita y Rhodes, se observó mayor proporción de CM. La relación embrión: endospermo en especies nativas y en Buffel, se relacionó directamente con el TC; sin embargo, esta relación fue inversa para TC en Rhodes. La viabilidad en general, disminuyó conforme avanzó el tiempo.

### **6.5.1. Envejecimiento acelerado-cariósides**

Se observaron diferencias en germinación en respuesta al PEA entre tratamientos a cada TE, especie de gramínea (EG), TC y, en promedio, así como entre cada tratamiento ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.2). Se documentó interacción EG x TC en testigo, 12, 24 y 36h de TE y en promedio ( $P < 0.01$ ). En general, la germinación disminuyó a mayor TE, cariósides chicos de Banderita y los cariósides grandes de Navajita mostraron

más susceptibilidad al estrés. El porcentaje de germinación de Navajita en TC chico, mediano y grande fue menor que el observado para Banderita, en cada tratamiento de 12, 24, 36h y sin estrés; por tanto, es más susceptible a condiciones inadecuadas de almacenamiento.

Cuadro 6.1. Caracterización inicial, en el tiempo y viabilidad por tamaño de cariósido, de semilla de dos especies nativas y dos introducidas.

Especie	TC	P (g)	E:E	febrero	marzo	abril	mayo	julio
Navajita	Chico	3.9	0.084 <sup>de †</sup>	37 <sup>e</sup>	36 <sup>e</sup>	35 <sup>d</sup>	34 <sup>d</sup>	30 <sup>d</sup>
	Mediano	10.4	0.09 <sup>d</sup>	80 <sup>c</sup>	80 <sup>c</sup>	80 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	78 <sup>ab</sup>
	Grande	21.3	0.10 <sup>abc</sup>	85 <sup>bc</sup>	84 <sup>bc</sup>	82 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>
Banderita	Chico	2.5	0.079 <sup>ef</sup>	63 <sup>d</sup>	56 <sup>d</sup>	54 <sup>c</sup>	51 <sup>c</sup>	48 <sup>c</sup>
	Mediano	19.3	0.095 <sup>bcd</sup>	90 <sup>b</sup>	88 <sup>ab</sup>	85 <sup>b</sup>	83 <sup>ab</sup>	79 <sup>ab</sup>
	Grande	2.6	0.107 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>	92 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>
Buffel	Chico	1.1	0.069 <sup>fg</sup>	38 <sup>c</sup>	39 <sup>c</sup>	37 <sup>c</sup>	34 <sup>c</sup>	33 <sup>c</sup>
	Mediano	5.0	0.075 <sup>fg</sup>	79 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	77 <sup>b</sup>	73 <sup>b</sup>	68 <sup>b</sup>
	Grande	15.4	0.076 <sup>ef</sup>	92 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>
Rhodes	Chico	7.7	0.104 <sup>ab</sup>	49 <sup>d</sup>	45 <sup>c</sup>	42 <sup>c</sup>	41 <sup>c</sup>	37 <sup>c</sup>
	Mediano	11.3	0.072 <sup>fg</sup>	77 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>	74 <sup>b</sup>	73 <sup>b</sup>
	Grande	5.5	0.0645 <sup>g</sup>	87 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>

† Literales por columna son promedios estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ). En E: E (proporción Embrión: Endospermo) TC =Tamaño de cariósido; P (g) = Proporción, en peso, a partir de 100g de diásporas, la diferencia, es peso de brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramilla y aristas).

Para introducidas, se observaron diferencias entre tratamientos para cada TE, EG, TC y en promedio ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.3). Se observó interacción EG x TC para testigo a 12, 24 y 36h de TE y en el promedio ( $P < 0.01$ ). Se registró menor germinación a mayor TE y TC chico, para nativas e introducidas.

Cuadro 6.2. Porcentaje de germinación para tres tamaños de carióspside y dos especies nativas, con tres temperaturas de envejecimiento acelerado.

Especie	TC	Testigo	12	24	36	DMS <sub>h</sub>	$\bar{X}$	12vs0 <sup>†</sup>	24vs0	36vs0
Navajita	Chico	50 <sup>eA</sup> †	14 <sup>eB</sup>	12 <sup>cb</sup>	3 <sup>cC</sup>	3.6	20 <sup>d</sup>	-36	-38	-46
	Mediano	56 <sup>dA</sup>	15 <sup>eB</sup>	13 <sup>cb</sup>	4 <sup>cC</sup>	3.6	22 <sup>cd</sup>	-40	-43	-52
	Grande	80 <sup>bA</sup>	27 <sup>dB</sup>	15 <sup>cC</sup>	6 <sup>cD</sup>	4.6	32 <sup>bc</sup>	-54	-69	-75
Banderita	Chico	63 <sup>cA</sup>	51 <sup>cB</sup>	27 <sup>bc</sup>	18 <sup>bD</sup>	5.4	40 <sup>b</sup>	-12	-36	-45
	Mediano	84 <sup>bA</sup>	73 <sup>bB</sup>	62 <sup>aC</sup>	55 <sup>aD</sup>	5.3	68 <sup>a</sup>	-11	-22	-29
	Grande	95 <sup>aA</sup>	79 <sup>aB</sup>	60 <sup>aC</sup>	52 <sup>aD</sup>	3.9	72 <sup>a</sup>	-16	-35	-43
Promedio		71	43	31	23		42			
DMS <sub>h</sub>		4.3	4.6	4.7	5.18		11.7			

† Literales iguales, en columnas e hileras, son promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ). Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima honesta. TC = Tamaño de Carióspside. † Prueba de Dunnett = tratamiento (12, 24 y 36h, en estufa) vs. testigo (0 horas en estufa).

Al considerar la germinación de carióspsides en gramíneas introducidas éstas fueron más resistentes a condiciones de alta temperatura y humedad relativa, en comparación con gramíneas nativas. En el caso de la emergencia de diásporas de gramíneas nativas. Banderita mostró mayor germinación en PEA en comparación con Navajita, ya que hasta 24h de TE, mostró 68% de emergencia; mientras que, la emergencia en Navajita siempre fue inferior a 44%. En especies introducidas, Rhodes mostró mayor germinación después del PEA, ya que hasta 12 h de TE, se observó 62%; mientras que Buffel, siempre tuvo valores inferiores a 44%. Por tanto Banderita y Rhodes fueron más resistentes, mostrando buena germinación hasta 12 y 24%, respectivamente; mientras que, la emergencia de Navajita y Buffel fue baja y su desempeño en campo probablemente sea pobre.

Cuadro 6.3. Porcentaje de germinación para tres tamaños de cariósides en dos especies introducidas, con tres tiempos de temperatura de envejecimiento.

Especie	TC	Testigo	12	24	36	DMS <sub>h</sub>	$\bar{X}$	12 vs. 0 <sup>†</sup>	24 vs. 0	36 vs. 0
Buffel	Chico	47 <sup>cA</sup> ‡	48 <sup>eA</sup>	44 <sup>eA</sup>	21 <sup>eB</sup>	5.1	40 <sup>d</sup>	0.92	-3.04	-26
	Mediano	67 <sup>bA</sup>	60 <sup>dB</sup>	54 <sup>dC</sup>	32 <sup>dD</sup>	4.1	53 <sup>c</sup>	-6.6	-12.9	-35
	Grande	80 <sup>aA</sup>	71 <sup>cAB</sup>	64 <sup>cB</sup>	61 <sup>cB</sup>	17	69 <sup>b</sup>	-8.5	-19.2	-36
Rhodes	Chico	52 <sup>bA</sup>	77 <sup>bA</sup>	74 <sup>bB</sup>	67 <sup>bC</sup>	5.0	68 <sup>b</sup>	25	21.4	15
	Mediano	79 <sup>aB</sup>	85 <sup>aA</sup>	76 <sup>bBC</sup>	73 <sup>aC</sup>	3.2	78 <sup>a</sup>	6.2	-2.3	-5
	Grande	83 <sup>aA</sup>	85 <sup>aA</sup>	83 <sup>aA</sup>	76 <sup>aB</sup>	3.6	82 <sup>a</sup>	1.2	-0.4	-3.9
Promedio		68	71	66	55		65			
DMS <sub>h</sub>		4.4	4.3	5.05	5.11		5.7			

‡ literales iguales en columnas e hileras indican promedios estadísticamente similares. Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. TC =Tamaño de cariósido. †Prueba de Dunnette = tratamiento (12, 24 y 36h, en estufa) vs. testigo (0 horas en estufa). DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima honesta.

En PEA en Buffel, la germinación en cada TC fue menor en comparación con la de Rhodes, probablemente, por latencia persistente. En pasto Rhodes en TC chico, contrariamente, la germinación aumentó.

### 6.5.2. Envejecimiento acelerado-diásporas

Las diásporas de especies nativas e introducidas en TE, mostraron diferencia entre tratamientos e interacción intra-origen ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.4). En general, a mayor TE en especies nativas e introducidas, mostraron menor germinación respecto al testigo.

Al considerar germinación de TC vs. emergencia de diásporas, en laboratorio, con diferentes TE, en especies nativas, a 36h de TE, se observó mayor emergencia en diásporas en comparación con el registrado para cariósides. En especies introducidas, el mayor número de plántulas normales se obtuvo al sembrar cariósides en lugar de diásporas; ya que la germinación a 36h de estrés en TC chico, mediano y grande, en Buffel fue y 21, 32 y 61% vs. 15% para diásporas y en Rhodes fue 67, 73 y 76% vs.

44%. Debido a lo anterior, en nativas, se recomienda utilizar diásporas, mientras en especies introducidas, se pueden lograr mejores resultados utilizando cariósides.

Cuadro 6.4. Capacidad de emergencia (%) en diásporas de dos especies nativas y dos introducidas.

Especie	TE	Emergencia (%)	Especie	TE	Emergencia (%)
	0	43 <sup>bc†</sup>		0	43 <sup>d</sup>
Navajita	12	35 <sup>d</sup>	Buffel	12	28 <sup>f</sup>
	24	34 <sup>f</sup>		24	24 <sup>g</sup>
	36	34 <sup>f</sup>		36	15 <sup>h</sup>
	48	29 <sup>g</sup>		48	8 <sup>i</sup>
	Promedio	52		Promedio	40
Banderita	0	88 <sup>a</sup>	Rhodes	0	87 <sup>a</sup>
	12	72 <sup>b</sup>		12	62 <sup>b</sup>
	24	68 <sup>c</sup>		24	57 <sup>c</sup>
	36	58 <sup>d</sup>		36	44 <sup>d</sup>
	48	51 <sup>e</sup>		48	36 <sup>e</sup>
Promedio	52	Promedio	40		
DMSh		3.71	DMSh		3.45

† Literales minúsculas iguales en columna representan promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ). TE = Tiempo de estrés en temperatura elevada. DMSh = Diferencia mínima significativa honesta.

### 6.5.3. Emergencia de cariósides clasificados a diferentes profundidades de siembra

En especies nativas se observaron diferencias para PS de 0.5 a 3.0cm y en promedio total ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.5). Se presentó interacción OS x TC a 0.5 cm ( $P < 0.05$ ); EG x TC, a 2cm ( $P < 0.05$ ), 3cm ( $P < 0.01$ ) y en promedio EG x TC ( $P < 0.01$ ). Dentro de tratamientos, no se documentaron diferencias para Navajita sembrada con TC chico y mediano, en suelo de Hidalgo; ni Navajita con cariósido chico, en suelo de SLP ( $P > 0.05$ ). La germinación disminuyó para cada TC a mayor PS y cariósides grandes mostraron la mayor germinación a cada PS ( $P < 0.01$ ). Lo que confirma que a mayor TC, mayor vigor. Considerando EG, mayor germinación en Banderita y Navajita ocurrió



entre 0.5 y 3cm de PS ( $P < 0.01$ ); sin embargo, a 5cm no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ). Para OS, mayor emergencia se documentó a 0.5cm en suelo de SLP, en comparación con suelo de Hidalgo ( $P < 0.01$ ; 20 vs. 15%) y fueron similares a 5 cm (2%); mientras que, a 1 cm, ocurrió emergencia similar en ambos suelos ( $P > 0.05$ ; 14 vs. 13%), 2 cm ( $P > 0.05$ ; 10 vs. 8%) y 3cm ( $P < 0.01$ ; 8 vs. 4%), respectivamente. Dentro de tratamientos, la emergencia disminuyó a mayor PS, a excepción de Navajita en TC chico y suelo de Hidalgo ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 6.5. Capacidad de emergencia (%) de dos especies nativas sembradas con tres tamaños de cariósipide, a diferentes profundidades en dos tipos de suelo.

Origen suelo	Especie	TC	Profundidad de siembra (cm)					DMS <sub>h</sub>	Promedio
			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0		
Hidalgo		Chico	17 <sup>bcA</sup> †	12 <sup>abA</sup>	9 <sup>cdA</sup>	2 <sup>bB</sup>	0 <sup>B</sup>	7.4	8 <sup>bc</sup>
	Banderita	Mediano	19 <sup>bcA</sup>	17 <sup>abAB</sup>	10 <sup>bcdBC</sup>	7 <sup>abC</sup>	3 <sup>C</sup>	8.6	11 <sup>b</sup>
		Grande	24 <sup>bA</sup>	25 <sup>aA</sup>	21 <sup>aA</sup>	16 <sup>aAB</sup>	3 <sup>B</sup>	12.8	18 <sup>a</sup>
	Navajita	Chico	6 <sup>c</sup>	8 <sup>b</sup>	6 <sup>cd</sup>	5 <sup>ab</sup>	1	8.1	5 <sup>c</sup>
		Mediano	11 <sup>bc</sup>	8 <sup>b</sup>	5 <sup>cd</sup>	6 <sup>ab</sup>	3	8.5	7 <sup>bc</sup>
		Grande	15 <sup>bcA</sup>	14 <sup>abAB</sup>	9 <sup>cdAB</sup>	10 <sup>abAB</sup>	5 <sup>B</sup>	10.3	11 <sup>b</sup>
SLP		Chico	13 <sup>bcA</sup>	13 <sup>abA</sup>	8 <sup>cdAB</sup>	0 <sup>bC</sup>	1 <sup>BC</sup>	7.6	7 <sup>bc</sup>
	Banderita	Mediano	23 <sup>bA</sup>	15 <sup>abAB</sup>	14 <sup>abcAB</sup>	7 <sup>abBC</sup>	1 <sup>C</sup>	11.3	12 <sup>b</sup>
		Grande	39 <sup>aA</sup>	24 <sup>aAB</sup>	19 <sup>abBC</sup>	15 <sup>aBC</sup>	5 <sup>C</sup>	15.2	20 <sup>a</sup>
	Navajita	Chico	7 <sup>c</sup>	7 <sup>b</sup>	2 <sup>d</sup>	1 <sup>b</sup>	1	6.9	4 <sup>c</sup>
		Mediano	14 <sup>bcA</sup>	5 <sup>bB</sup>	2 <sup>dB</sup>	2 <sup>bB</sup>	2 <sup>B</sup>	6.2	5 <sup>c</sup>
		Grande	21 <sup>bA</sup>	13 <sup>abB</sup>	4 <sup>cdC</sup>	2 <sup>bC</sup>	2 <sup>C</sup>	7.7	8 <sup>bc</sup>
Promedio			17	13	9	6	2		10
DMS <sub>h</sub>			13.2	14.1	9.7	11.9	6		5.65

† Literales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). Literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = San Luis Potosí.

En especies introducidas, se observaron diferencias para cada PS y entre tratamientos ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.6); excepto en Buffel, en TC chico en suelo de SLP ( $P > 0.05$ ). En

general la emergencia disminuyó a mayor PS en cada especie. Se observó interacción OS x EG a 1.0 cm ( $P < 0.05$ ), 2.0 y 3.0 cm de PS ( $P < 0.01$ ); EG x TC a 3.0 cm de PS; OS x TC a 0.5 y 1.0 cm ( $P < 0.01$ ), así como 2.0 y 3.0 cm ( $P < 0.05$ ); OS x EG x TC, solo a 0.5 cm de PS ( $P < 0.05$ ). Entre tratamientos, en Rhodes, por TC en ambos suelos, se observó menor emergencia a mayor profundidad ( $P < 0.01$ ), mientras en Buffel, la mayor emergencia ocurrió entre 1 y 3cm de PS, en suelo de Hidalgo y SLP.

Cuadro 6.6. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies introducidas clasificadas en tres tamaños de cariósipide, a diferentes profundidades de siembra, en dos tipos de suelo.

Origen de suelo	Especie	Tamaño	Profundidad de siembra (cm)					DMSh	X̄
			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0		
Hidalgo	Rhodes	Chico	28 <sup>bcdA†</sup>	26 <sup>abcA</sup>	21 <sup>abcA</sup>	8 <sup>cdeB</sup>	3.6 <sup>a.dB</sup>	11.36	17 <sup>bcd</sup>
		Mediano	33 <sup>bcA</sup>	20 <sup>bcB</sup>	18 <sup>bcB</sup>	12 <sup>b..eBC</sup>	3.1 <sup>a.dC</sup>	10.47	17 <sup>bcd</sup>
		Grande	34 <sup>bcA</sup>	32 <sup>abA</sup>	29 <sup>abA</sup>	17 <sup>bcB</sup>	8.3 <sup>ab</sup>	9.6	24 <sup>ab</sup>
	Buffel	Chico	10 <sup>efBC</sup>	11 <sup>cdBC</sup>	17 <sup>bcAB</sup>	24 <sup>abA</sup>	5.2 <sup>a.dC</sup>	11.9	14 <sup>cde</sup>
		Mediano	10 <sup>efBC</sup>	13 <sup>cdAB</sup>	25 <sup>abcA</sup>	32 <sup>aA</sup>	6.3 <sup>a.dC</sup>	11.8	17 <sup>bcd</sup>
		Grande	21 <sup>cdeABC</sup>	23 <sup>abcAB</sup>	34 <sup>aA</sup>	17 <sup>abcBC</sup>	6.8 <sup>abcC</sup>	14.36	21 <sup>bc</sup>
SLP	Rhodes	Chico	10 <sup>efA</sup>	13 <sup>cdA</sup>	13 <sup>cdA</sup>	1 <sup>eB</sup>	0.5 <sup>dB</sup>	8.91	8 <sup>ef</sup>
		Mediano	38 <sup>abA</sup>	38 <sup>aA</sup>	26 <sup>abcAB</sup>	11 <sup>b..eBC</sup>	3.6 <sup>a..dC</sup>	15.01	23 <sup>ab</sup>
		Grande	51 <sup>aA</sup>	39 <sup>aA</sup>	35 <sup>aA</sup>	15 <sup>b..eB</sup>	7.3 <sup>abB</sup>	15.9	29 <sup>a</sup>
	Buffel	Chico	1 <sup>f</sup>	0 <sup>d</sup>	2 <sup>d</sup>	2 <sup>de</sup>	1.0 <sup>cd</sup>	3.28	1 <sup>f</sup>
		Mediano	14 <sup>defA</sup>	17 <sup>bcA</sup>	17 <sup>bcA</sup>	15 <sup>b..eA</sup>	2.1 <sup>cdB</sup>	10.7	13 <sup>de</sup>
		Grande	17 <sup>deAB</sup>	17 <sup>bcAB</sup>	19 <sup>bcA</sup>	16 <sup>bcdAB</sup>	7.3 <sup>abB</sup>	10.1	15 <sup>cd</sup>
Promedio			22	21	21	14	5		17
DMSh			15.36	15.4	14.8	14.7	6.37		7.13

† Literales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). Literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMSh = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = San Luis Potosí.

#### 6.5.4. Emergencia de diásporas a diferentes profundidades de siembra

La emergencia de diásporas en especies nativas mostró diferencia solo a 1.0 y 5.0cm de PS y en promedio total, así como dentro de tratamientos ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.7). Se encontró interacción EG x OS a 1.0cm ( $P < 0.05$ ) y 5cm ( $P < 0.01$ ). Mayor emergencia ocurrió entre 0.5 y 1.0cm y disminuyó a mayor PS. En suelo del Estado de Hidalgo, Banderita mostró mayor emergencia en relación con Navajita ( $P > 0.05$ ; 38 vs. 29%); sin embargo, en suelo de SLP, Navajita superó a Banderita ( $P > 0.05$ ; 23 vs. 22%).

Cuadro 6.7. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies nativas, sembradas con diásporas a cinco profundidades, en dos tipos de suelo.

Origen suelo	Especie	Profundidad de siembra (cm)					DMS <sub>h</sub>	X̄
		0.5	1.0	2.0	3.0	5.0		
Hidalgo	Banderita	45 <sup>AB†</sup>	64 <sup>aA</sup>	36 <sup>BC</sup>	28 <sup>BC</sup>	16 <sup>aC</sup>	22.6	38 <sup>a</sup>
SLP		35 <sup>A</sup>	31 <sup>ba</sup>	23 <sup>A</sup>	18 <sup>A</sup>	0 <sup>bB</sup>	17.2	22 <sup>b</sup>
Hidalgo	Navajita	42 <sup>AB</sup>	51 <sup>abA</sup>	28 <sup>B</sup>	21 <sup>BC</sup>	1 <sup>bC</sup>	22.2	29 <sup>ab</sup>
SLP		30 <sup>AB</sup>	46 <sup>abA</sup>	25 <sup>B</sup>	15 <sup>BC</sup>	0 <sup>bC</sup>	19.7	23 <sup>b</sup>
	Promedio	38	48	28	21	4		27.8
	DMS <sub>h</sub>	23.5	23.7	20.2	17.4	7		9.85

† Literales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). Literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = San Luis Potosí.

En especies introducidas se observó diferencia a PS de 0.5 y 2.0cm ( $P < 0.05$ ; Cuadro 6.8); similarmente, a 1.0, 3.0 y 5cm y en promedio total de PS ( $P < 0.01$ ), así como entre tratamientos ( $P < 0.01$ ; Cuadro 6.8); contrariamente a la siembra de diásporas de Buffel en suelo de SLP ( $P > 0.05$ ). Se observó interacción EG x OS a 0.5 y 5cm de PS ( $P < 0.05$ ), 1.0 cm y, en promedio total, de PS ( $P < 0.01$ ). Considerando OS se observó consistentemente, mayor emergencia en suelo de Hidalgo ( $P < 0.01$ ) y en cuanto a EG, Buffel mostró mayor emergencia a 3.0, 5.0 y en para el promedio total, en comparación con Rhodes ( $P < 0.05$ ).

En emergencia a diferentes profundidades de siembra en invernadero, en cariósides, en especies nativas e introducidas, mayor emergencia ocurrió a mayor TC y menor PS. Considerando la emergencia en cariósido grande para especies nativas en promedio, de PS a 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5cm, emergió 25, 19, 14, 10 y 4%, respectivamente; mientras que en diásporas fue 24, 24, 20, 17 y 7% para cada PS, respectivamente. Por lo que existe mayor probabilidad de emerger usando diásporas.

Cuadro 6.8. Capacidad de emergencia (%) de plántula en dos especies introducidas, sembradas con diásporas a cinco profundidades en dos tipos de suelo.

Especie	Lugar	Profundidad de siembra (cm)					DMS <sub>h</sub>	X
		0.5	1.0	2.0	3.0	5.0		
Rhodes	Hidalgo	38 <sup>abA</sup> †	49 <sup>aA</sup>	43 <sup>abA</sup>	14 <sup>abB</sup>	1 <sup>bB</sup>	20.4	29 <sup>bc</sup>
	SLP	39 <sup>abB</sup>	60 <sup>aA</sup>	41 <sup>abAB</sup>	7 <sup>bC</sup>	1 <sup>bC</sup>	19	29.3 <sup>ab</sup>
Buffel	Hidalgo	51 <sup>aAB</sup>	70 <sup>aA</sup>	46 <sup>aBC</sup>	26 <sup>aDC</sup>	19 <sup>aD</sup>	21	42 <sup>a</sup>
	SLP	22 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	18 <sup>ab</sup>	8 <sup>b</sup>	19.4	19 <sup>c</sup>
Promedio		37	51	38	16	7		30
DMS <sub>h</sub>		22.6	21.2	21.2	16.1	9.36		10

† Literales iguales en columnas o hileras representan promedios estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ). Literales minúsculas corresponden a columnas y, mayúsculas, a hileras. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta. SLP = San Luis Potosí.

En especies introducidas el TC grande emergió 31, 28, 29 16 y 7% y para diásporas 23, 21, 21, 16 y 9%, respectivamente. Por tanto, mayor emergencia se obtuvo en TC grandes y no en diásporas. Por lo que germinación sobre papel no se refleja en emergencia en suelo, ya que en gramíneas nativas e introducidas en TC chico, mediano y grande siempre fue mayor en comparación a diásporas.

## 6.6. Discusión

Debido a que Buffel presentó latencia en cariósido y diásporas y Navajita mostró pobre germinación y emergencia, el establecimiento de éstas dos especies en campo podría ser difícil (Wang *et al.*, 2001). En PEA en TC, las especies nativas, mostraron mayor germinación a mayor TC y embrión.

La PEA permitió buena diferenciación de vigor en las gramíneas estudiadas (Cuadro 6.2; Cuadro 6.3; Cuadro 6.4) y el tamaño de embrión fue importante en Banderita; Navajita y Buffel, contrariamente a Rhodes. Según Ferguson (1995) y Wang *et al.* (2004), la PEA ofrece información suficiente sobre el vigor de semilla y, posteriormente, sobre el desempeño de un lote o entre lotes de semilla, cuando éste es de baja calidad. En pastos, lotes que presenten latencia y germinación inferior a 70%, seguramente presentará baja emergencia en campo (Wang y Hampton, 1991; Wang *et al.*, 2004). En el presente estudio, valores superiores a 70% posterior a PEA en cariósides de gramíneas nativas, solamente se presentó en Banderita con TC mediano y grande a 12h de TE; mientras que, para gramíneas introducidas en Buffel, ocurrió en TC grande a 12 y 24h de TE y, en Rhodes, solamente a 36h en TC chico no superó 70%; por lo que en campo, alta viabilidad en lotes de semilla de éstas gramíneas se reflejará en mayor capacidad de establecimiento (Kraak *et al.*, 1984).

En especies nativas e introducidas mayor emergencia ocurrió a mayor TC, y en caso de especies nativas, mayor emergencia ocurrió en diásporas en comparación a los TC, mientras que, en introducidas ocurrió de manera inversa, por lo que cuando las condiciones en la cama de siembra son casi cercanas a lo óptimo, la germinación puede predecir el potencial de emergencia de plántulas de un lote de semillas en campo (Mavi y Demir, 2007; Wang *et al.*, 2004).

## **6.7. Conclusiones**

En PEA en especies nativas, la germinación disminuyó a mayor TE y TC chicos de Banderita y, TC grande, mostraron mayor susceptibilidad al estrés. Al considerar por especie, Navajita mostró menor germinación en comparación a Banderita, en cada TC; mientras que, en introducidas, no se observó disminución drástica respecto al testigo. En PEA para diásporas en ambos grupos de gramíneas, la emergencia disminuyó a mayor TE y, en promedio, superó a los cariósides.

Respecto a profundidades de siembra, mayor emergencia en pastos nativos e introducidos se presentó a mayor TC a cada PS y ésta disminuye en cada TC a mayor

PS. Mayor emergencia se observó con diásporas de especies nativas e introducidas de 0.5 a 2cm de PS y en promedio, el suelo de Hidalgo permitió mayor emergencia. Se observó mayor germinación y emergencia al sembrar diásporas de especies nativas y cariósides de especies introducidas. Una mayor emergencia ocurrió en nativas e introducidas para cariósides y diásporas sembradas de 0.5 a 3cm de profundidad en TC mediano y grande, en suelo de Hidalgo o SLP. La germinación mostrada posterior a las pruebas de envejecimiento acelerado y la emergencia de plántulas a diferentes profundidades de siembra, ayuda a detectar lotes de semilla que muestran mayor vigor, y es el factor más importante para establecer praderas de temporal

### **6.8. Literatura Citada**

- De Alba, M. J. 1958. Alimentación del ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 475p.
- Delouche, J. C. and W. P. Caldwell. 1960. Seed vigour and vigour tests. Proc. Assoc. of Seed Analysis. 50: 124–129.
- Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigour testing. *In*: Seed Vigour Testing Seminar. Proceedings of the International Seed Testing Association, Copenhagen. pp: 1-9.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México, México. 217p.
- Happ, K., M. B. Mc Donald and T. K. Danneberger. 1993. Vigour testing in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seeds. Seed Sci. Technol. 1: 375–381.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2012. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 27: 27–32.
- Kneebond, W. R. and C. L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. Agronomy J. 47: 472–477.
- Kraak, H. L., J. Vos, D. A. Perry and J. Bekendam. 1984. Studies of field emergence and vigour of sugar beet and onion seed. Seed Sci. Technology. 12: 731-745.
- López-Castañeda, C, R. A. Richards, G. D. Farquar and R. E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. Crop Sci. 36: 1257-1266.

- Marshall, A. H. and R. E. L. Naylor. 1985. Seed vigor and field establishment in Italian ryegrass. *Seed Sci. Technol.* 13: 781–794.
- Mavi, K. and I. Demir. 2007. Controlled deterioration and accelerated aging tests predict relative seedling emergence potential of melon seed lots. *Hortscience.* 42: 1431–1435. 2007.
- Naylor, R. E. 1980. Effects of seed size and emergence time on subsequent growth of perennial rye grass. *New Phytologist.* 84: 313-318.
- Powell, A. A. and S. Matthews. 2005. Towards the validation of the controlled deterioration vigour test for small seeded vegetables. *Seed Testing International. ISTA News Bul.* 129: 21–24.
- Probert, R. J. and Hay F. R. 2000. Keeping seed alive. *In: Bewley D. J. and Black M (eds.). Seed technology and its biological basis.* CRC Press LLC. Great Britain. pp: 390-393.
- Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense (PMARP). 2012. *In: Guzmán-Aranda, J.C., J. Hoth y H. Berlanga (eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental.* Montreal. 64p.
- Qian, Y. L., J. A. Cosenza, S. J. Wilhelm and D. Christensen. 2006. Techniques for enhancing saltgrass seed germination and establishment. *Crop Sci.* 46: 2613–2616.
- Tian, X, A, D, Knapp, L. R., Gibson, R. Struthers, K. J. Moore, E. C. Brummer, and T. B. Bailey. 2003. Response of eastern gamagrass seed to gibberellic acid buffered below its pKa. *Crop Sci.* 43: 927–933.
- Statistical Analysis System (SAS). Institute Inc. 2003. *SAS/STAT User guide version 9.1.3* Cary, North Carolina. USA. 1167p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la situación del medio ambiente en México. *Compendio de Estadísticas Ambientales.* México D. F. 78p.
- Wang, Y. R. and J. G. Hampton. 1991. Seed vigour and storage in 'Grassland Pawera red clover. *Plant Var. Seeds.* 4: 61–66.
- Wang, Y. R., L. Yu and Z. B. Nan. 1996. Use of seed vigor tests to predict field emergence of Lucerne (*Medicago sativa*). *N.Z. J Agric. Res.* 39: 255–262.

Wang, Y, R., L. Yu, Z. B. Nan and Y. L. Liu. 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sci.* 4: 535–541.



**7. ESTABLECIMIENTO DE PASTOS CON DIFERENTES UNIDADES DE DISPERSIÓN Y CUATRO MÉTODOS DE TAPADO DE SEMILLA, EN CAMPO**

## ESTABLECIMIENTO DE PASTOS CON DIFERENTES UNIDADES DE DISPERSIÓN Y CUATRO MÉTODOS DE TAPADO DE SEMILLA, EN CAMPO

### 7.1. Resumen

Factores como precipitación pluvial (distribución e intensidad), preparación de suelo, calidad de semilla y contacto estrecho suelo: semilla, entre otros, son importantes para establecer pastos de temporal en las zonas semiáridas. Con el fin de evaluar unidades de dispersión: cariósides y diásporas, con cuatro métodos de tapado del propágulo en Banderita, Navajita; Buffel y Rhodes, en condiciones de temporal, se realizó el presente estudio en los municipios de: Atotonilco El Grande, Hidalgo y Salinas, S.L.P. Se sembraron, al voleo 1000 cariósides y/o diásporas viables, por m<sup>2</sup>, en suelo a capacidad de campo. Los cuatro métodos de tapado (MT) fueron: rastra de ramas, rodillo, rastra de ramas + rodillo y sin tapado. Las variables de respuesta incluyeron: número de Plantas Emergidas (PEM), Plantas Establecidas (PES) y tanto en PEM como PES, se midió grosor de corona (GC), altura de planta (AP) y número de vástagos (NV) por planta. Se utilizó un diseño Completamente al Azar y GLM (SAS; Tukey  $\alpha = 0.05$ ). En especies nativas e introducidas tanto en Hidalgo como SLP, sembrar diásporas resultó en mayor PEM y PES ( $P < 0.01$ ). Tapar la siembra y/o compactar el suelo resultó en densidad similar de plantas en ambos sitios ( $P > 0.05$ ). Mayor GC en PEM y PES se logró en las cuatro especies al utilizar cariósides y tapando y/o apisonando el suelo ( $P < 0.01$ ) y ésta fue mayor en SLP en comparación a Hidalgo debido a mayor radiación global. Mayor altura en PES y PEM resultó al sembrar diásporas ( $P < 0.05$ ) pero no fue importante compactar el suelo. Mayor NV en PEM en las cuatro especies, se logró al sembrar diásporas ( $P < 0.05$ ) y tapar y/o compactar la siembra no fue relevante ( $P > 0.05$ ). Sembrar diásporas resultó tanto en especies nativas como introducidas para obtener mayor densidad de plantas.

**Palabras clave:** diásporas, cariósides, establecimiento de pastos en temporal.

## SEEDLING STABLISMENT WITH DIFFERENT DISPERSION UNIT AND FOUR SEEDS COVERING METHODS ON FIELD

### 7.1. Abstract

Factors such as rain level and intensity, seedbed preparation quality, seed quality and close contact between seed and soil matrix, among others, are important aspects to consider for successful grass prairies establishment under rain-fed conditions within the Chihuahuan desert. In order to compare four seed covering methods, two dispersal units (diaspores or caryopses), and four grass species: *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*; *Cenchrus ciliaris*, and *Chloris gayana*, two sites were compared: Atotonilco, Hidalgo and Salinas, S.L.P. One twousand caryoposis/diaspores per m<sup>2</sup> were sown under field capacity soil conditions, the four seed covering methods (MT) included: branches, roller, branches + roller, and no seed covering. Response variables included: Emerged plantlets (PEM), established plants (PES), both for PEM and PES plant crown width (GC), plant height (AP), and tiller number (NV) per plant. Data was evaluated using a completely randomized design and GLP procedure (SAS; Tukey  $\alpha = 0.05$ ). For all evaluated species, sowing diaspores registered higher PEM and PES for both sites ( $P < 0.01$ ). Seed covering and soil compactation resulted in higher plant density for both sites ( $P < 0.01$ ). Higher GC in PEM and PES was achieved in all four species using caryopses and plugging and / or tamping the soil ( $P < 0.01$ ) and this was higher in PFS compared to Hidalgo because higher global radiation. Higher plant height did occur for both PES and PEM using diaspores ( $P < 0.05$ ) and soil compactation was no important ( $P > 0.05$ ). Higher NV for PEM for all grass species was achieved using diaspores ( $P < 0.05$ ), but seed covering and soil compactation were no important ( $P < 0.05$ ). Sowing using diaspores was an important factor to plantlet establishment.

**Key words:** diaspores, caryopses, grass plantlet establishment under rain-fed conditions.

### 7.3. Introducción

El establecimiento de pastos de temporal, utilizando semilla, tiene mayor posibilidad de éxito cuando un mayor potencial de germinación de la semilla concuerda con factores ambientales adecuados en el terreno de siembra: temperatura, profundidad de siembra, calidad y vigor de semilla y preparación de terreno, principalmente. Bajo condiciones de humedad adecuada, la temperatura y sus fluctuaciones es el principal limitante para establecer pastos de temporal en zona árida (Evans y Young, 1987; Esqueda *et al.*, 2002; Larsen y Bibby, 2005); fluctuaciones nocturnas (10 a 20 °C) y diurnas (20 a 30 °C), afectan marcadamente el porcentaje de germinación. Además, la humedad en la cama de siembra es de fácil evaporación (Esqueda *et al.*, 2002). Se ha documentado que cariósides de *Buffel* requieren 12.5 °C, para 5% de emergencia y 6.3 mm de lluvia por dos días consecutivos y, se aproxima a 60% de germinación con 15 a 20 mm de lluvia (Ward *et al.*, 2006). Otro factor que impide el establecimiento según Tian *et al.* (2002), en *Tripsacum dactyloides*, es pobre germinación debido a presencia de brácteas de la espiguilla (glumas, lemas, paleas, ramillas y aristas); las cuales, al ser eliminadas, resultan en un incremento en la capacidad de germinar respecto a diásporas (30% vs. 20%); sin embargo, cuando se escarifican cariósides, se alcanza 90% de germinación. En *Distichlis spicata* Quian *et al.* (2006), incrementaron la germinación a 45% respecto al testigo (5%), al eliminar de manera manual las brácteas florales. Otro factor es la preparación de la cama de siembra y según Jordan (1970), logró mayor establecimiento en *Eragrostis lehmaniana* en Arizona, cuando usó rastra rotativa y sembró al voleo inmediatamente. Así mismo, Cox *et al.* (1986), reportan mayor establecimiento y producción de forraje cuando se rastrea en dos ocasiones el terreno y se siembra inmediatamente con maquinaria.

Por lo anterior, es necesario conjuntar en buena manera esos factores para lograr recuperar zonas de pastizal en mal estado; ya que, se estima que en los últimos 50 años, se ha perdido 70% de la capacidad forrajera del Desierto Chihuahuense (INIFAP, 2008) y hacia el futuro inmediato, esta situación se ve agravada al considerar que el Desierto Chihuahuense se encuentra entre las regiones de México más vulnerables ante el cambio climático (Townsend *et al.*, 2002). Recuperar áreas de pastizal con

especies perennes es una alternativa a mediano plazo para enaltecer la condición biótica y abiótica del suelo; sin embargo, la comparación entre métodos de siembra más utilizados y uso de tipo de unidad de dispersión (cariópsides o diásporas) no están documentados. El objetivo fue evaluar el establecimiento de especies nativas e introducidas utilizando dos tipos de semilla: diásporas o cariópsides, y cuatro métodos de tapado, en dos sitios del Desierto Chihuahuense.

#### **7.4. Materiales y Métodos**

El experimento se realizó del 25 de junio de 2010 al 25 de octubre de 2011, en Atotonilco, Hidalgo (20° 24'45''N y 98° 43' 32''O) y Salinas, San Luis Potosí (22° 43'46'' N y 101° 35'35'' O). Atotonilco, se encuentra a 1965 msnm con clima templado-seco, temperatura anual de 16°C, 560 milímetros de precipitación anual y suelo Vertisol (INEGI, 1984). Salinas, se encuentra a 2 100 msnm, suelo Castañozem cálcico (FAO-UNESCO-ISRIC, 1988), de textura arcillosa, clima seco-templado (BSk), temperatura media anual de 16.2 °C, y precipitación media anual de 336 mm (INEGI, 2012). Se evaluaron cuatro especies de gramíneas: Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., Navajita *B. gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths, Buffel *Cenchrus ciliaris* L., variedad común ó T4464 y Rhodes *Chloris gayana* Kunth, variedad Bell. La semilla original evaluada fue diferente ciclo agrícola; Banderita, 2006; Navajita, 2007; Buffel, 2008 y Rhodes, 2008; por tanto, las siembras se realizaron base a Semilla Pura Germinable (SPG), para uniformizar emergencia.

La preparación de terreno en ambos sitios se llevó a cabo a principios del mes de junio 2010, previo a lluvias, el cual constó de barbecho y dos pasos de rastra. Mediante fricción mecánica manual, en la primera semana de junio 2010, se obtuvo cerca de 1kg de cariópsides para cada gramínea, éstos se separaron con tamiz (0.42mm), para eliminar cariópsides chicos y rotos y, mediante microscopio estereoscópico, se eliminaron cariópsides dañados. Tanto unidades de dispersión completas o diásporas (cariópside + brácteas accesorias) y cariópsides, se evaluaron para viabilidad y germinación, con el objetivo de sembrar 1 000 semillas botánicas germinables por m<sup>2</sup> (Cuadro 7.1). Una vez establecida la cantidad de Semilla Pura Germinable (SPG) por

unidad experimental, se colocaron las semillas en bolsas de papel y éstas, en recipientes de plástico con tapa, colocados en sombra, hasta su uso, a temperatura de laboratorio. En Salinas, después de las lluvias, se rastreó el terreno y no se aplicó herbicida pre-emergente ni se aplicó riego. Posteriormente, en cada sitio, se establecieron 96 parcelas experimentales de 35 m<sup>2</sup> cada una (7 x 5m) y se procedió a la siembra.

En Hidalgo, se sembró el 25 de junio y, en SLP, el 5 de julio de 2010, con suelo a capacidad de campo. Se sembraron al voleo todas las especies, tanto para diásporas como para cariósides y, posteriormente, se aplicó el tratamiento de tapado de semilla correspondiente. El cilindro usado como rodillo para estrechar la matriz del suelo con las semillas, pesó 80 kg y se uso de manera horizontal. La evaluación del número de plantas emergidas (PEM) fue del 20-24 de octubre de 2010 en ambos sitios y el número de plantas establecidas (PES) del 24-28 de octubre de 2011. No se aplicó fertilizante, insecticida, herbicida y tampoco se defolió a las plantas durante la investigación. Se tomaron registros de temperatura, precipitación y radiación global de estaciones meteorológicas de INIFAP; en Atotonilco, a 37km de distancia y, en Salinas, a 30km del sitio experimental.

#### **7.4.1. Tratamientos**

Los tratamientos incluyeron a dos especies nativas o dos introducidas, ambas con la combinación de dos tipos de unidad de dispersión (diáspora y cariósida), con cuatro métodos de tapado, realizado en dos sitios, es decir, 16 tratamientos para especies nativas y 16 para introducidas en dos sitios. Los métodos de tapado incluyeron: 1) un paso de rama de mezquite con abundantes hojas, 2) un paso de rodillo para compactar el suelo, 3) paso de ramas y compactado con rodillo y, 4) sin tapar (testigo).

#### **7.4.2. Variables**

Las variables de respuesta para especies nativas o introducidas incluyeron en cada sitio:

#### **7.4.2.1. número de plantas emergidas (PEM por m<sup>2</sup>)**

Se realizaron tres muestreos al azar en cada unidad experimental con rectángulos de 30 x 60 cm, se marcó, se fijó con hilo blanco y se identificó con bandera numerada.

#### **7.4.2.2. altura de planta (cm)**

Se midió desde nivel del suelo, hasta el ápice de la inflorescencia y, en caso de carecer de ésta, se midió hasta el ápice de la hoja más larga.

#### **7.4.2.3. número de plantas establecidas**

Se contabilizaron las plantas en las plantas emergidas en los cuadros marcados de cada tratamiento, y fueron aquellas que sobrevivieron a las bajas temperaturas y fueron capaces de rebrotar.

#### **7.4.2.4. grosor de corona (mm) de plantas emergidas**

Se midió al utilizar vernier.

#### **7.4.2.5. número de vástagos en plantas establecidas**

Se contabilizó el número total de tallos.

#### **7.4.2.6. número de plantas establecidas (PES)**

En el cuadro fijado en 2010, se contó el número de sobrevivientes.

#### **7.4.2.7. grosor de corona de plantas establecidas**

Se midió al utilizar vernier.

#### **7.4.2.8. número de vástagos en plantas establecidas**

Se contabilizó el número total de tallos.

### **7.4.3. Diseño Experimental**

Para cada sitio, se usó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2 x 2 x 4 (pastos nativos o introducidos, tipo de Unidad de Dispersión (UD) y método de tapado (MT), con tres repeticiones.

### **7.4.4. Análisis de datos**

Los datos de todas las variables, se transformaron mediante  $\sqrt{x + 0.5}$  y después se analizaron con GLM de SAS, versión 9.1.3. (2003) y Tukey ( $P < 0.05$ ), para comparar medias.

## 7.5. Resultados

Las especies introducidas tuvieron mayor cantidad de carióspsides por gramo en comparación con nativas (Cuadro 7.1). En promedio general, para ambos sitios y todas las especies, se observó mayor PEM cuando se usaron diásporas, en comparación con carióspsides (13 vs. 5 pl m<sup>2</sup>) y usar compactación con rodillo resultó en más PEM (8.7 pl m<sup>2</sup>), en comparación con los demás tratamientos: sin tapar, ramas y R + R; 7.5, 7.8 y 7.8 pl m<sup>2</sup>, respectivamente. Cuando se compara por origen, en promedio de PEM en Hidalgo, tanto para especies introducidas y nativas, fue similar (11 vs. 10 pl m<sup>2</sup>); mientras que, en SLP, fue mayor para introducidas (9 vs. 4 pl m<sup>2</sup>). Para PES en Hidalgo, fue similar entre especies introducidas y nativas (2 pl m<sup>2</sup>); sin embargo, en SLP, fue mayor para introducidas (2 vs. 1 pl m<sup>2</sup>).

El grosor de corona en pastos nativos fue similar (3.4mm) y mayor altura se observó en SLP, en comparación con Hidalgo (8.5 vs. 7.2cm) y, del mismo modo, para número de vástagos (11 vs. 9). Para PES, se observó mayor grosor de corona en plantas de SLP, en comparación con Hidalgo (14.3 vs. 5.1mm), similar altura (23 vs. 20cm) y número de vástagos (53 vs. 56), respectivamente. En pastos introducidos para PEM, mayor grosor de corona se observó en plantas de SLP en comparación con Hidalgo 4.5 vs. 1.9; similar altura de planta (15.5 vs. 13cm) y mayor número de vástagos por planta (3 vs. 2). Para PES, no se observaron diferencias para grosor de corona, altura de planta y vástagos por planta ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 7.1. Caracterización física y fisiológica de semilla de cuatro especies.

Pasto	Física			Fisiológica				Física				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Buffel	61	21	40	86	19	24	386	2015	60	2.30	1074	1079
Rhodes	82	24	32	88	63	81	2417	3858	2.1	0.35	1049	1072
Banderita	95	24	23	97	92	94	992	1532	5.0	0.75	1040	1048
Navajita	86	36	62	84	78	82	1500	1980	1.6	0.60	1037	1094

1. Pureza (%); 2. Pureza física (%); 3. Número de carióspsides en 100 diásporas; 4. Viabilidad; 5. Germinación diásporas; 6. Germinación carióspsides; 7. Número de diásporas en un gramo; 8. Número de carióspsides por gramo; 9. Dosis de siembra diásporas (g/m<sup>2</sup>); 10. Dosis de siembra carióspsides (g/m<sup>2</sup>); 11. Número de plantas esperadas, sembradas con diásporas (m<sup>2</sup>); 12. Número de plantas esperadas sembradas con carióspsides (m<sup>2</sup>); Siembra en base a semilla pura germinable.



## **7.5.1. Número de plantas emergidas y establecidas**

### **7.5.1.1. especies nativas en Hidalgo**

Tanto para PEM como para PES, se observaron diferencias ( $P < 0.01$ ), entre especies (Cuadro 7.2) pero no dentro de especie ( $P > 0.05$ ). Mayor PEM y PES ocurrió sembrando con diásporas, pero no se observó efecto de algún método de tapado ( $P > 0.05$ ). En promedio, utilizar diásporas resultó en mayor PEM ( $P < 0.01$ ; 17 vs. 3) y usar rodillo (11 plantas  $m^2$ ) superó a la siembra únicamente al voleo, ramas, y rodillo + ramas (8, 10 y 10 plantas  $m^2$ , respectivamente). Mayor PES en promedio, se observó al sembrar diásporas en comparación con el uso cariósides ( $P < 0.05$ ; 2.5 vs. 1.6) y, al usar ramas como MT ( $P > 0.05$ ; 2.4 plantas  $m^2$ ). Interacciones para PEM fueron ( $P < 0.01$ ): pasto x UD y UD x MT y en PES: UD x MT ( $P < 0.01$ ) y pasto x UD x MT ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 7.2. Número de plántulas emergidas y establecidas por m<sup>2</sup> para dos especies nativas, en dos sitios y utilizando dos tipos de unidades de dispersión.

Pasto	Unidad de Dispersión	Tipo de tapado	Hidalgo		S.L.P.	
			PEM	PES	PEM	PES
Navajita	Diásporas	Voleo	14 <sup>a</sup>	2.4 <sup>abcd</sup>	3 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
		Ramas	17 <sup>a</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	9 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>
		Rodillo	20 <sup>a</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	2 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>
		R + R	20 <sup>a</sup>	2.0 <sup>abcd</sup>	6 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>
	Cariópsides	Voleo	2 <sup>b</sup>	0.9 <sup>d</sup>	1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
		Ramas	2 <sup>b</sup>	1.3 <sup>bcd</sup>	1 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
		Rodillo	6 <sup>b</sup>	0.6 <sup>d</sup>	6 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>
		R + R	3 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
Banderita	Diásporas	Voleo	15 <sup>a</sup>	2.3 <sup>abcd</sup>	4 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>
		Ramas	17 <sup>a</sup>	2.9 <sup>abcd</sup>	12 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>
		Rodillo	16 <sup>a</sup>	1.6 <sup>abcd</sup>	10 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>
		R + R	17 <sup>a</sup>	1.6 <sup>abcd</sup>	11 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>
	Cariópsides	Voleo	2 <sup>b</sup>	1.2 <sup>cd</sup>	1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
		Ramas	3 <sup>b</sup>	1.6 <sup>abcd</sup>	1 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>
		Rodillo	1 <sup>b</sup>	1.6 <sup>abcd</sup>	1 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>
		R + R	2 <sup>b</sup>	1.6 <sup>abcd</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
	Promedio		8	2	4	1
	DMS <sub>h</sub>		7.3	2.49	23.2	19.7

<sup>†</sup> Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes (P < 0.05). R + R = Ramas con rodillo. PEM = Plantas emergidas. PES = Plantas establecidas. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta.

### 7.5.1.2. especies nativas en SLP

Tanto para PEM como para PES no se observaron diferencias entre tratamientos (Cuadro 7.2; P > 0.05); sin embargo, mayor PEM ocurrió al utilizar diásporas en comparación con el uso cariópsides (7.2 vs. 1.6 plantas m<sup>2</sup>) y, entre métodos de

tapado, usar ramas (5.8 pl m<sup>2</sup>) fue más efectivo que voleo solo, rodillo y R + R (1.9, 4.8 y 4.9; P > 0.05), respectivamente. Comparando especies para PEM no se detectaron diferencias significativas (P < 0.05; 10 plantas m<sup>2</sup>); sin embargo, para PES, Banderita superó a Navajita (P < 0.01; 5.3 vs. 3.4). Para PES, mayor cantidad de plantas se establecieron al sembrar utilizando diásporas en combinación con tapado de la semilla. En promedio, para PES, la siembra realizada utilizando diásporas fue mayor en comparación con el uso de cariósides (7.2 vs. 1.6 plantas m<sup>2</sup>) y, tapar la semilla con rastra de ramas (1.8 plantas m<sup>2</sup>) superó a siembra al voleo, rodillo y R + R (0.1, 0.9 y 1.4 plantas m<sup>2</sup>), respectivamente. Se observaron interacciones para PEM: UD x MT (P < 0.01) y, en el caso de PES, para UD x MT (P < 0.05).

#### **7.5.1.3. especies introducidas en Hidalgo**

Se observaron diferencias (P < 0.01), para PEM y PES (Cuadro 7.3). Mayor PEM se presentó en Rhodes al sembrar cariósides al voleo (24 pl m<sup>2</sup>) y, menor cantidad para Buffel (1 pl m<sup>2</sup>), al sembrar utilizando cariósides y al voleo. En promedio, para PEM comparando diásporas y cariósides, no se observó diferencia (P > 0.05; 10 vs. 11 plantas m<sup>2</sup>) y la respuesta de emergencia a algún MT observada fue similar (P > 0.05). Entre especies, Rhodes superó a Buffel (P < 0.01; 17 vs. 5 pl m<sup>2</sup>). Para PES comparando Buffel y Rhodes, no se observó diferencia (P > 0.05; 2 vs. 3 pl m<sup>2</sup>); sin embargo, al comparar diásporas y cariósides, se observó diferencia (P < 0.01; 3 vs. 2 pl m<sup>2</sup>); mientras tanto, para los MT las PES mostraron valores similares (P > 0.05): 2, 3, 2, 3 pl m<sup>2</sup>, para voleo, ramas, rodillo y ramas, respectivamente. Se observaron interacciones para PEM: especie x UD (P < 0.05), especie x MT, UD x MT y especie x UD x MT (P < 0.01). Para PES ésta ocurrió entre UD x MT (P < 0.01).

#### **7.4.1.4. especies introducidas en SLP**

Se observaron diferencias entre PEM y PES (Cuadro 7.3; P < 0.01). Mayor PEM se registró en Buffel (32 pl m<sup>2</sup>) cuando se sembró utilizando diásporas y sin tapado de semilla y, menor, en Buffel (1- 2 pl m<sup>2</sup>), cuando se sembró utilizando cariósides y tapando la semilla con rastra de ramas, similarmente en Rhodes, al sembrar cariósides y para todos los MT. Para Buffel y Rhodes, se observó diferencia (P < 0.01;

11 vs. 7 pl m<sup>2</sup>). Entre UD, hubo mayor emergencia al usar diásporas, en comparación con cariósides (P < 0.01; 15 vs. 3 pl m<sup>2</sup>).

Cuadro 7.3. Número de plántulas emergidas y establecidas por m<sup>2</sup> para dos especies introducidas en dos sitios de siembra.

Pasto	Unidad de Dispersión	Método tapado	Hidalgo		SLP			
			PEM	PES	PEM	PES		
Buffel	Diásporas	Voleo	3 <sup>de</sup>	2 <sup>ab</sup>	32 <sup>a</sup>	3 <sup>abc</sup>		
		Ramas	8 <sup>bcde</sup>	4 <sup>a</sup>	20 <sup>ab</sup>	5 <sup>a</sup>		
		Rodillo	11 <sup>a..e</sup>	4 <sup>a</sup>	11 <sup>bc</sup>	3 <sup>abc</sup>		
		R + R	3 <sup>de</sup>	2 <sup>ab</sup>	16 <sup>bc</sup>	4 <sup>abc</sup>		
	Cariósides	Voleo	1 <sup>e</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>	0.4 <sup>bc</sup>		
		Ramas	3 <sup>de</sup>	2 <sup>ab</sup>	1 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>		
		Rodillo	6 <sup>cde</sup>	1 <sup>b</sup>	6 <sup>bc</sup>	1 <sup>abc</sup>		
		R + R	2 <sup>de</sup>	4 <sup>a</sup>	2 <sup>c</sup>	0.4 <sup>bc</sup>		
		Rhodes	Diásporas	Voleo	12 <sup>a..e</sup>	3 <sup>ab</sup>	4 <sup>bc</sup>	1 <sup>abc</sup>
				Ramas	13 <sup>a..e</sup>	4 <sup>a</sup>	11 <sup>bc</sup>	3 <sup>abc</sup>
Rodillo	18 <sup>abc</sup>			3 <sup>ab</sup>	18 <sup>ab</sup>	5 <sup>a</sup>		
R + R	16 <sup>abcd</sup>			2 <sup>ab</sup>	12 <sup>bc</sup>	3 <sup>abc</sup>		
Cariósides	Voleo		24 <sup>a</sup>	2 <sup>ab</sup>	2 <sup>c</sup>	0.3 <sup>bc</sup>		
	Ramas		21 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>c</sup>	0.4 <sup>bc</sup>		
	Rodillo		10 <sup>a..e</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>c</sup>	0.3 <sup>bc</sup>		
	R + R		21 <sup>ab</sup>	3 <sup>ab</sup>	1 <sup>c</sup>	1 <sup>bc</sup>		
Promedio			10	2	9	2		
DMS <sub>h</sub>			13.9	3.48	15.5	4.5		

† Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes (P < 0.05). R + R = Ramas con rodillo. PEM = Plantas emergidas. PES = Plantas establecidas. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta.

Las interacciones significativas fueron para especie x UD ( $P < 0.05$ ), especie x MT y especie x UD x MT ( $P < 0.01$ ). Mayor cantidad de PES se observó en Buffel ( $5 \text{ pl m}^2$ ) al utilizar diásporas en conjunto con tapado de la semilla con rastra de ramas y en Rhodes cuando se sembró utilizando diásporas y rodillo como MT ( $P < 0.01$ ). Menor número de PES en Buffel ( $0-1 \text{ pl m}^2$ ), se registró al sembrar cariósides y no se utilizó tapado de éstos, ramas y ramas+rodillo, respectivamente y, para Rhodes, cuando se sembró utilizando cariósides sin importar el MT. Considerando especie, no se detectaron diferencias entre Buffel y Rhodes ( $P > 0.05$ ;  $2 \text{ pl m}^2$ ). Entre UD, mayor PES se registró para diásporas en comparación con la utilización de cariósides ( $3 \text{ vs. } 0.5 \text{ pl m}^2$ ). En promedio, para el MT, no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ; 1, 2, 2,  $2 \text{ pl m}^2$ ) para método de tapado de la semilla: sin tapado, utilizando rastra de ramas, rodillo y R + R, respectivamente. No se detectaron interacciones para PES ( $P > 0.05$ ).

### **7.5.3. Grosor de corona, altura de planta y número de vástagos**

#### **7.5.2.1. especies nativas en Hidalgo**

Se observaron diferencias para grosor de corona, altura de planta y número de vástagos, tanto para PEM, como para PES ( $P < 0.01$ ; Cuadro 7.4). En promedio, para PEM, mayor grosor de corona resultó al utilizar cariósides, en comparación a diásporas ( $3.6 \text{ vs. } 3.2 \text{ mm}$ ), contrariamente a altura de planta ( $7.6 \text{ vs. } 7.9 \text{ cm}$ ) y número de vástagos ( $8.3 \text{ vs. } 8.9$ ). Respecto a MT en promedio, tapar la siembra con R + R ( $3.8 \text{ mm}$ ) resulta en mayor grosor de corona en comparación con siembra al voleo (sin tapar), rastra de ramas y rodillo ( $2.9, 3.5 \text{ y } 3.5 \text{ mm}$ ;  $P < 0.01$ ), respectivamente, pero no así en altura y número de vástagos. Entre especies en promedio, Banderita mostró mayor grosor de corona, mayor altura y menor cantidad de vástagos. Para PES en promedio, al comparar entre UD, mayor de grosor de corona se observó al sembrar utilizando cariósides, en comparación con la siembra con diásporas ( $4.7 \text{ vs. } 5.5 \text{ mm}$ ), número de vástagos ( $52 \text{ vs. } 46$ ), pero no, en altura de planta ( $23 \text{ vs. } 30 \text{ cm}$ ), respectivamente. Se observó interacción para PEM, respecto a número de vástagos entre: especie x UD ( $P < 0.01$ ). Para PES, la interacción especie x MT se observó para altura de planta ( $P < 0.01$ ) y vástagos por planta ( $P < 0.05$ ).

### **7.5.2.2. especies nativas en SLP**

Se observaron diferencias entre tratamientos para PEM y PES, para grosor de corona, altura de planta y número de vástagos por planta ( $P < 0.01$ ; Cuadro 7.5). Respecto a PEM, al comparar valores promedio para la siembra con la utilización cariósides y diásporas y para grosor de corona (3.4 vs. 3.4mm), altura de planta (8.5 vs. 9.9cm) y número de vástagos (11.6 vs. 11.3), no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ). Respecto al MT de semilla, no se observaron diferencias entre voleo sin tapar, rastra de ramas, rodillo y R + R, en promedio, tanto para grosor de corona ( $P > 0.05$ ; 3.2, 3.4, 3.3 y 3.8mm), altura de planta ( $P > 0.05$ ; 8.1, 8.2, 11.5 y 9.1 cm), y un mayor número de vástagos se observó al tapar la semilla ( $P < 0.01$ ; 9, 11, 13 y 13), respectivamente. Entre especies en promedio, Banderita superó a Navajita y para grosor de corona ( $P < 0.01$ ; 3.8 vs. 3.0mm), altura de planta ( $P < 0.01$ ; 13 vs. 4cm), pero no así para número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 9.4 vs. 13.4). Respecto a PES en promedio, mayor grosor de corona se observó al sembrar utilizando cariósides en comparación a la siembra utilizando diásporas ( $P < 0.01$ ; 15 vs. 13.6mm), contrariamente a altura de planta ( $P < 0.01$ ; 20 vs. 30cm) y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; 57 vs. 54).

Respecto al MT de semilla y el grosor de corona, mayores valores se observaron al tapar la semilla utilizando rastra de ramas, rodillo y R+R, en comparación con la siembra al voleo sin tapar la semilla ( $P < 0.01$ ; 14, 15 y 16 vs. 12.6mm), número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 57, 57 y 57 vs. 51), pero no se observó efecto para altura de planta ( $P > 0.05$ ; 19, 31 y 21 vs. 20 cm), respectivamente. Entre gramíneas en promedio, Banderita mostró mayor grosor de corona en comparación a Navajita ( $P < 0.01$ ; 18 vs. 11), altura de planta (28 vs. 12cm); sin embargo, esto no se observó así para número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 32 vs. 79). No se observaron interacciones para PEM en ninguna variable; mientras que, para PES solo se observó entre especie x UD ( $P < 0.05$ ).

### **7.5.2.3. especies introducidas en Hidalgo**

Se observaron diferencias para grosor de corona, altura de planta y número de vástagos, tanto para PEM, como para PES ( $P < 0.01$ ; Cuadro 7.6). Para PEM al comparar UD, mayor grosor de corona en promedio, se obtuvo al utilizar cariósides

para la siembra, en comparación a la utilización de diásporas ( $P < 0.01$ ; 2.1 vs. 1.7mm), altura de planta ( $P > 0.01$ ; 13.5 vs. 11.3cm) y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; 2.7 vs. 1.9).

Cuadro 7.4. Grosor de corona, altura de planta (cm) y número de vástagos en especies nativas sembradas en Hidalgo, utilizando diferente tipo de unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado de la semilla.

Especie	Tipo Unidad de Dispersión	Método de tapado	2010			2011		
			Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Núm. Tallos	Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Núm. tallos
Navajita	Diásporas	Voleo	2.2 <sup>d</sup>	3.2 <sup>b</sup>	11 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>f</sup>	14.7 <sup>b</sup>	88 <sup>ab</sup>
		Ramas	2.6 <sup>cd</sup>	3.5 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	3.0 <sup>ef</sup>	13.3 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>
		Rodillo	2.7 <sup>bcd</sup>	3.4 <sup>b</sup>	12 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>def</sup>	15.4 <sup>b</sup>	70 <sup>abc</sup>
		R+R	3.1 <sup>a..d</sup>	3.6 <sup>b</sup>	12 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>def</sup>	15.4 <sup>b</sup>	63 <sup>c</sup>
	Cariópside	Voleo	2.6 <sup>cd</sup>	3.1 <sup>b</sup>	12 <sup>ab</sup>	2.3 <sup>f</sup>	14.8 <sup>b</sup>	75 <sup>abc</sup>
		Ramas	3.2 <sup>a..d</sup>	3.1 <sup>b</sup>	10 <sup>abc</sup>	3.9 <sup>def</sup>	13.3 <sup>b</sup>	78 <sup>abc</sup>
		Rodillo	3.2 <sup>a..d</sup>	3.5 <sup>b</sup>	10 <sup>bcd</sup>	5.2 <sup>b..e</sup>	16.3 <sup>b</sup>	63 <sup>bc</sup>
		R+R	3.2 <sup>a..d</sup>	3.4 <sup>b</sup>	10 <sup>abc</sup>	5.6 <sup>a..d</sup>	15.4 <sup>b</sup>	71 <sup>abc</sup>
		Voleo	3.3 <sup>a..d</sup>	10.5 <sup>a</sup>	6 <sup>e</sup>	4.8 <sup>c..f</sup>	31.9 <sup>a</sup>	30 <sup>d</sup>
		Ramas	3.8 <sup>abc</sup>	10.1 <sup>a</sup>	6 <sup>e</sup>	5.5 <sup>a..e</sup>	36.2 <sup>a</sup>	35 <sup>d</sup>
Banderita	Diásporas	Rodillo	3.5 <sup>a..d</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6 <sup>e</sup>	6.6 <sup>abc</sup>	28.9 <sup>a</sup>	31 <sup>d</sup>
		R+R	4.2 <sup>ab</sup>	11.0 <sup>a</sup>	6 <sup>e</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	27.0 <sup>a</sup>	35 <sup>d</sup>
		Voleo	3.7 <sup>a..d</sup>	10.5 <sup>a</sup>	6 <sup>de</sup>	5.6 <sup>a..d</sup>	31.9 <sup>a</sup>	30 <sup>d</sup>
	Cariópside	Ramas	4.3 <sup>ab</sup>	12.0 <sup>a</sup>	6 <sup>e</sup>	6.7 <sup>abc</sup>	36.2 <sup>a</sup>	35 <sup>d</sup>
		Rodillo	4.5 <sup>a</sup>	12.5 <sup>a</sup>	6 <sup>cde</sup>	7.7 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>	31 <sup>d</sup>
		R+R	4.5 <sup>a</sup>	12.5 <sup>a</sup>	7 <sup>cde</sup>	6.9 <sup>abc</sup>	29.2 <sup>a</sup>	35 <sup>d</sup>
Promedio		3.4	7.2	8.6	5.1	23.1	53.7	
DMS <sub>h</sub>		1.6	4.1	3.6	2.5	9.5	24.7	

<sup>†</sup> Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). R + R = Rastra de ramas con rodillo. PEM = Plantas emergidas. PES = Plantas establecidas. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta.

Cuadro 7.5. Grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos en dos especies nativas sembradas en SLP, utilizando diferente unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado.

Especie	Unidad de Dispersión	Método de tapado	2010			2011		
			Grosor corona (mm)	altura planta (cm)	Núm. de tallos	Grosor corona (mm)	altura planta (cm)	Núm de tallos
Navajita	Díasporas	Voleo	3.1 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>b</sup>	11.3 <sup>a..d</sup>	7.6 <sup>f</sup>	11.1 <sup>b</sup>	73 <sup>a</sup>
		Ramas	3.1 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>b</sup>	11.6 <sup>a..d</sup>	8.5 <sup>f</sup>	12.9 <sup>b</sup>	88 <sup>a</sup>
		Rodillo	3.2 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>b</sup>	15.4 <sup>ab</sup>	10.3 <sup>ef</sup>	11.3 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>
	R+R	3.2 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>b</sup>	16.4 <sup>a</sup>	11.3 <sup>def</sup>	12.2 <sup>b</sup>	81 <sup>a</sup>	
	Cariópside	Voleo	2.6 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	10.1 <sup>bcd</sup>	11.2 <sup>def</sup>	11.3 <sup>b</sup>	75 <sup>a</sup>
		Ramas	3.0 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>b</sup>	14.0 <sup>abc</sup>	11.7 <sup>c..f</sup>	11.5 <sup>b</sup>	76 <sup>a</sup>
		Rodillo	3.0 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>b</sup>	14.3 <sup>abc</sup>	12.1 <sup>c..f</sup>	13.8 <sup>b</sup>	74 <sup>a</sup>
		R+R	3.2 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>a</sup>	14.1 <sup>abc</sup>	12.4 <sup>c..f</sup>	14.6 <sup>b</sup>	76 <sup>a</sup>
	Díasporas	Voleo	3.7 <sup>ab</sup>	12.4 <sup>a</sup>	6.1 <sup>d</sup>	14.9 <sup>b..e</sup>	29.1 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>
		Ramas	3.6 <sup>ab</sup>	12.1 <sup>a</sup>	9.8 <sup>bcd</sup>	16.7 <sup>abc</sup>	27.1 <sup>a</sup>	34 <sup>b</sup>
Rodillo		3.2 <sup>ab</sup>	12.9 <sup>a</sup>	9.9 <sup>bcd</sup>	17.9 <sup>ab</sup>	28.6 <sup>a</sup>	34 <sup>b</sup>	
R+R		4.6 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	9.8 <sup>bcd</sup>	21.7 <sup>a</sup>	29.9 <sup>a</sup>	36 <sup>b</sup>	
Voleo		3.6 <sup>ab</sup>	12.4 <sup>a</sup>	8.8 <sup>cd</sup>	16.6 <sup>a..d</sup>	29.1 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	
Cariópside	Ramas	3.7 <sup>ab</sup>	12.9 <sup>a</sup>	9.6 <sup>cd</sup>	18.6 <sup>ab</sup>	25.3 <sup>a</sup>	31 <sup>b</sup>	
	Rodillo	3.8 <sup>ab</sup>	13.3 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a..d</sup>	18.6 <sup>ab</sup>	27.1 <sup>a</sup>	36 <sup>b</sup>	
	R+R	4.1 <sup>ab</sup>	13.0 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a..d</sup>	18.4 <sup>ab</sup>	28.0 <sup>a</sup>	35 <sup>b</sup>	
	Promedio		3.4	8.5	11.4	14.3	20.2	55.5
	DMSH		1.9	5.1	5.7	5.34	6.15	22.3

† Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). R + R = Rastra de Ramas con rodillo. PEM = Plantas emergidas. PES = Plantas establecidas. DMSH = Diferencia mínima significativa honesta.

Respecto al MT, se registró mayor grosor de corona al tapar la siembra con rastra de ramas, rodillo y R+R, en comparación con siembras al voleo sin tapar ( $P < 0.01$ ; 1.9, 2.0



y 2.1 vs. 1.6mm), pero no así para altura de planta ( $P > 0.05$ ; 13.4, 13.4, 11.1 vs. 11.7cm), ni para número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 2.4, 2.6, 2.0 vs. 2.2). Entre especies en promedio, Rhodes mostró mayor grosor de corona en comparación a Buffel ( $P < 0.01$ ; 2.2 vs. 1.6mm), altura de planta ( $P < 0.01$ ; 19 vs. 6 cm), pero no para número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 1.8 vs. 2.8). Solo se observó interacción especie x UD, para número de vástagos ( $P < 0.01$ ).

#### **7.5.2.4. especies introducidas en SLP**

Se observaron diferencias para PEM y PES respecto a grosor de corona, altura de planta y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; Cuadro 7.7). Para PEM, la siembra utilizando cariósides, resultó en mayor grosor de corona ( $P < 0.01$ ; 5.2 vs. 3.8mm), altura de planta ( $P < 0.05$ ; 29.6 vs. 25.8cm) y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; 6.2 vs. 5.1) que diásporas. Respecto a MT de la semilla en promedio, se obtuvieron mayores valores al tapar la siembra con Rastra de ramas + Rodillo, rodillo y ramas, en comparación con siembra al voleo y sin tapar, respecto a grosor de corona ( $P > 0.05$ ; 4.9, 4.8, 4.3 vs. 4.1 cm), altura de planta ( $P < 0.01$ ; 30.6, 29.3, 26.4 vs. 24.5 cm) y número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 6.2, 5.7, 5.6 vs. 5.2); por otra parte, mientras entre especies en promedio, Rhodes superó a Buffel en grosor de corona ( $P < 0.01$ ; 6.3 vs. 2.7), altura de planta ( $P < 0.05$ ; 49 vs. 6.3cm) y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; 9.0 vs. 2.4).

Respecto a PES, sembrar utilizando cariósides en lugar de diásporas, resultó en mayores valores de grosor de corona ( $P < 0.01$ ; 22 vs. 19mm), mientras que altura de planta no ( $P > 0.05$ ; 28.6 vs. 38.2cm) y tampoco para el número de vástagos ( $P > 0.05$ ; 13.6 vs. 13.3). Respecto a MT, mayores valores se mostraron al tapar la siembra utilizando R + R, rodillo y ramas, en comparación con siembra al voleo sin tapado, para grosor de corona ( $P < 0.01$ ; 22.7, 22.0, 20.0 vs. 18.1), altura de planta ( $P > 0.05$ ; 39.3, 38.7, 38.9 vs. 36.8cm) y número de vástagos ( $P < 0.01$ ; 15.1, 13.4, 12.9 vs. 12.5), respectivamente. No se observaron interacciones para PEM ( $P > 0.05$ ). Respecto a PES, la interacción especie x UD se observó para altura de planta y vástagos por planta ( $P < 0.01$ ).

Cuadro 7.6. Grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos para dos especies introducidas sembradas en Hidalgo, utilizando diferente unidad de dispersión y cuatro métodos de tapado de la semilla.

Especie	Unidad de Dispersión (UD)	Método de tapado	2010			2011			
			Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Núm de Tallos	Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Núm de Tallos	
Rhodes	Diásporas	Voleo	1.7 <sup>a..d</sup>	17.2 <sup>a..e</sup>	2 <sup>abc</sup>	10.0 <sup>h</sup>	30.1 <sup>abc</sup>	12 <sup>abc</sup>	
		Ramas	2.2 <sup>a..d</sup>	18.1 <sup>a..d</sup>	2 <sup>c</sup>	14.4 <sup>e..h</sup>	29.8 <sup>a..d</sup>	11 <sup>bc</sup>	
		Rodillo	2.3 <sup>ab</sup>	17.4 <sup>a..e</sup>	2 <sup>c</sup>	17.4 <sup>b..g</sup>	35.4 <sup>a</sup>	19 <sup>abc</sup>	
		R+R	2.3 <sup>abc</sup>	19.8 <sup>abc</sup>	2 <sup>bc</sup>	16.4 <sup>d..h</sup>	28.7 <sup>a..e</sup>	12 <sup>abc</sup>	
	Cariópsides	Voleo	1.8 <sup>a..d</sup>	20.3 <sup>ab</sup>	2 <sup>c</sup>	17.1 <sup>c..h</sup>	22.7 <sup>a..f</sup>	23 <sup>ab</sup>	
		Ramas	2.4 <sup>ab</sup>	14.9 <sup>a..f</sup>	1 <sup>c</sup>	19.7 <sup>a..f</sup>	24.6 <sup>a..f</sup>	18 <sup>abc</sup>	
		Rodillo	2.5 <sup>ab</sup>	23.6 <sup>a</sup>	2 <sup>abc</sup>	24.6 <sup>ab</sup>	31.6 <sup>ab</sup>	21 <sup>ab</sup>	
		R+R	2.7 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	2 <sup>bc</sup>	24.2 <sup>abc</sup>	30.4 <sup>abc</sup>	27 <sup>a</sup>	
		Diásporas	Voleo	1.2 <sup>d</sup>	3.8 <sup>f</sup>	2 <sup>c</sup>	11.7 <sup>hg</sup>	17.4 <sup>c..f</sup>	6 <sup>c</sup>
			Ramas	1.2 <sup>cd</sup>	4.2 <sup>f</sup>	2 <sup>bc</sup>	12.9 <sup>fgh</sup>	18.9 <sup>b..f</sup>	5 <sup>c</sup>
Buffel	Diásporas	Rodillo	1.4 <sup>bcd</sup>	4.8 <sup>ef</sup>	2 <sup>abc</sup>	19.8 <sup>a..f</sup>	21.8 <sup>b..f</sup>	9 <sup>bc</sup>	
		R+R	1.5 <sup>bcd</sup>	5.1 <sup>ef</sup>	2 <sup>bc</sup>	20.3 <sup>a..e</sup>	22.2 <sup>b..f</sup>	10 <sup>bc</sup>	
		Voleo	1.6 <sup>a..d</sup>	5.3 <sup>def</sup>	3 <sup>ab</sup>	23.1 <sup>a..d</sup>	16.1 <sup>ef</sup>	10 <sup>bc</sup>	
	Cariópsides	Ramas	1.8 <sup>a..d</sup>	7.1 <sup>c..f</sup>	3 <sup>abc</sup>	24.1 <sup>abc</sup>	15.4 <sup>f</sup>	13 <sup>abc</sup>	
		Rodillo	1.9 <sup>a..d</sup>	7.8 <sup>b..f</sup>	4 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>	15.7 <sup>ef</sup>	14 <sup>abc</sup>	
		R+R	1.9 <sup>a..d</sup>	7.7 <sup>b..f</sup>	4 <sup>a</sup>	24.7 <sup>ab</sup>	16.7 <sup>def</sup>	15 <sup>abc</sup>	
Promedio			1.9	12.4	2.3	19.1	23.6	14.1	
DMS <sub>h</sub>			1.1	12.8	1.9	7.43	13.2	14.7	

† Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). R + R = Rastra de ramas con rodillo. DMS<sub>h</sub> = Diferencia mínima significativa honesta.

Cuadro 7.7. Registros de grosor de corona (mm), altura de planta (cm) y número de vástagos en dos gramíneas introducidas sembradas con diferente unidad de dispersión con cuatro métodos de tapado.

Especie	Unidad de Dispersión (UD)	Método de tapado (MT)	2010			2011			
			Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Grosor corona (mm)	Grosor corona (mm)	Altura planta (cm)	Grosor corona (mm)	
Rhodes	Diásporas	Voleo	5.4 <sup>abc†</sup>	44.7 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	13.0 <sup>e</sup>	60.2 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	
		Ramas	5.7 <sup>abc</sup>	47.0 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	13.8 <sup>de</sup>	59.4 <sup>a</sup>	17 <sup>ab</sup>	
		Rodillo	6.9 <sup>a</sup>	50.7 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	16.2 <sup>cde</sup>	61.0 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	
		R + R	7.0 <sup>a</sup>	52.8 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>	16.9 <sup>cde</sup>	62.4 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	
	Cariópsides	Voleo	6.0 <sup>abc</sup>	45.2 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	14.3 <sup>cde</sup>	55.0 <sup>a</sup>	15 <sup>abc</sup>	
		Ramas	6.3 <sup>abc</sup>	45.6 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a</sup>	15.4 <sup>cde</sup>	61.9 <sup>a</sup>	15 <sup>abc</sup>	
		Rodillo	6.8 <sup>a</sup>	51.7 <sup>a</sup>	9.2 <sup>a</sup>	17.1 <sup>cde</sup>	55.9 <sup>a</sup>	14 <sup>abc</sup>	
		R + R	6.7 <sup>ab</sup>	54.5 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	18.4 <sup>bcde</sup>	59.7 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	
		Buffel	Voleo	1.3 <sup>d</sup>	2.3 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	22.5 <sup>a..e</sup>	13.8 <sup>b</sup>	7 <sup>d</sup>
			Ramas	1.5 <sup>d</sup>	2.5 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	22.6 <sup>a..e</sup>	15.3 <sup>b</sup>	8 <sup>cd</sup>
Rodillo	1.4 <sup>d</sup>		3.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	23.9 <sup>abcd</sup>	16.7 <sup>b</sup>	11 <sup>bcd</sup>		
R +R	1.4 <sup>d</sup>		3.3 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	24.4 <sup>abc</sup>	16.4 <sup>b</sup>	12 <sup>abcd</sup>		
Cariópsides	Voleo	3.7 <sup>cd</sup>	5.6 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	22.7 <sup>a..e</sup>	18.2 <sup>b</sup>	10 <sup>bcd</sup>		
	Ramas	3.8 <sup>bcd</sup>	10.4 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	27.7 <sup>ab</sup>	18.0 <sup>b</sup>	12 <sup>abcd</sup>		
	Rodillo	4.1 <sup>abcd</sup>	11.7 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	30.8 <sup>a</sup>	21.1 <sup>b</sup>	13 <sup>abcd</sup>		
	R+ R	4.4 <sup>abc</sup>	11.8 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	31.2 <sup>a</sup>	18.8 <sup>b</sup>	14 <sup>abc</sup>		
	Promedio		4.5	27.7	5.7	20.7	38.4	13.5	
	DMSH		2.2	15.5	3.4	10.32	9.19	6.58	

† Literales diferentes en la misma columna representan promedios estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). R + R = Rastra de ramas con rodillo. DMSH = Diferencia mínima significativa honesta.

## 7.6. Discusión

Baja emergencia y establecimiento ocurrió para las condiciones de temperatura y humedad registradas, en Salinas Hidalgo, resultó en deshidratación de plántulas, debido a elongación del entrenudo subcoleoptilar, el cual, al contener al meristemo apical generador de raíces adventicias que sustentan la supervivencia de plantas, provocó que éstas se formaran cerca de la superficie del suelo donde las condiciones ambientales son desfavorables para el desarrollo de plántulas (Moreno-Gómez *et al.*, 2012).

Tanto en San Luis Potosí como en Hidalgo, se registró baja emergencia y establecimiento en especies introducidas y nativas, y de acuerdo a Cox y Jordan (1983), en Arizona, en *Eragrostis lehmaniana* reportaron 0.6% de establecimiento, y asumen que el bajo establecimiento es debido a la escasa precipitación; sin embargo, en esta investigación, en Hidalgo la lluvia no fue un factor que afectara el establecimiento, dado que tres días después de la siembra se registraron 40mm de precipitación (Figura 7.1 A y B), mientras que, en SLP, 30 mm, y lo mínimo requerido para la germinación de Buffel es 2 mm por día (Ward *et al.*, 2006). Por otro lado, para Larsen y Bibby (2006) y Ward *et al.*, (2005), la temperatura es fundamental para el establecimiento de pastos perennes en zonas áridas, y si ésta es fluctuante, afecta la germinación. En la superficie de suelo, la temperatura puede variar de 5-30 °C y, al usar cualquier MT, ésta disminuye a un rango de 5-15 °C (Evans y Young, 1987), lo que promueve su germinación y emergencia. En Hidalgo y SLP el promedio de temperaturas mínimas fueron 13.2 °C y 14 °C, respectivamente, cinco días posteriores a la siembra; sin embargo, se observaron fluctuaciones, lo que afecta la germinación, ya que Tian *et al.*, (2004) a 30°C y Larsen y Bibby (2006), a 25 °C, bajo condiciones controladas, registraron excelentes germinaciones en cariósides de *Tripsacum dactyloides* (mayor a 90%) y en diásporas, cerca de 30%. En campo, esas temperaturas ocurren en abril-mayo, sin embargo, no hay disponibilidad de humedad adecuada. Otro factor que afecta el establecimiento incluye heladas tempranas, especialmente cuando existe bajo desarrollo de plántulas, particularmente en siembras que se realizan a finales de julio, por esta razón Cox *et al.* (1986), tuvieron bajo éxito en

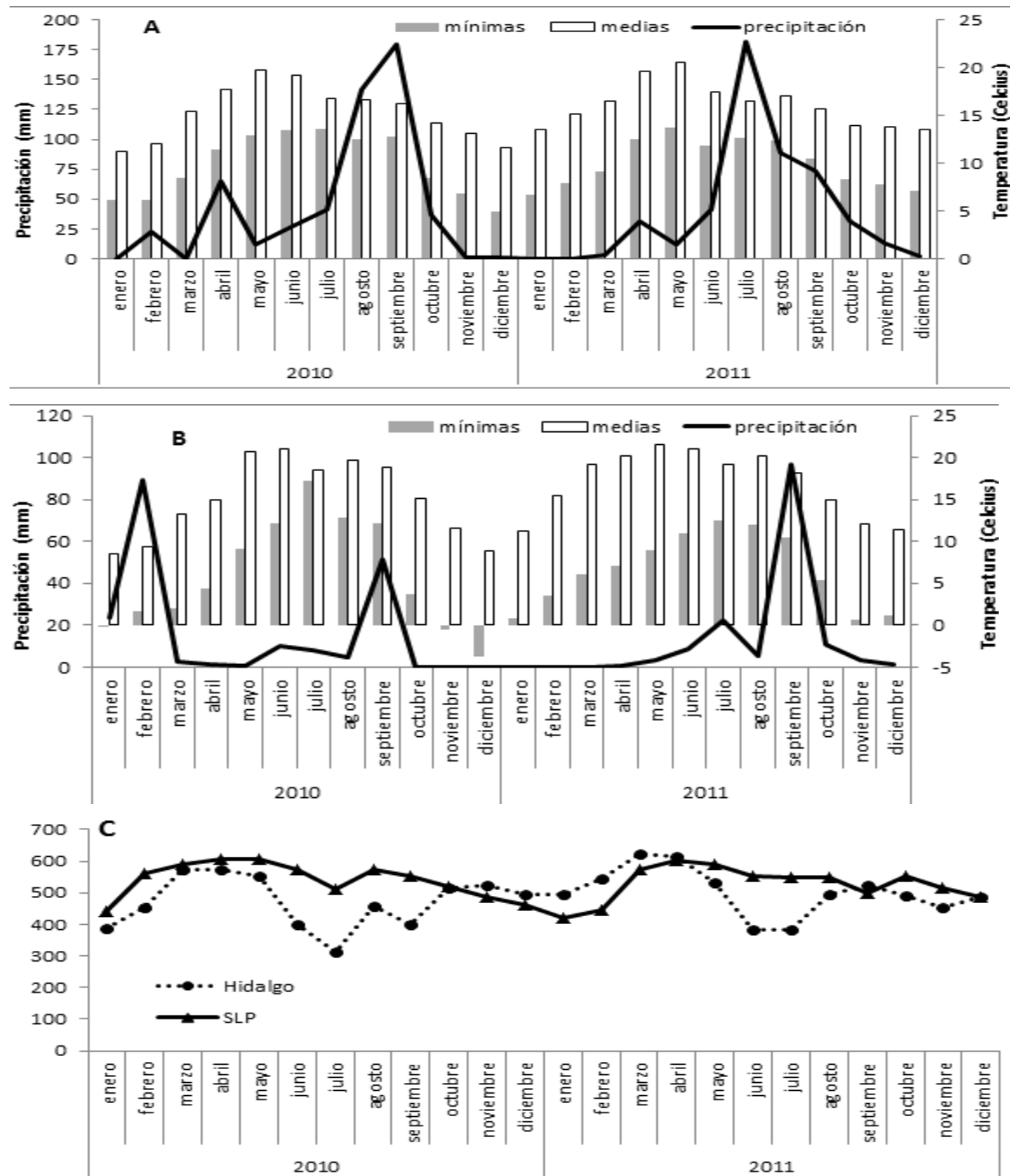
el establecimiento (3 pl m<sup>2</sup>) con *Eragrostis lehmaniana* y *E. curvula*, ya que la mayoría de plantas no sobrevive ambientes adversos por no tener capacidad de almacenar reservas de carbohidratos en raíz y corona para enfrentarlos con reservas adecuadas de nutrientes. En este estudio, mayor grosor de corona, altura de planta y número de vástagos ocurrieron en SLP (Figura 8.1 C), por efecto de mayor radiación solar durante la temporada de crecimiento activo de plántula. En Hidalgo, de julio-octubre de 2010, se registró 1684 w/m<sup>2</sup> y en 2011 1892 w/m<sup>2</sup>, mientras en SLP en 2010 fue 2157 w/m<sup>2</sup> y en 2011 2150 w/m<sup>2</sup> y respecto a lo anterior, Mendoza *et al.* (2010), encontraron en alfalfa mayor crecimiento de plantas en verano debido a mayor radiación. La preparación de la cama de siembra no fue determinante para que la plántula lograra un desarrollo radical vigoroso; sin embargo, mayor PEM y PES se logró al tapar y/o apisonar el suelo para promover la emergencia de plántulas (Jordan, 1970; Cox *et al.*, 1982), debido a que se reducen las fluctuaciones de temperatura del suelo (Evans y Yung, 1987) y se promueve contacto estrecho entre la matriz del suelo y la semilla. La pobre emergencia al sembrar cariósides probablemente sea resultado por depredación por hormigas, aves y pequeños mamíferos (Whitford, 2002).

## 7.7. Conclusiones

Mayor número de plantas emergidas y establecidas ocurrieron en especies nativas e introducidas al sembrar diásporas y éste fue marcadamente superior para especies nativas. Tapar y/o apisonar la semilla a la siembra para la emergencia no fue importante para obtener mayor densidad de plantas, pero influyó la radiación global para obtener mayor altura y grosor de corona. En Hidalgo, la cantidad de plantas emergidas y establecidas fue similar al comparar especies de pasto nativas e introducidas (11 vs. 10; 2 vs 2 pl m<sup>2</sup>), respectivamente; mientras que para SLP fue mayor (9 vs. 4; 2 vs 1 pl m<sup>2</sup>), respectivamente. Las especies introducidas produjeron menor cantidad de vástagos en comparación con especies nativas en PEM (4 vs. 10) y PES (14 vs. 52), pero mostraron mayor altura en PEM (20 vs. 8cm) y PES (31 vs. 26) y similar grosor de corona en PEM (3 vs. 3cm) y mayor en PES (20 vs. 10cm). Se registró una menor emergencia para siembras utilizando cariósides, como resultado de diversos factores como depredación por plagas, insectos y pequeños mamíferos,

como por exposición de éste a la radiación solar intensa y temperaturas elevadas sin su protección natural.

Figura 7.1. Temperaturas máxima, media y precipitación acumulada por semana en Atotonilco El Grande, Hidalgo (A) y Salinas SLP (B), así como radiación global en ambos sitios (C).



## 7.8. Literatura Citada

- Cox, J. R., H. L. Morton, T. N. Johnsen, Jr., G. L. Jordan, S. C. Martin and L. C. Fierro. 1982. Vegetation restoration in the Chihuahuan and Sonoran deserts of North America. Tucson (AZ): USDA Agricultural Research Service. Agricultural Reviews and Manuals No. 28. 37p.
- Cox, J. R. and G. L. Jordan. 1983. Density and production of seeded range grasses in southeastern Arizona (1970-1982). *J Range Manag.* 36: 649-652.
- Cox, J. R., M. H. Martin, F. A. Ibarra-F and H. L. Morton. 1986. Establishment of range grasses on various seedbeds at creosotebush (*Larrea tridentata*) sites in Arizona USA and Chihuahua México. *J Range Manag.* 39: 540-546.
- Esqueda, C. M. H., R. L. Carrillo R., M. Sosa C., A. Melgoza C., M. H. Royo M., J. Jiménez C. 2002. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. *Téc. Pec. Méx.* 42: 459-475.
- Evans, R. A. and J. A. Young. 1987. Seedbed microenvironment, seedling recruitment and plant establishment on rangelands. Proc. of the Symposium "Seed and Seedbed Ecology of Rangelands Plants". Tucson, AR. pp: 212-220.
- Food and Agriculture Organization-International Soil Reference and Information Centre (FAO-UNESCO-ISRIC). 1988. Soil map of the world, revised legends. World Resources Report 60. Rome, Italy. 107 p.
- Qian, Y. L., J. A. Cosenza, S. J. Wilhelm and D. Christensen. 2006. Techniques for Enhancing Saltgrass Seed Germination and Establishment. *Crop Sci.* 46: 2613–2616.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuarias y Forestales (INIFAP). 2008. Rancho experimental La Campana, 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. Libro técnico No 2. México. 213p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1984. Cartas cartográficas del Estado de Hidalgo. 45p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. Cuaderno Municipal de Soledad de Graciano Sánchez, Estado de San Luis Potosí. México. 95p.

- Jordan, G. L. and M. X. Maynard. 1970. The San Simon watershed: revegetation. Prog. Agr. in Arizona. 4: 4-7.
- Larsen, S. U. and B. M. Bybby. 2005. Use of Germination Curves to Describe Variation in Germination Characteristics in Three Turfgrass Species. Crop Sci. 44: 891–899.
- Mendoza, P. S. I., A. Hernández G., J. Pérez P. A. R., Quero C. J. A. Escalante E. J. L. Zaragoza R. y O. Ramírez R. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Revista de Ciencias Pecuarias. 1: 287-296
- Moreno-Gómez, B., García-Moya E., Roscón-Cruz Q. y Aguado-Santa Cruz A. 2012. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua gracilis* (Kunth) lag. ex Griffiths y *Eragrostis curvula* var. Conferta bajo un régimen simulado de lluvia. Revista Fitotecnia Mexicana. 35: 299-308.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1167p.
- Tian, X. A. D. Knapp, K. J. Moore, E. C. Brummer and T. B. Bailey. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern. Crop Sci. 42: 185–189.
- Townsend P. A., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier and D. R. B. Stockwell. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. Nature. 416: 626-629.
- Ward, J. P., S. E. Smith and M. P. McClaran. 2006. Water requirements for emergence of buffel grass (*Pennisetum ciliare*). Weed Sci. 54: 720–725.
- Whitford, W. 2002. Ecology of Desert Systems. Academic Press, San Diego CA. 343p.



## 8. CONCLUSIONES GENERALES

En condiciones de invernadero, se encontró que durante la fase de establecimiento en Banderita, Navajita y Buffel, un mayor tamaño de carióspside es importante para desarrollar parte aérea y raíces. En condiciones de almacenamiento, carióspsides de especies nativas mantenidas con brácteas accesorias del carióspside, mantienen la viabilidad; contrariamente a especies introducidas, pierden en mayor proporción la latencia y los carióspsides chicos de especies evaluadas, tuvieron menor vigor. La germinación mostrada en 16 meses de estudio, indica que las especies nativas e introducidas tuvieron mayor germinación a mayor tamaño de carióspside y fue mayor en comparación a la utilización de diásporas. Se observó mayor emergencia a mayor tamaño de carióspside en siembras de 1-3 cm de profundidad y ésta fue mayor en diásporas en comparación con carióspsides, de manera marcada en nativas y en menor medida en introducidas. En pruebas de envejecimiento acelerado, en Navajita, Buffel y Rhodes mayor germinación se documentó a mayor tamaño de carióspside en los tiempos de estrés evaluados; mientras que, en pasto Banderita, la germinación fue similar para carióspsides medianos y grandes. En condiciones de campo; en nativas, en ambos sitios evaluados, mayor número de plántulas emergidas se observaron cuando se sembró al utilizar diásporas y cubrir la semilla con algún método de tapado no fue relevante, pero la cantidad de plantas establecidas fue baja, tanto para diásporas como carióspsides. En Hidalgo, mayor establecimiento ocurrió en Navajita comparado con Banderita (2.3 vs. 1.8 pl m<sup>2</sup>); sin embargo, en SLP, esta relación fue inversa (0.6 vs. 1.5 pl m<sup>2</sup>). En Hidalgo, Rhodes mostró mayor cantidad de PES en comparación a Buffel (2 vs. 3 pl m<sup>2</sup>) y, en SLP, fue similar (2 vs. 2 pl m<sup>2</sup>). Los pastos introducidos siempre produjeron menor cantidad de vástagos en comparación a especies nativas, pero mostraron mayor altura y similar grosor de corona.