

21  
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ZARAGOZA**

ESTUDIO DE LA GERMINACION Y EL ESTABLECIMIENTO  
DEL ZACATE NAVAJITA, *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) LAG.

**REPORTÉ DE INVESTIGACION DE  
SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
MAIDALI ERIZABETH RAMIREZ CRUZ**

**MARIANA LOPEZ DIAZ**

TRABAJO FINANCIADO POR LA DGAPA MEDIANTE EL  
PROYECTO No. IN.-211494.

DIRECTORA: M EN C MA SOCORRO OHOZCO ALMAZA

MEXICO D. F.

1997



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**Estudio de la germinación y el establecimiento del  
zacate navajita, *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Lag.**

---

---

## AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas deseamos expresar nuestra gratitud a la M. en C. Ma. Socorro Orozco Almanza, por su inagotable paciencia, apoyo, asesoría y estimulación para seguir adelante, así como el haber depositado en nosotros la confianza para realizar el presente trabajo.

Así mismo, agradecemos al M. en C. Armando Cervantes Sandoval, M. en C. Gerardo Cruz Flores y Biól. Genaro Ochoa De la Rosa por la asesoría estadística brindada.

A los miembros del jurado, M. en C. Rosalva García Sánchez, M. en C. Esther M. García Amador, M. en C. Gerardo Cruz Flores y Biól. Carlos Castillejos Cruz, por sus valiosos comentarios y aportaciones que sirvieron para enriquecer este trabajo.

A quienes integran el Laboratorio de Biofísica, especialmente a la Biól. Elvia Fabiola Morales Gómez por su amistad incondicional y apoyo.

De la misma manera agradecemos al Dr. Arcadio Monroy Ata, Biól. Efraín Angeles Cervantes y al Ing. Agrón. Francisco Camacho Morfin por el apoyo y facilidades prestada para la realización de este trabajo.

Finalmente nuestros agradecimientos a aquellas personas, que de una u otra manera contribuyeron y nos impulsaron para dar término a esta tesis.

---

---

## DEDICATORIA

**A Dios quien siempre cubrió con su manto de luz mi camino e hizo posible que ante todo esta meta ahora sea una realidad.**

**Con inmenso cariño y respeto:**

**A mis padres, María Cruz Cruz y Felipe Ramírez Morales, por ser un gran ejemplo de perseverancia, por sus consejos y alentadoras palabras para seguir adelante, además del apoyo constante que me han brindado, gracias por darme la mejor de las herencias, mi profesión, este logro también es de ustedes.**

**A mis hermanos: Marissa, Felipe, Maricruz y Emanuel, porque siempre hemos compartido los buenos y malos momentos en los cuales ha existido un apoyo mutuo, gracias por su cariño.**

**A Mariana y Adriana, por el apoyo incondicional que me siguen brindando, pero sobre todo por su amistad.**

**A todos mis amigos por impulsarme a continuar mi camino a los cuales no nombro por no dejar fuera a alguno.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México, por constituir los firmes cimientos de mi formación.**

**Maidali.**

---

---

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de alcanzar una de mis primeras metas.

A mi madre, Emilia Díaz, por tu apoyo, estímulo, cariño, consejos, desvelos; pero sobre todo por ser mi mejor amiga, y mi ejemplo de lo que es sermujer; muchas gracias.

A mi padre, Porfirio López, por tu paciencia, apoyo; pero sobre todo por ser mi mejor estímulo de superación; gracias.

A mi gran compañera de juegos y alegrías: mi hermana Luclana, gracias por ser uno de los pilares en mi vida.

A mis dos grandes amores: Oscar y Alán.

A toda mi familia, especialmente a mi tío Guillermo, Enrique y Adela; por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis mejores amigos y hermanos: Adriana, Edgar y Octavio. Gracias, por que en ustedes realmente he encontrado lo que es una amistad verdadera.

A todos aquellos que de alguna manera han sido mi ejemplo y estímulo para alcanzar esta meta.

A mi mejor amiga, Maidali, por compartir conmigo lo más valioso: tu cariño y amistad además de ser mi gran apoyo a lo largo de la carrera. Gracias por que me estimulaste a finalizar y ver hecho realidad uno de nuestros anhelos: este trabajo.

---

MARIANA.

---

## I N D I C E

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.- INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
<b>2.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
2.1.- CARACTERISTICAS DE <i>B. gracilis</i> (H.B.K.) Lag.....	4
2.1.1.- Clasificación Taxonómica .....	4
2.1.2.- Descripción .....	4
2.1.3.- Distribución .....	5
2.1.4.- Usos .....	5
2.2.- GERMINACION .....	5
2.3.- ESTABLECIMIENTO .....	6
2.4.- FACTORES QUE AFECTAN EL ESTABLECIMIENTO .....	7
2.4.1.- Morfología de la planta .....	7
2.4.2.- Latencia .....	8
2.4.2.1.- Causas de la latencia .....	9
2.4.2.2.- Importancia de la latencia .....	10
2.4.3.- Peso y tamaño de la semilla .....	10
2.4.4.- Factores ambientales .....	11
2.4.4.1.- Luz .....	11
2.4.4.2.- Temperatura .....	12
2.4.4.3.- Humedad .....	13
2.4.5.- Condiciones para el éxito ene la germinación y el establecimiento.....	14
<b>3.- OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>4.- HIPOTESIS.....</b>	<b>16</b>
<b>5.- METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
5.1.- ADQUSICION DE LAS SEMILLAS.....	17
5.2.- PRUEBAS DE VIABILIDAD.....	17
5.3.- EXPERIMENTO 1.-"EFECTO DE LA PROCEDENCIA, TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y EL TAMAÑO DE CARIOPSIDE EN EL PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION".....	17
5.4.- EXPERIMENTO 2.-"EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIOPSIDE, CONDICION HIDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL ESTABLECIMIENTO POSTEMERGENTE".....	18
<b>6.- RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
6.1.- Viabilidad.....	20

---

---

6.2.- Germinación.....	20
<b>6.3 PRIMER EXPERIMENTO "EFECTO DE LA PROCEDENCIA, TRATAMIENTO PRAGERMINATIVO Y EL TAMAÑO DE CARIOPSIDE EN EL PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION"</b> .....	<b>21</b>
6.3.1.- Resultados generales para los factores procedencia, tamaño de carióspside y tratamiento pragerminativo.....	21
6.3.2.- Interacción doble para los factores número de días para que emerja la radícula, porciento de germinación y período que duró la germinación.....	23
6.3.3.- Interacción triple para las tres variables de respuesta estudiadas.....	25
<b>7.- DISCUSION DE RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
7.1.- Viabilidad.....	29
<b>7.2.- PRIMER EXPERIMENTO " EFECTO DE LA PROCEDENCIA, TRATAMIENTO PRAGERMINATIVO Y EL TAMAÑO DE CARIOPSIDE EN EL PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION"</b> .....	<b>29</b>
7.2.1.- PROCEDENCIA.....	29
7.2.2.- TAMAÑO DE CARIOPSIDE.....	30
7.2.3.- TRATAMIENTO PRAGERMINATIVO.....	30
7.2.4.- Interacción procedencia por tamaño de carióspside.....	31
7.2.5.- Interacción procedencia por tratamiento pragerminativo.....	31
7.2.6.- Interacción tamaño de carióspside por tratamiento pragerminativo.....	32
7.2.7.- Interacción tamaño de carióspside por procedencia por tratamiento pragerminativo.....	32
<b>8.- CONCLUSIONES PRIMER EXPERIMENTO</b> .....	<b>33</b>
<b>9.- RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
<b>9.1.- SEGUNDO EXPERIMENTO "EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIOPSIDE, CONDICION HIDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL CRECIMIENTO POSTEMERGENTE DE <i>B. gracilis</i>"</b> .....	<b>34</b>
9.1.1.- Valores promedio de las variables de respuesta para cada uno de los factores estudiados de manera independiente.....	35
9.1.2.- Valores promedios de las variables de respuesta para la interacción doble color por condición hidrica.....	40
9.1.3.- Valores promedios de las variables de respuesta significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la interacción tamaño de carióspside por condición hidrica....	46
9.1.4.- Valores promedio de las variables de respuesta para la interacción triple color por tamaño de carióspside por condición hidrica.....	46

---

---

<b>10.- DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
10.1.- SEGUNDO EXPERIMENTO "EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIOPSIDE, CONDICION HIDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL CRECIMIENTO POSTEMERGENTE DE <i>B. gracilis</i> ".....	53
<b>11.- CONCLUSIONES SEGUNDO EXPERIMENTO.....</b>	<b>63</b>
<b>12.- SUGERENCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>13.- REFERENCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>14.- APENDICE.....</b>	<b>71</b>

#### INDICE DE CUADROS

1.- Cuadro 1.- Tratamientos pregerminativos utilizados para <i>B. gracilis</i> .....	18
2.- Cuadro 2.- Valores promedio para las tres variables de respuesta con respecto a los factores independientes: procedencia, tamaño de carióspside y tratamientos pregerminativos.....	22
3.- Cuadro 3.- Valores promedio para las interacciones procedencia por tamaño de carióspside, procedencia por tratamiento pregerminativo y tamaño de carióspside por tratamiento pregerminativo.....	24
4.- Cuadro 4.- Valores promedio para la interacción procedencia por tamaño de carióspside por tratamiento pregerminativo para las tres variables de respuesta en <i>B. gracilis</i> .....	26
5.- Cuadro 5.- Valores promedio para trece variables de respuesta con respecto a dos condiciones hídricas, dos tamaños de carióspside y cinco longitudes de onda para <i>B. gracilis</i> .....	35
6.- Cuadro 6.- Valores promedio para la interacción color por condición para las distintas variables de respuesta de <i>B. gracilis</i> . .....	40
7.- Cuadro 7.- Valores promedio para la interacción tamaño de carióspside por condición hídrica para la variable de respuesta número de hojas de <i>B. gracilis</i> .....	46

---

---

8.- Cuadro 8.- Valores promedio para la interacción triple (color por tamaño de carióspside por condición hídrica) para las variables de respuesta significativa ( $p \leq 0.05$ ) en <i>B. gracilis</i> .....	47
--	----

### INDICE DE GRAFICAS.

1.- Gráfica 1.- Viabilidad y germinación de <i>B. gracilis</i> para dos tamaños de carióspside y dos procedencias. ....	20
2.- Gráfica 2.- Curva de germinación acumulada para <i>B. gracilis</i> procedente de San Luis Potosi con tamaño de carióspside de 4mm.....	27
3.- Gráfica 3.- Curva de germinación acumulada para <i>B. gracilis</i> procedente de San Luis Potosi con tamaño de carióspside de 5mm.....	27
4.- Gráfica 4.- Curva de germinación acumulada para <i>B. gracilis</i> procedente de E. E. U. U. con tamaño de carióspside de 4mm.....	28
5.- Gráfica 5.- Curva de germinación acumulada para <i>B. gracilis</i> procedente de E. E. U. U. con tamaño de carióspside de 5mm.....	28
6.- Gráfica 6.- Valores promedio de la longitud radical y la razón raíz/ vástago en relación a la longitud, para el factor color de manera independiente.....	36
7.- Gráfica 7.- Valores promedio de la biomasa radical y porcentaje de sobrevivencia con respecto a el factor color de manera independiente.....	37
8.- Gráfica 8.- Valores promedio de la longitud y de la tasa de crecimiento de la raíz para la interacción color por condición hídrica para <i>B. gracilis</i> .....	41
9.- Gráfica 9.- Valores promedio de la biomasa radical y porcentaje de sobrevivencia para la interacción color por condición hídrica para <i>B. gracilis</i> .....	42
10.- Gráfica 10.- Valores promedio de la razón raíz/ vástago en relación a la longitud para la interacción color por condición hídrica para <i>B. gracilis</i> .....	43

---

---

11.- Gráfica 11.- Valores promedio de la longitud del vástago para la interacción color por tamaño de carióspside por condición hídrica para <i>B gracilis</i> .....	48
12.- Gráfica 12.- Valores promedio de la biomasa radical para la interacción color por tamaño de carióspside por condición hídrica para <i>B gracilis</i> .....	49

#### APENDICE

1.- Figura I.- Histograma de semilla para <i>B. gracilis</i> procedente de EE. U.U. y San Luis Potosí.....	71
2.- Cuadro I.- Longitudes de onda para los diferentes plásticos de colores en el establecimiento postemergente de <i>B. gracilis</i> .....	72
3.- Cuadro II.- Probabilidad de obtener un valor de $F \geq$ al observado en: número de días promedio para que emerja la radícula y porcentaje y periodo que duró la germinación, en relación con la procedencia, tamaño de carióspside y tratamiento pregerninativo ( significancia observada).....	72
4.- Cuadro III.- Probabilidad de obtener un valor de $F \geq$ al observado en diferentes variables de respuesta en relación a los factores: color, tamaño de carióspside y condición hídrica.....	73
5.- Cuadro IV.- Temperaturas promedio registradas bajo los diferentes plásticos de colores.....	73
6.- Cuadro V.- Valores de la media y la desviación estándar para las variables significativas de la interacción color por condición hídrica.....	73
7.- Cuadro VI.- Valores de la media y la desviación estándar para la longitud del vástago y la biomasa radical, en la interacción triple (Color * Tamaño de carióspside * Condición hídrica) en <i>B. gracilis</i> .....	75

---

---

## RESUMEN

Actualmente, la recuperación de la cubierta vegetal en agostaderos áridos y semiáridos a partir de resiembras, presenta severas dificultades, debido al desconocimiento de la biología de sus especies, lo que repercute en grandes pérdidas económicas.

El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto del tamaño cariósida, la procedencia, el tratamiento pregerminativo, la humedad y la longitud de onda; en la germinación y el crecimiento postemergente del zacate navajita *B. gracilis*, nativo de los agostaderos semiáridos y áridos de la República Mexicana. Se realizaron dos experimentos, en el primero se determinó el efecto de dos procedencias (nacional e importada), dos tamaños de cariósida (4 y 5 mm) y 6 tratamientos pregerminativos en la velocidad y el porcentaje de germinación; en el segundo se probó el efecto de los dos tamaños de cariósida, 5 longitudes de onda y dos condiciones hídricas (capacidad de campo y un medio de ésta); el primero de ellos se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio, utilizando una cámara de germinación a 27°C y el segundo se realizó bajo condiciones de vivero a temperaturas ambientales (25-30°C).

Los resultados obtenidos destacaron que la procedencia nativa registró los porcentajes de germinación más altos sin importar el tratamiento pregerminativo; la procedencia introducida, aunque presentó los valores de germinación más bajos, si presentó diferencias en relación al tratamiento pregerminativo, resultando la adición de  $KNO_3$  el mejor en relación a la velocidad de germinación. El tamaño de cariósida no presentó diferencias en relación al factor procedencia. La condición hídrica a capacidad de campo de manera independiente fue mejor para la mayoría de las variables: longitud del vástago, razón raíz/vástago en relación a la longitud y a la biomasa, biomasa del vástago y de la raíz, número de hojas y vástagos y día de emergencia; el tamaño de cariósida fue significativo para la longitud radical, donde el mejor tamaño fue el de 5 mm y para el número de vástagos fue el de 4 mm. La longitud de onda 390-780 nm (transparente) y 650-780 nm (rojo) a capacidad de campo y 560-600 nm (amarillo) a mitad de la capacidad de campo permitieron obtener una mayor longitud de la raíz y del vástago. Por otro lado, la interacción triple que favoreció la longitud y tasa de crecimiento de raíz y vástago, así como la biomasa radical y el porcentaje de sobrevivencia fue la del plástico transparente por la condición hídrica a capacidad de campo por los dos tamaños de cariósida. La interacción longitud de onda del amarillo por capacidad de campo por tamaño de cariósida de 4 mm también favoreció la tasa de crecimiento y la longitud de la raíz pero no la biomasa radical ni el porcentaje de sobrevivencia.

---

## 1.- INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la economía, las áreas cuya cubierta vegetal está dominada por gramíneas, revisten gran importancia, pues constituyen el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario. Los zacatales, ocupan aproximadamente de un 10 a un 12% del territorio mexicano, (Cruz, 1969 y Flores, 1971 citados por Rzendowski, 1994); son particularmente adecuados para la alimentación del ganado y de hecho la mayor parte de la superficie correspondiente a este tipo de vegetación se dedica a tal propósito (Rzendowski, 1994).

Los zacatales junto con los pastizales son importantes por la superficie que ocupan; porque constituyen cuencas hidrográficas; son el hábitat para la fauna silvestre; tienen un valor para la conservación del suelo y retención de humedad y además constituyen una fuente barata de combustible y madera ( Cantú, 1990).

El aprovechamiento de los pastizales y zacatales naturales en México, en la mayor parte de los casos, no es óptimo y en muchos sitios el sobrepastoreo debido a la falta de organización y técnica adecuada no permite obtener el máximo rendimiento. El sobrepastoreo y pisoteo excesivo impide muchas veces el buen desarrollo y la reproducción de las especies más nutritivas y apetecidas por el ganado, lo que propicia el establecimiento de plantas no deseadas (Rzendowski, 1994).

En los pastizales áridos y semiáridos del norte de la República Mexicana son frecuentemente dominantes las especies del género *Bouteloua* y la más común de todas es *B. gracilis* conocida comúnmente como zacate navajita que prevalece en grandes extensiones, sobre todo en sitios donde el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales. Este zacate generalmente emerge rápido y abundantemente a partir de semillas sembradas en suelos cálidos o húmedos, la dificultad de su establecimiento se da en la fase posterior, donde las plántulas mueren de 6 a 10 semanas de edad si las condiciones hídricas del suelo son restrictivas (Hyder *et al.*, 1971).

El principal punto de interés para el éxito en el establecimiento de un zacate es la profundidad a la cual se forman las primeras raíces adventicias. Hyder, *et al.*, (1971), mencionan la existencia de dos formas de crecimiento en las plántulas de los zacates, las cuales se caracterizan por la profundidad a la cual se forman dichas raíces. Una presenta la primera elongación de un entrenudo que se encuentra por debajo del coleóptilo (mesocótilo), que coloca el origen de las raíces adventicias muy cerca de la superficie del suelo. La otra no presenta este entrenudo con capacidad de elongación, pero generalmente presenta un coleóptilo largo que puede elongarse en el hipocótilo, aunque el origen de las raíces adventicias prevalece a la profundidad donde se realiza la siembra. La primera forma recibe el nombre de crecimiento de "TIPO PANICOIDE" y la segunda forma de crecimiento de "TIPO FESTUCOIDE".

---

Hyder *et al.*, (1971) mencionan los intentos de repoblación de zacates naturales con *B. gracilis* y *Agropyron desertorum*, en las cuales se ha obtenido éxito únicamente con la última especie. Las diferencias morfológicas anteriormente descritas explican porque una tiene éxito mientras la otra fracasa. *B. gracilis*, presenta una alta tasa de mortandad durante el establecimiento, debido a que presenta el crecimiento de tipo panicoide, en donde el mesocótilo al elongarse, coloca las raíces adventicias cerca de la superficie del suelo, donde las tasas de desecación son altas, ello promueve la muerte de las plántulas a muy temprana edad, en cambio *A. desertorum*, posee crecimiento festucoide, donde, las raíces adventicias que aseguran el éxito en el establecimiento, se desarrollan a profundidades de suelo mayores donde las condiciones de humedad son más favorables.

El establecimiento es alcanzado solamente por aquellas plántulas que logran germinar y que presentan tasas de elongación radicales iguales o mayores que las tasas de abatimiento de la humedad del suelo (Tapia y Schmutz, 1971; Tadmor y Cohen, 1968; citados por Orozco, 1993), por lo que es necesario determinar el efecto que tienen algunos factores intrínsecos (tamaño de semilla, latencia, etc.) y extrínsecos (factores ambientales y prácticas culturales) de la especie sobre las tasas de elongación radical.

Se han realizado varios estudios sobre el efecto que tiene el tamaño de la cariósida (Carren *et al.*, 1987) y la condición hídrica (Flores, 1994), para contrarrestar la influencia de las características morfológicas presentes en zacates; sin embargo, muy poco se ha trabajado en relación a la luz (Roohi *et al.*, 1990) y la aplicación de tratamientos pregerminativos (Flores, 1994; Rodríguez, 1982) que mejoren la germinación y el establecimiento de este zacate.

El presente estudio se realizó para determinar el efecto de algunos tratamientos pregerminativos en la germinación y establecimiento de *B. gracilis* y por otro lado determinar el efecto de tamaño de cariósida, la luz y la condición hídrica en el establecimiento y crecimiento postemergente de dicha especie.

---

## 2.- ANTECEDENTES.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag. ex Steud.

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica (Jones,1988).

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsidae
Orden	Glumiforales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Clorideae
Género	<i>Bouteloua</i>
Especie	<i>Bouteloua gracilis</i>

Nombre científico	<i>B. gracilis</i> (H.B.K.) Lag ex Steud.
Nombre común	zacate navajita

#### 2.1.2. Descripción.

*B. gracilis* (H. B. K.) Lag. ex Steud, es un zacate nativo de la República Mexicana, perenne cespitoso, muy resistente a la sequía. Se encuentra en asociación con el pasto búfalo (*Buchloe dactyloides*) en las praderas de pastos cortos, en donde se le considera como un elemento importante por su alto valor forrajero (Hughes, *et. al.* 1982).

Posee culmos de 10 a 15 cm de longitud, con 2 a 3 nudos, amacollados o formando césped bajo presión de pastoreo. Tallos erectos de 20 a 50 cm de altura a veces mayores, hojosos en sus bases; limbos planos o ligeramente enrollados, de 1 a 2 mm de ancho, por lo regular dos racimos espigados a veces solo uno, en ocasiones 3, rara vez más de 3, de 2.5 a 5 cm de longitud, divergentes, generalmente curvados; raquiz terminado en un punto, espiguillas en unos 6 mm de largo, raquilla con un mechón de bellos largos bajo la espiguilla rudimentaria; primera gluma angosta, acuminada de 3 mm de largo, la segunda más ancha, acuminada de 4 mm de largo, barbada en la base, con pelos largos en ambas caras de la nervadura media, los márgenes con silios cortos y el ápice ligeramente lobulado, con aristas delgadas, más o menos extendidos hasta el ápice de la lema fértil. A veces llegan a desarrollar 1 o 2 rudimentos adicionales, anchos y sin arista (Hernández, 1987; Beetzle, 1987).

---

### 2.1.3. Distribución.

El zacate navajita se presenta en poblaciones densas y casi puras, o como componente dominante o subordinado de muchas de las fases del pastizal de "navajita" que deriva su nombre precisamente de esta especie. En las llanuras o declives con clima templado semiárido, se presenta como un elemento importante en la vegetación encino-enebro, de encino, de encino-pino y aún de pino; ocupa los suelos profundos de deposiciones aluviales a cólicos, con textura que varía desde la arenosa con grava hasta la arcillosa, principalmente con un pII 6.5 a 8.0, invade incluso las áreas con valores de hasta 9.0 con subsuelo impermeable (Hernández, 1987).

En México de acuerdo con la cita de varios autores ( Muller, 1947; Gentry, 1957; Hernández y Martínez, 1961; citados por Flores, 1994). *B. gracilis* se localiza en la parte central de Chihuahua y alrededores de la sierra y mesetas de Coahuila, de donde se extiende en forma de un cinturón continuo de amplitud variable hacia el sur a través de Durango y Zacatecas hasta Aguascalientes y norte de Jalisco.

Beetle (1987), la describe en praderas y lugares abiertos: Manitoba y Canadá hacia el sur de Texas y sur de California.

### 2.1.4. Usos.

Este zacate representa la especie forrajera más importante de los extensos pastizales nativos de la región árida y semiárida del país. Tiende a aumentar bajo pastoreo moderado y al secarse en pie conserva gran parte de su valor nutritivo. El pasto navajita se utiliza generalmente para pastoreo directo, sin embargo, puede cultivarse para cosecharse en pacas de heno al inicio de la floración o bien para la producción de semillas cuando esta se encuentra madura (Contreras, 1979; citado por Flores, 1994). *B. gracilis* se aprovecha principalmente durante la época de las lluvias y en los meses iniciales del período seco invernal (Hernández, 1987).

## 2.2 GERMINACIÓN.

Copeland en 1976, reporta que la germinación es la reanudación del crecimiento del embrión y la posterior emergencia de la planta joven. Khan (1980), define la germinación como la capacidad de un embrión para reanudar su crecimiento. De acuerdo a Hartman y Kester (1995), se define la germinación de una semilla como la reanudación del crecimiento activo del embrión que resulta de la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva plántula capaz de existencia independiente, la cual comprende una secuencia de cambios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos. Morfológicamente la germinación es la transformación de un embrión a plántula; fisiológicamente, es la reanudación del metabolismo y crecimiento, el cual fue anteriormente reducido o suspendido y la conexión

---

de la transcripción de nuevas proporciones del programa genético; bioquímicamente es la diferencia secuencial de las sendas oxidativas y sintéticas y la restauración de las sendas bioquímicas típicas del crecimiento vegetativo y desarrollo (Jann y Amen, 1977).

Coukos (1944) citado por Cole *et al.*, 1974 reportó que la germinación de las semillas de *B. curtipendula* es influenciada por la latencia, la temperatura, la presencia de inhibidores de la germinación, e interacciones entre las condiciones y el tiempo de almacenamiento.

Flores (1994) menciona que *B. gracilis* presenta un mayor porcentaje de germinación cuando las semillas son sumergidas en agua durante 24 horas y posteriormente colocadas a una temperatura de 30° C. Comparativamente, encontró que las semillas que fueron solamente sumergidas en agua producen la segunda mejor respuesta, este resultado afirma que las semillas requieren de humedad permanente, probablemente para disolver inhibidores.

### 2.3 ESTABLECIMIENTO.

El establecimiento exitoso de los zacates perennes, a partir de semillas en las zonas áridas y semiáridas, es un problema significativo, que esta limitado por los factores primarios: humedad, propiedades del suelo y morfología de las plántulas (Hyder, *et al.*, 1971; Vander S. Hyder, 1974 y Wilson *et al.*, 1979).

Actualmente se manejan diversos vocablos para definir establecimiento en función de los objetivos de la investigación. Algunas definiciones son de uso común y son aceptadas como válidas, entre estas se pueden citar las siguientes:

Mckell (1972) menciona que el establecimiento de una nueva plántula empieza con la activación del embrión y otras partes de la semilla, la etapa de la plántula precede a la etapa de rápido crecimiento (fase exponencial) y finalmente se alcanza la madurez de la planta ya establecida. El mismo autor considera que el establecimiento de una planta no ocurre hasta que la misma ha desarrollado un sistema radical adecuado y un índice de área foliar capaz de proporcionar una alta tasa de crecimiento. Este es el criterio que se utilizará en este estudio.

Evans (1976), define el establecimiento de una pradera como el periodo comprendido entre la siembra y el desarrollo temprano de la plántula. Comprende cuatro fases: siembra, germinación, emergencia y crecimiento postemergente; los factores climáticos, edáficos y bióticos afectan a cada etapa del proceso de establecimiento.

Whalley y Mckell (1976) reconocen tres fases durante el establecimiento: 1) la etapa heterotrófica que ocurre desde la imbebibición de la semilla hasta la iniciación de la fotosíntesis; 2) la etapa de transición, durante la cual la plántula obtiene compuestos orgánicos complejos tanto de la fotosíntesis como de los remanentes del endospermo, y 3) la etapa autotrófica que ocurre a partir de que la plántula ha agotado las reservas del endospermo y es completamente dependiente de sus fotosintatos.

---

Una planta está establecida cuando posee su primera hoja verdadera; o un año después, a partir de la siembra, o cuando a sobrevivido a los efectos de un periodo crítico (heladas, sequías, etc.), (Ortiz, 1977).

## 2.4 FACTORES QUE AFECTAN EL ESTABLECIMIENTO.

### 2.4.1 Morfología de la planta

La germinación de la semilla de un zacate conleva inicialmente al desarrollo de una raíz seminal, posteriormente, pero en etapas tempranas del desarrollo de la plántula, se desarrollan raíces adventicias en la parte inferior del eje de los brotes (Hyder *et al.*, 1971). En muchas de las especies, las plantas maduras presentan un sistema radical constituido casi en su totalidad por raíces adventicias (Robbinson *et al.*, 1988). Por lo tanto la sobrevivencia de las plántulas de gramíneas depende de su capacidad para desarrollar este tipo de raíces (Sims *et al.*, 1973; Cruz, 1992).

Las plántulas de *B. gracilis*, presentan como ya se mencionó un crecimiento de tipo panicoides, que es caracterizado por la elongación del mesocótilo localizado entre el punto de emergencia de la raíz primaria y el punto de desarrollo de los brotes. En esta especie las raíces adventicias no se desarrollan a la profundidad de siembra sino en un punto más elevado y más seco, que corresponde a la superficie del suelo y por lo tanto están sometidas a un mayor estrés hídrico. Además, presentan una sola raíz seminal que se ve fuertemente afectada por la desecación de la capa superficial del suelo, si la raíz seminal se muere antes de que las raíces adventicias se desarrollen, la plántula no sobrevivirá (Hyder *et al.*, 1971). Esta situación constituye el principal problema en las tareas de resiembra de esta especie, por lo que el conocimiento de los requerimientos de micrositio de las especies a reintroducir en una zona de agostadero, adquiere una mayor relevancia (Carren *et al.*, 1987 a y b).

Como resultado de su desarrollo morfológico, *B. gracilis* presenta serias dificultades para establecerse a partir de la semilla (Wilson y Briske, 1976). Diferentes alternativas se han ensayado para lograr un incremento en el porcentaje de establecimiento de esta especie entre los que se encuentran, el mejoramiento genético para obtener mayores tamaños de semilla (Carren *et al.*, 1987 a) y el tratamiento hormonal para reducir el intervalo de tiempo entre la emergencia de la raíz seminal y el desarrollo de raíces adventicias (Roohi *et al.*, 1991; citado por Cruz, 1992). No obstante en vista de la característica de desarrollar raíces adventicias en la superficie del suelo y dadas las condiciones prevalecientes en los agostaderos semiáridos y áridos, sus posibilidades de reintroducirla en los lugares en los que ha sido sobreexplotada aún son limitadas (Carren *et al.*, 1987 b).

---

#### 2.4.2 Latencia.

Se esperaría que la semilla viable y madura germine cuando se le administra agua y conjuntamente con el resto de condiciones favorables para que se lleve a cabo el proceso, sin embargo, en diversas especies es frecuente la falta de germinación bajo las condiciones descritas, pues existen mecanismos resultantes del proceso evolutivo, que regulan la germinación y están asociados con la supervivencia de dicha especie (Rodríguez, 1982). Estos mecanismos son conocidos genéricamente como latencia. La latencia es un mecanismo de primordial importancia, en las regiones áridas o frías, donde las condiciones ambientales pueden ser desfavorables para el establecimiento de las plántulas, inmediatamente después de la dispersión de las semillas (Hartman y Kester, 1995).

Bonner (1967), menciona que la latencia representa la imposibilidad de que los órganos vegetales como las semillas y las yemas, se desarrollen bajo condiciones externas que, normalmente, serían favorables para ello.

Según Amen (1968); la latencia de las semillas puede dividirse en cuatro fases de desarrollo relativamente claras: a) la inducción, que se caracteriza por una disminución notable de los niveles hormonales; b) el mantenimiento, un período de detención metabólica parcial; c) el desencadenamiento, una época en que las semillas son especialmente sensibles a las condiciones ambientales y d) la germinación, que se caracteriza por un aumento de la actividad hormonal y enzimática, seguido del crecimiento del eje embrionario latente.

Scagel *et al.* (1987), llama latencia al estado fisiológico durante el cual el embrión de una semilla no crece ni germina, aún cuando las condiciones ambientales sean favorables para la germinación.

Orozco-Segovia (1991), define latencia como el estado de reducción del desarrollo de la semilla en el cual la acción de algún mecanismo químico, metabólico o estructural impide su germinación.

Hartman y Kester (1995), consideran la latencia, en un sentido fisiológico amplio, como "un aspecto de la cesación del crecimiento de cualquier parte de la planta, caracterizado por una detención metabólica parcial, con su iniciación y terminación bajo control hormonal endógeno.

La latencia es, pues, una propiedad intrínseca que posee un gran valor para la supervivencia de la planta, ya que los distintos mecanismos de latencia tienden a que los períodos de crecimiento activo solo tengan lugar en circunstancias favorables, impidiéndolo cuando estas circunstancias no lo sean tanto (Bonner, 1967). No puede considerarse a la latencia como un factor negativo ya que es clasificado como un fenómeno evolutivo de la semilla, para sobrevivir y adaptarse a condiciones adversas del medio (Delouche, 1964; citado por Aquino *et al.*, 1987).

---

#### 2.4.2.1 Causas que inducen la latencia.

El crecimiento vegetal puede detenerse por condiciones externas, como la temperatura o el suministro desfavorable de agua o bien, por factores internos como la viabilidad de la semilla, la presencia de embriones rudimentarios, etc., que impiden el crecimiento aún cuando las condiciones ambientales sean favorables. Cuando el crecimiento se detiene porque los factores ambientales no son favorables al reposo se le denomina quiescencia y se encuentra bajo control exógeno; cuando se encuentra bajo control endógeno se llama latencia (Dennis y Edgerton, 1961; Weaver, 1982).

El hecho de que las semillas aparentemente maduras no germinen puede deberse a un factor o a una combinación de factores. Las causas principales de latencia de la semilla son:

- a) Embriones rudimentarios: las plantas con embriones rudimentarios producen semillas cuyos embriones son apenas algo más que un proembrión embebido en un endospermo en la época de maduración del fruto (como en la magnolia) (Hartman y Kester, 1995).
- b) Embriones fisiológicamente inmaduros: algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que puede alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación (Hartman y Kester, 1995).
- c) Cubiertas impermeables de las semillas: la cubierta de las semillas de algunas especies es tan dura e impermeable que con frecuencia es la causa principal de latencia y estas cubiertas pueden ser impermeables al agua y a gases; la impermeabilidad a los gases es el principal mecanismo de latencia de gramíneas y algunas compuestas (Delouche, 1964; citado por Aquino *et al.*, 1987).
- d) Presencia de inhibidores de la germinación, estas son sustancias químicas específicas que se localizan en los tegumentos y se producen durante el desarrollo del fruto y de la semilla, acumulándose generalmente en el fruto, en el embrión y la cubierta de la semilla. Algunas semillas contienen una sustancia inhibidora (compuestos nitrogenados) que no solo retrasan la germinación sino que causan la decoloración y a veces la muerte de la raíz primaria (Hartman y Kester, 1995).

Rodríguez (1982), destaca la importancia de estos inhibidores para la sobrevivencia de las especies propias de zonas áridas, pues al ser necesario que sean lixiviados por las lluvias con suficiente intensidad y duración, se asegura así la sobrevivencia de la plántula.

---

#### 2.4.2.2. Importancia de la latencia.

Independientemente de cual sea el mecanismo que determine la latencia, esta última es importante por varios motivos. A) permite que una semilla sobreviva en condiciones adversas. B) impide la germinación de la semilla hasta que las condiciones favorables hayan persistido durante un tiempo suficiente como para asegurar como mínimo cierta supervivencia de las plántulas. C) impide la germinación de las semillas durante el tiempo de dispersión. D) ayuda a mantener una población asegurando que no todas las semillas de una especie germinen en un año, con lo que puedan ser eliminadas por una catástrofe común.

La ruptura de la latencia puede requerir: 1) un período de temperatura fría; 2) un período de temperatura fría y un período de temperatura caliente; 3) putrefacción u otros medios que eliminen la cubierta seminal o 4) la eliminación de los inhibidores del crecimiento (Scagel *et al.*, 1987).

Es importante señalar que en *Bouteloua gracilis* no se ha detectado el factor que determina la latencia como tal, pero se han aplicado tratamientos pregerminativos, como escarificación mecánica con lija, remojo en agua durante 24 hrs (Flores, 1994) colocación de las semillas en una germinadora a 27 °C, lavar a chorro de agua durante media hora (Rodríguez, 1982) y se ha visto que la germinación mejora.

#### 2.4.3. Peso y tamaño de la semilla.

El tamaño de la semilla tiene mucha influencia en la profundidad de siembra y es un factor que afecta directamente el vigor vegetal (Alsina, 1976). El tamaño de la semilla debe ser tomado en cuenta al sembrar y se debe tener cuidado en no colocarla en el suelo a una profundidad que exceda su capacidad de emergencia (Delorit y Ahlgrem, 1982). Una regla general señala que la profundidad de siembra puede ser de tres o cuatro veces el diámetro de la semilla sin embargo, esta debe depositarse en las capas húmedas del suelo (Gonde *et al.*; 1965).

McKell (1972), encontró una correlación positiva entre el tamaño de la semilla y el vigor de la plántula en la fase temprana de crecimiento, pero esta correlación fue menos marcada conforme el crecimiento procedió. Bajo condiciones de campo, el tamaño del endospermo es un factor importante en la determinación del potencial de establecimiento de una especie.

Se puede decir, que las plantas de semillas grandes se siembran más profundamente que las de semillas pequeñas, por ejemplo, el maíz más profundo que el trigo (Stephen y Carter, 1976).

Los trabajos de Carren, *et al.*, (1987 b), demuestran la influencia que tiene el peso de la carióspside en *B. gracilis* a mayores tamaños de carióspside mayores porcentajes de emergencia y esta relación se conserva aún cuando se incrementa la profundidad de siembra.

---

#### 2.4.4. Factores ambientales.

La germinación de las semillas en su hábitat natural depende de una serie de factores ambientales dentro de los cuales la luz, temperatura y humedad son fundamentales.

##### a) Luz.

En el suelo, la penetración de la luz depende de la longitud de onda. En general la germinación de muchas semillas se ve afectada por la luz. La germinación se presenta en aquellas semillas situadas a una profundidad tal que permite emerger a las plántulas donde la provisión de la humedad no sea limitante (Hartman y Kester, 1995).

La luz es uno de los elementos más importantes en el crecimiento de las plántulas. En los primeros estadios de la germinación, la plántula utiliza la provisión de reservas de la semilla. Una vez que la plántula ya ha formado un sistema aéreo su crecimiento dependerá de la producción de carbohidratos y otros materiales que obtiene de la fotosíntesis, además la luz de intensidad relativamente alta produce plantas macizas y vigorosas; sin embargo, para ciertas plantas la exposición a la luz no promueve su germinación sino que lo inhibe (Hartman y Kester, 1995).

Las semillas de muchas plantas germinarán en la luz o en la obscuridad. La germinación de algunas semillas incluyendo las de vellorita (*Primula spectabilis*) se favorece con la luz, mientras que la germinación de otras semillas como las del tomate (*Lycopersicon esculentum*) y las del estramonio (*Datura* spp.) se retarda con la luz. Por otro lado, las semillas de muchas especies incluyendo algunas variedades de tabaco y lechuga, *Lepidium*, *Lobelina*, *Verbasco* y *Primula abconica* no germinarán a menos que hayan estado expuestas, solo brevemente, a la luz después de que han embebido agua (Greulach y Adams, 1990).

Smith y Morgan (1981) menciona que al presentarse alteraciones en la proporción del espectro de luz rojo/infrarrojo se provocan cambios en el desarrollo morfológico de las plantas; las cuales incluyen extensión del tallo, extensión del peciolo, disminución de la extensión de la hoja y cambios en el contenido de pigmentos.

Cathey y Campell referidos por Christiansen y Lewis (1987) también mencionan que al presentarse variaciones en la cantidad de luz roja/rojo extrema se presentan modificaciones en el crecimiento, la coloración y ramificación de las plantas.

Leopold (1995) comenta también que cultivos de hortalizas tratados con luz roja producen mayor cantidad de materia seca, que con luz azul, al igual que favorece una mayor producción de carbohidratos.

Tromp (1993), reporta que la aplicación de la luz roja/rojo extremo favorece la dominancia apical para muchas especies de plantas.

---

Con respecto al zacate navajita, no se han encontrado estudios en relación a si su semilla es fotoblástica o no. Generalmente, las semillas con sistemas enzimáticos activos son fotoblásticas (es decir, presentan un requerimiento de luz). Experimentalmente, se ha descubierto que las fluctuaciones de temperatura y ciertos reguladores del crecimiento pueden compensar o contrarrestar el requerimiento de luz (por ejemplo, la giberelina o la tiourea pueden remplazarla en el caso de las semillas de lechuga). El requisito de luz puede desaparecer durante la post-maduración, o la semilla puede volverse fotoblástica mediante la adición de cumarina; sin embargo, para Roohi *et al.*, (1990) las semillas de *B. gracilis* deben sembrarse cerca de la superficie del suelo para que sean expuestas a la luz hasta que las plántulas emergidas de estas hayan cumplido la etapa de las tres hojas, ya que antes de este periodo si la planta se mantiene en oscuridad las raíces adventicias no se formaran y las altas tasas de desecación en el suelo ocasionan la muerte de la plántula.

En *B. gracilis* y para los zacates en general no se tienen antecedentes bibliográficos en relación al efecto de la luz, de ahí la importancia de estudiar su efecto sobre la germinación y crecimiento postemergente para favorecer su establecimiento.

#### **b) Temperatura.**

La temperatura es otro de los factores de mayor importancia para la germinación de la semilla y el crecimiento de la plántulas. Koller (1972) y Mayer y Poljakoff - Mayber (1975); citados por Rodríguez, 1982, mencionan que existe un límite máximo y mínimo de temperatura para la germinación de las semillas, y que también puede haber una relación entre la germinación y las fluctuaciones estacionales de la temperatura. Como ocurre en general con los fenómenos biológicos, en particular para la germinación de cada especie existe una temperatura mínima, una óptima y una máxima.

Sabo *et al.*, (1979) encontraron temperaturas óptimas constantes de germinación en *B. gracilis* entre 16°C y 37° C, y óptimas alternantes de 27 °C a 37 °C durante 8 horas, y de 35 °C a 37 °C durante 16 horas, durante dos días; y una germinación excelente ( sobre el 80%) en un rango de temperaturas alternadas de 20 a 37 °C ( 8 horas) y de 12 °C a 16 °C (16 horas) requiriendo de cuatro a seis días. Temperaturas constantes de 16° ,27° y 37 °C dieron como resultado un 100% de germinación bajo lapsos de 6, 2.4 y 2 días respectivamente.

Kripe (1967) obtuvo que *B. gracilis* germina extremadamente bien en temperaturas constantes que van de 15.5° a 32.5 °C y en temperaturas alternantes el rango se extiende a 35 °C. Es importante mencionar que estas temperaturas corresponden a las del ambiente y no a las del sustrato.

---

### c) Humedad.

La humedad es un factor ambiental que determina la profundidad de siembra, en climas húmedos está disminuye; mientras que para climas secos y cálidos la profundidad de siembra aumenta debido a que en estas regiones se puede perder la humedad de las capas superficiales (Alsina, 1976).

El agua es uno de los factores más importantes e imprescindibles en el desarrollo de una planta, no solo como componente estructural del mismo organismo, sino también como inductor de los procesos de germinación y crecimiento (Deming, 1979). Las plantas absorben del suelo el agua necesaria para su desarrollo; proceso que se lleva a cabo mediante el sistema de raíces. De esta manera, el agua disponible que puede aprovecharse se encuentra estrechamente relacionada con la reserva hídrica en el suelo.

Greulach y Adams (1990) mencionan que a mayor disponibilidad hídrica, los tejidos vegetales tienden a ser más turgentes y de esta manera la disminución de agua disponible en el suelo ocasiona la reducción en la superficie total de la planta; lo que puede llevar a un estrés hídrico en donde las plantas presentan alteraciones en su estado fenotípico, como la reducción de área foliar, completa eliminación de hojas, mayor proporción de tejido mecánico, estructura interna compacta, aumento de haces vasculares y aumento relativo del sistema radical entre otros.

Las condiciones subóptimas de humedad del suelo, determinadas por prolongados períodos de sequía seguidos por cortos períodos de humedad, constituyen un reto para las especies que crecen en ambientes semiáridos. Por lo tanto, la capacidad de *B. gracilis* para producir nuevas raíces superficiales después de un evento de lluvia, incrementa las posibilidades de sobrevivencia para la planta. Se ha encontrado que *B. gracilis* después de sembrada requiere de 2 a 4 días de suelo húmedo para que la semilla pueda germinar y se inicie el crecimiento de raíces. Así mismo, se requiere de un período húmedo adicional de dos a ocho semanas para asegurar el establecimiento de la planta (Cruz, 1992).

Flores (1994) menciona que *B. gracilis* presenta una alta eficiencia en el uso del agua ante una mayor disponibilidad de la misma en el suelo y la planta, tiende a aumentar esta eficiencia al producir mayor cantidad de biomasa seca por kilogramo de agua aportados en los rangos experimentales aplicados: cuatro tratamientos hídricos (90 mm, 180 mm, 360 mm y 450 mm) y dos aportes iniciales (20 y 40 mm). Siendo el de 450 mm y 40 mm iniciales el que registra mayor cantidad de agua en las plantas y el límite mínimo de aporte hídrico el de 40 mm iniciales y 180 mm.

---

### **2.4.5. Condiciones para el éxito en el establecimiento.**

Las condiciones para el éxito, en el establecimiento de las plántulas son tres:

- 1.- Plántulas vigorosas (adaptadas).
- 2.- Competencia reducida.
- 3.- Ambientes favorables.

No es necesario que se cumplan las tres condiciones ya que dependerá del ambiente y de las posibilidades para modificarlo.

De acuerdo a Noble (1986), el establecimiento exitoso de una especie requiere de una fuente segura de semilla, la colocación de la semilla en microsítios favorables, humedad adecuada para estimular la germinación, precipitación suficiente que favorezca el establecimiento vegetal, bajo apacentamiento ligero y ausencia de competencia.

---

### 3.- OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

- Determinar el efecto de algunos tratamientos pregerminativos, de el tamaño de la carióspside y de la procedencia, en la germinación del zacate navajita.
- Determinar el efecto del tamaño de la carióspside, la luz y la condición hídrica en el establecimiento y crecimiento postemergente del zacate navajita.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de dos procedencias en el porcentaje y velocidad de germinación de *Bouteloua gracilis*.
- Determinar el efecto de seis tratamientos pregerminativos en el porcentaje y velocidad de germinación de *B. gracilis*.
- Determinar el efecto de dos tamaños de carióspside en la viabilidad y la germinación de *B. gracilis*.
- Determinar el efecto de los dos tamaños de carióspside en el establecimiento y crecimiento postemergente de *B. gracilis* por medio de la razón raíz / vástago.
- Determinar el efecto de cinco longitudes de onda de luz en el establecimiento y crecimiento postemergente de *B. gracilis* por medio de la razón raíz / vástago.
- Determinar el efecto de dos condiciones hídricas en el establecimiento y crecimiento postemergente de *B. gracilis* por medio de la razón raíz/vástago.

---

## 4.-HIPOTESIS

### GERMINACION

A) Debido a que las semillas de *B. gracilis* presentan porcentajes de germinación muy bajos y porcentajes de viabilidad moderadamente altos (Rodríguez, 1982), la aplicación de algunos tratamientos pregerminativos incrementaran la germinación, probablemente entre ellos, los mejores resultados se tengan con el remojo en agua-24 horas y la aplicación de nitrato de potasio (0.2%) considerando la naturaleza y las características morfológicas de la especie.

B) El tamaño de cariósipide favorece el porciento de emergencia al contrarrestar el efecto de la profundidad de siembra, por lo que tamaños y pesos mayores de esta estructura favorecerán también el porcentaje de germinación.

C) Las características del desarrollo de la planta están influenciadas por el ambiente que las rodea, de tal manera, que la procedencia de las mismas es importante, así como el período de almacenamiento de sus semillas; reflejado en la viabilidad, por lo que la semilla de reciente colecta (Nacional) presentará mayor porcentaje de viabilidad y germinación.

### ESTABLECIMIENTO Y CRECIMIENTO POSTEMERGENTE.

A) La luz es un factor importante para la germinación de las semillas de algunas especies vegetales y para sus diferentes etapas de desarrollo. Dependiendo de la longitud de onda de luz que llegue a las semillas o plantas se verá el efecto en la fisiología de éstas. La longitud de onda del rojo propicia plantas zancoas y la de la luz azul gruesas y robustas (Hartman y Kester, 1995); al utilizar longitudes de onda intermedias (amarillo 560-600 nm) se favorecerá el desarrollo de algunas características morfológicas tales como: raíz, tallo, número y longitud de hojas e inflorescencias.

B) La humedad es un factor importante para el desarrollo de las plantas, la modificación de esta en cuanto a disponibilidad en el suelo puede conllevar a cambios morfológicos y fisiológicos; por lo que a una mayor disponibilidad de ésta en el suelo se vera reflejado en una mayor biomasa vegetal.

C) La combinación del tratamiento pregerminativo (remojo en agua-24 horas y la aplicación de  $\text{KNO}_3$  0.2%), el tamaño de la cariósipide (de 5 mm), la condición hídrica (capacidad de campo) y la longitud de onda de 390 a 780 nm e intermedia (560 a 600 nm) favorecerán no solo la germinación sino también el establecimiento de *B. gracilis* reflejado en plántulas con un mayor vigor (número de hojas, longitud y peso de raíces y número de inflorescencia).

---

## 5.- METODOS

Para la realización de este trabajo se realizaron dos experimentos completamente independientes: a) Efecto del tratamiento pregerminativo en el por ciento y velocidad de germinación y b) efecto del tamaño de cariósido, condición hidrica y longitud de onda en el establecimiento postemergente.

Previo a los dos experimentos se realizaron las siguientes actividades:

### 5.1.- ADQUISICION DE LAS SEMILLAS.

Se compró un lote de semillas de la especie (1 kilogramo) en una casa comercial (semilla importada de Estados Unidos) y otro lote se obtuvo en el CENID - COMEF (Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales), cuya procedencia fué del Estado de San Luis Potosí.

### 5.2. PRUEBAS DE VIABILIDAD.

Se tomaron 20 semillas de cada procedencia (nacional e importada) y por tamaño de cariósido ( 4 y 5 mm, Figura 1 del apéndice) las cuales se colocaron en vasos de precipitados de 50 ml, en una solución acuosa de cloruro de tetrazolio al 1%. Bajo el estereoscopio se hizo el recuento de semillas teñidas para determinar el % de viabilidad (Hartman y Kester, 1995). Los resultados se analizaron en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2 X 2 con 4 repeticiones.

### 5.3.- EXPERIMENTO 1.- "EFECTO DE LA PROCEDENCIA, TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y EL TAMAÑO DE CARIOPSIDE EN EL PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION."

Se probaron 6 tratamientos pregerminativos (Hartman y Kester, 1995) (Cuadro 1). En cada tratamiento pregerminativo se utilizaron lotes de semillas constituidas por las dos procedencias y dos tamaños de cariósido (4 y 5 mm). Se colocaron 100 semillas por tratamiento en cajas petri con papel filtro humedecido, ( las semillas tratadas con  $KNO_3$  se humedecieron con este solo la primera vez y posteriormente con agua ); se evaluaron, diariamente por ciento y velocidad de germinación durante 8 días (Hartman y Kester, 1995).

El diseño experimental utilizado fué completamente al azar en un arreglo factorial 2 X 2 X 6 y 4 repeticiones (Gómez, 1983), además de un ANOVA, el paquete estadístico fué el SAS.

CUADRO 1. Tratamientos pregerminativos utilizados para *B. gracilis*.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.
1. Testigo
2. KNO <sub>3</sub> , al 0.2%.
3. Lavado con agua a 45°C por 10 minutos.
4. Remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.
5. Preenfriamiento durante 5 días a 5°C
6. Preenfriamiento durante 5 días a 5°C más 4 días de secado a 20°C.

#### 5.4. EXPERIMENTO 2.- "EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIOPSIDE, CONDICION HIDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL ESTABLECIMIENTO POSTEMERGENTE."

Se trabajó con la procedencia nacional (por presentar los mayores porcentajes de germinación), los dos tamaños de cariósido antes mencionados, 2 regimenes hídricos (capacidad de campo y la mitad de esta) y 5 intervalos de longitudes de onda: a) 430-470 nm (azul); b) 560-600 nm (amarillo); c) 650-780 nm (rojo); d) 390-780 nm (visible); (Maroto, 1989; Morales, 1995) y e) obscuridad; por lo que se utilizaron plásticos de colores (Cuadro 1 del apéndice).

Este experimento se realizó durante los meses de junio- noviembre bajo condiciones de vivero. Se utilizaron vasos de acrílico de 1000 gr. como unidades experimentales (u.e.), los cuales se llenaron con suelo (tamizado y esterilizado) nativo de un agostadero semiárido del estado de Hidalgo donde actualmente se encuentra distribuida la especie. Estas u.e., se dividieron en dos lotes, uno se mantuvo a capacidad de campo y el otro a la mitad de ésta. Posteriormente se procedió a la siembra, para lo cual se utilizaron semillas tratadas con el preenfriamiento durante 5 días a 5°C, el cual presentó los mejores valores de por ciento y velocidad de germinación en el primer experimento; colocando el número de semillas necesarias para tener 5 plántulas vivas por u.e., pegándolas a la pared del vaso a 1 cm. de profundidad (Orozco, 1993), y se cubrieron con papel aluminio para evitar que la luz dañara a las raíces. Los tratamientos se colocaron al azar en camas del vivero y se cubrieron con el plástico (calibre 160) del color correspondiente a cada longitud de onda.

Al inicio del experimento se midió por ciento y velocidad de emergencia y semanalmente longitud de la raíz, longitud del vástago, número de hojas, número de vástagos y número de inflorescencias, a los 150 días después de la siembra se cosechó el material y se midió longitud y peso de la raíz y longitud y peso de la parte aérea (hojas más vástago más inflorescencia). Se realizaron análisis de regresión para calcular las tasas de

---

crecimiento de raíz y vástago. Donde las variables dependientes fueron la longitud de la raíz y del vástago y las independientes el tiempo.

El diseño experimental fué completamente al azar en un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 5$  con 4 repeticiones, además de un ANOVA ; el paquete estadístico utilizado fue SAS.

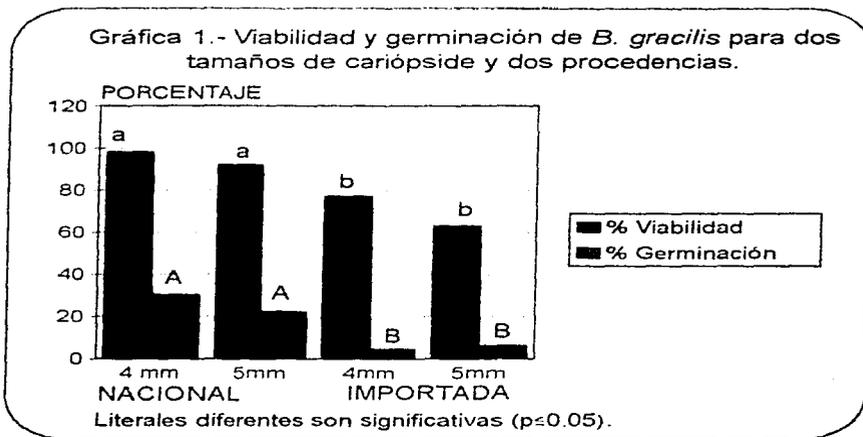
## 6.- RESULTADOS

### 6.1. VIABILIDAD

El porcentaje de viabilidad presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en relación a las procedencias estudiadas, independientemente del tamaño de cariósido. La procedencia nacional presentó los porcentajes de viabilidad más altos (98 y 92 %), para los dos tamaños de cariósido (4 y 5 mm) respectivamente; y la procedencia importada presentó la viabilidad más baja oscilando entre 22 y 30 %; también para los dos tamaños de cariósido (Gráfica 1).

### 6.2. GERMINACION

El porcentaje de germinación presentó diferencias ( $p \leq 0.05$ ) en relación a la procedencia; resultando los valores más altos (77 y 63 %) para la procedencia nacional también independientemente del tamaño de cariósido (Gráfica 1).



---

### **6.3.- PRIMER EXPERIMENTO "EFECTO DEL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN EL PORCIENTO Y VELOCIDAD DE GERMINACION."**

Los resultados que se presentan a continuación están relacionados con las interacciones estudiadas: Resultados generales de los factores independientes; y resultados de las interacciones dobles y triples.

#### **6.3.1 Resultados generales para los factores Procedencia, Tamaño de Cariópside y Tratamiento Pregerminativo.**

En el cuadro II (ver apéndice), se presentan los resultados del análisis factorial para las variables, número de días promedio para que emerja la radícula y porcentaje y periodo que duro la germinación, en relación a los factores independientes: procedencia, tamaño de cariópside y tratamiento pregerminativo.

La procedencia fué significativa ( $p \leq 0.05$ ) para el porciento de germinación y para el periodo que duró ésta. El tamaño de cariópside no tuvo ningún efecto sobre ninguna de las variables ( $p \geq 0.05$ ) y el tratamiento pregerminativo tuvo efecto sobre la velocidad y el porciento de germinación.

En relación a las interacciones dobles, la procedencia por tamaño de cariópside y la procedencia por tratamiento pregerminativo fueron significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la velocidad y porciento de germinación y el tamaño de cariópside por tratamiento pregerminativo solamente tuvo efecto sobre la velocidad de germinación.

La interacción triple, procedencia por tamaño de cariópside por tratamiento pregerminativo, también solo fué significativa para la velocidad de germinación (Cuadro II del apéndice)

En el Cuadro 2, se presentan los valores promedios obtenidos con la prueba de Tukey.

**CUADRO 2 VALORES PROMEDIO PARA LAS TRES VARIABLES DE RESPUESTA CON RESPECTO A LOS FACTORES INDEPENDIENTES: PROCEDENCIAS, TAMAÑOS DE CARIÓPSIDE Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.**

FACTOR	NUMERO PROMEDIO DE DIAS PARA QUE EMERJA LA RADICULA	GERMINACION (%)	PERIODO QUE DURO LA GERMINACION (DIAS)
P1 n = 48	2.4177 A	73.41 A	5.3125 A
P2 n = 48	2.2919 A	8.27 B	3.0455 B
TC1 n = 48	2.4231 A	42.25 A	4.4545 A
TC2 n = 48	2.2865 A	39.43 A	4.0208 A
TRAT1 n = 16	2.7100 A	37.68 A	4.1200 A
TRAT2 n = 16	2.0638 B	42.50 A	4.5000 A
TRAT3 n = 16	1.9569 B	37.12 A	4.3300 A
TRAT4 n = 16	2.3688 AB	44.37 A	4.1800 A
TRAT5 n = 16	2.5219 AB	38.93 A	4.1200 A
TRAT6 n = 16	2.5075 AB	44.43 A	4.2300 A

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVAS ( $p \leq 0.05$ ).

n = número de muestra.

P1 = PROCEDENCIA NACIONAL

P2 = PROCEDENCIA IMPORTADA

TRAT 1 = TESTIGO

TRAT2 = KNO<sub>3</sub>, AL. 0.2%

TRAT3 = LAVADAS CON AGUA A 45°C

TC1 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 4 mm

TC2 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 5 mm

TRAT4 = REMOJO EN AGUA A T° AMBIENTE 24 HRS.

TRAT5 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS

TRAT6 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS + 4 DÍAS A 20°C

El número promedio de días para que emerja la radícula, no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) para los factores procedencia y tamaño de cariósipide oscilando los valores entre 2.28 y 2.41 días. Los tratamientos pregerminativos si resultaron diferentes significativamente ( $p \leq 0.05$ ) entre ellos; los tratamientos 2 y 3 presentaron la mejor velocidad de germinación (1.95 y 2.06 días). El testigo presentó la velocidad de germinación más lenta (2.71 días) y los tratamientos 4, 5 y 6 presentaron valores intermedios e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) y semejantes a los demás tratamientos (Cuadro 2).

El porcentaje de germinación fue diferente ( $p \leq 0.05$ ) para las procedencias; la procedencia nacional presentó el porcentaje más alto (73.41 %); sin embargo, fue igual para los dos tamaños de cariósipide (39.43 a 42.52 %), (cuadro 2); para los tratamientos pregerminativos la prueba de Tukey no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ).

---

Para la variable período que duró la germinación (días), se presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para el factor procedencia. La procedencia nacional fué la que duró más tiempo en germinar (5.31 días) y la procedencia importada menos tiempo (3.04 días). En cuanto a tamaño de carióspside y al tratamiento pregerminativo, no se encontraron diferencias significativas.

### **6.3.2 Interacción doble para los factores número de días para que emerja la radícula, porciento de germinación y período que duró la germinación.**

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio para cada una de las interacciones, en las cuales hubo diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro II del apéndice).

Para la variable, número promedio de días para que emerja la radícula, el análisis factorial (Cuadro I del apéndice) marcó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) con un valor de  $F = 0.0458$  para la interacción procedencia por tamaño de carióspside y la prueba de Tukey no detectó dicha diferencia; esto se atribuye al valor de  $F$  observado. Los valores para esta interacción van de 2.10 a 2.47 días (Cuadro 3).

La interacción procedencia por tratamiento pregerminativo tampoco presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) para ésta variable, los valores van de 1.45 a 2.74, (Cuadro 3). Por otro lado, la interacción tamaño de carióspside por tratamiento pregerminativo si fué diferente ( $p \leq 0.05$ ); el tamaño de carióspside 2 (5 mm) por el tratamiento 3 (lavadas en agua a 45°C) presentó la mejor velocidad de germinación (1.25 días), y el tamaño de carióspside 1 (4 mm) con el testigo presentó la velocidad de germinación más lenta (2.74 días). Todas las demás combinaciones presentaron valores intermedios e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) (Cuadro 3).

El porcentaje de germinación para la interacción procedencia por tamaño de carióspside fué significativo ( $p \leq 0.05$ ). La procedencia nacional con los dos tamaños de carióspside presentó los valores más altos de germinación (69 y 77 %) e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ). La interacción procedencia por tratamiento pregerminativo también fué significativa ( $p \leq 0.05$ ); la procedencia nacional con cada uno de los tratamientos pregerminativos estudiados presentó los valores más altos de germinación (67 al 80.5). La procedencia importada presentó los valores más bajos; pero diferentes entre sí ( $p \leq 0.05$ ), el tratamiento con  $KNO_3$  al 0.2% presentó el mayor porcentaje de germinación (17.5%) y el tratamiento 3 (lavadas con agua a 45°C) presentó el valor más bajo de germinación (1.57 %), los demás tratamientos fueron intermedios (Cuadro 3).

**CUADRO 3. VALORES PROMEDIO PARA LAS INTERACCIONES PROCEDENCIA \* TAMAÑO DE CARIÓPSIDE, PROCEDENCIA \* TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y TAMAÑO DE CARIÓPSIDE \* TRATAMIENTO PREGERMINATIVO**

Interacción	Número de días promedio para que emerja la radícula	Germinación (%)
<b>P * TC</b>		
1 1 n= 24	2.3691 A	77.33 A
1 2 n= 24	2.4262 A	69.50 A
2 1 n= 24	2.4770 A	7.16 B
2 2 n= 24	2.1066 A	9.37 B
<b>P * TRAT</b>		
1 1 n= 8	2.6787 A	70.0 A
1 2 n= 8	1.9950 A	67.50 A
1 3 n= 8	2.4600 A	72.50 A
1 4 n= 8	2.2275 A	76.50 A
1 5 n= 8	2.4887 A	73.50 A
1 6 n= 8	2.6662 A	80.50 A
2 1 n= 8	2.7412 A	5.37 BC
2 2 n= 8	2.1325 A	17.50 B
2 3 n= 8	1.4536 A	1.75 C
2 4 n= 8	2.5100 A	12.25 BC
2 5 n= 8	2.5650 A	4.37 BC
2 6 n= 8	2.3487 A	8.37 BC
<b>TC * TRAT</b>		
1 1 n= 8	2.7425 A	40.75 A
1 2 n= 8	2.0062 AB	41.62 A
1 3 n= 8	2.6602 AB	37.75 A
1 4 n= 8	2.4400 AB	45.87 A
1 5 n= 8	2.3675 AB	43.12 A
1 6 n= 8	2.3225 AB	44.37 A
2 1 n= 8	2.6775 AB	34.62 A
2 2 n= 8	2.1212 AB	43.37 A
2 3 n= 8	1.2537 B	36.50 A
2 4 n= 8	2.2975 AB	42.87 A
2 5 n= 8	2.6762 AB	34.75 A
2 6 n= 8	2.6925 AB	44.50 A

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS ( $p \leq 0.05$ ).

n = número de muestra

P1 = PROCEDENCIA NACIONAL  
 P2 = PROCEDENCIA IMPORTADA  
 TRAT1 = TESTIGO

TC1 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 4 mm  
 TC2 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 5 mm  
 TRAT4 = REMOJO EN AGUA A T° AMBIENTE 24  
 IIRS.

TRAT2 = KNO<sub>3</sub> AL 0.2%

TRAT5 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS

TRAT3 = LAVADAS CON AGUA A 45°C TRAT6 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS + 4 DÍAS A 20°C

---

### **6.3.3. Interacción triple para las tres variables de respuesta estudiadas.**

En cuanto al número promedio de días para que emerja la radícula se tiene que todas las interacciones triples fueron iguales a excepción de la interacción procedencia importada con tamaño de carióspside de 5 mm y tratadas con el lavado a 45°C por 10 minutos (Gráfica 5) el cual no presentó germinación.

El porcentaje de germinación presentó diferencia significativa en cuanto a la procedencia, sin importar el tamaño de carióspside y el tratamiento pregerminativo, la procedencia nacional presentó los mayores porcentajes que van de 63 a 83 % (Cuadro 4) (Gráfica 2 y 3).

Para la variable período que duró la germinación se tiene que el tratamiento que presentó un período más largo de germinación significativamente ( $p \leq 0.05$ ) fue el tratamiento procedencia nacional con el tamaño de carióspside de 5 mm tratado con  $KNO_3$  y el tratamiento que presentó el menor tiempo de germinación fue procedencia importada con tamaño de carióspside de 4 mm y tratamiento con preenfriamiento a 5°C durante 5 días + 4 días a 20°C (Gráfica 5), estos resultados se asocian con el porcentaje de germinación que presentaron cada una de las procedencias por separado, en este caso resultó que a mayor tiempo de duración de la germinación un mayor porcentaje de la misma.

Para la procedencia importada el tratamiento que incrementó el porcentaje de germinación fue  $KNO_3$  al 0.2% con tamaño de carióspside de 5 mm (Gráfica 5) y los tratamientos remojo en agua por 24 hrs. con ambos tamaños de carióspside presentaron los valores intermedios, los demás tratamientos presentaron los porcentajes más bajos significativamente (Gráficas 4 y 5).

**CUADRO 4. VALORES PROMEDIOS PARA LA INTERACCION PROCEDENCIA \* TAMAÑO DE CARIÓPSIDE \* TRATAMIENTO PREGERMINATIVO PARA LAS TRES VARIABLES DE RESPUESTA EN *B.gracilis*.**

Procedencia	Tamaño de carióspside	Tratamiento pregerminativo	Número promedio de días para que emerja la radícula	Germinación (%)	Periodo que duro la germinación (días)
1	4	1	2.69 A	70.0 A	5.25 ABC
1	4	2	1.96 A	70.0 A	5.75 ABC
1	4	3	2.41 A	72.0 A	4.75 ABC
1	4	4	2.15 A	79.0 A	4.50 ABC
1	4	5	2.38 A	83.0 A	5.50 ABC
1	4	6	2.61 A	83.0 A	5.25 ABC
1	5	1	2.66 A	63.0 A	5.25 ABC
1	5	2	2.03 A	65.0 A	6.25 A
1	5	3	2.50 A	73.0 A	5.0 ABC
1	5	4	2.30 A	74.0 A	5.25 ABC
1	5	5	2.57 A	64.0 A	5.0 ABC
1	5	6	2.72 A	78.0 A	6.0 AB
2	4	1	2.79 A	4.50 C	2.75 ABCD
2	4	2	2.05 A	13.25 BC	2.50 BCD
2	4	3	2.90 A	3.50 C	3.25 ABCD
2	4	4	2.72 A	12.75 BC	3.75 ABC
2	4	5	2.35 A	3.25 C	2.75 ABCD
2	4	6	2.03 A	5.75 C	2.25 CD
2	5	1	2.69 A	6.25 C	3.25 ABCD
2	5	2	2.21 A	21.75 B	3.50 ABCD
2	5	3	0 B	0	0 D
2	5	4	2.29 A	11.75 BC	3.25 ABCD
2	5	5	2.78 A	5.50 C	3.25 ABCD
2	5	6	2.66 A	11.0 C	3.50 ABCD

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS (p ≤ 0.05).

Nota: el número de muestra para cada interacción es igual a 4.

P1 = PROCEDENCIA NACIONAL

P2 = PROCEDENCIA IMPORTADA

TRAT1 = TESTIGO

TRAT2 = KNO<sub>3</sub>, Al, 0.2%

TRAT3 = LAVADAS CON AGUA A 45°C

TC4 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 4 mm

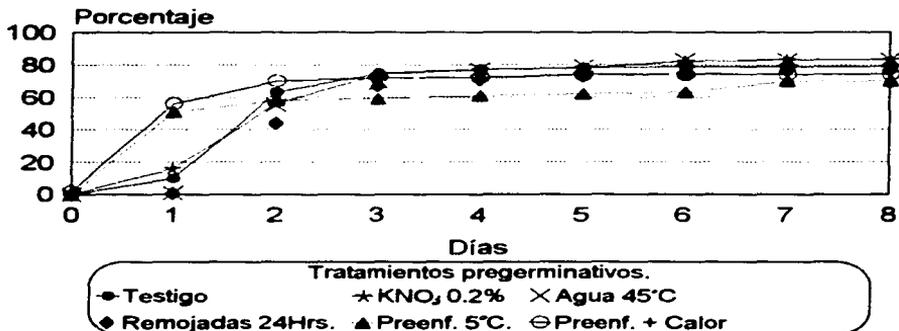
TC5 = TAMAÑO DE CARIÓPSIDE 5 mm

TRAT4 = REMOJO EN AGUA A T° AMBIENTE 24 HRS.

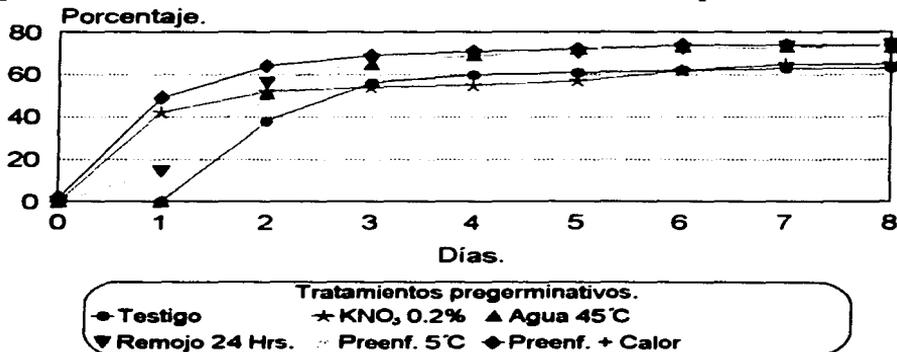
TRAT5 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS

TRAT6 = PREENFRIAMIENTO A 5°C 5 DÍAS + 4 DÍAS A 20°C

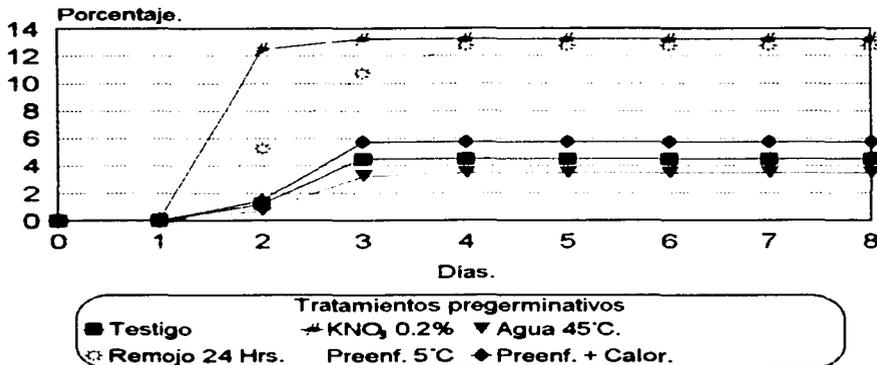
Gráfica 2. Curva de germinación acumulada para *B. gracilis* procedente de San Luis Potosi, con tamaño de cariósido de 4 mm.



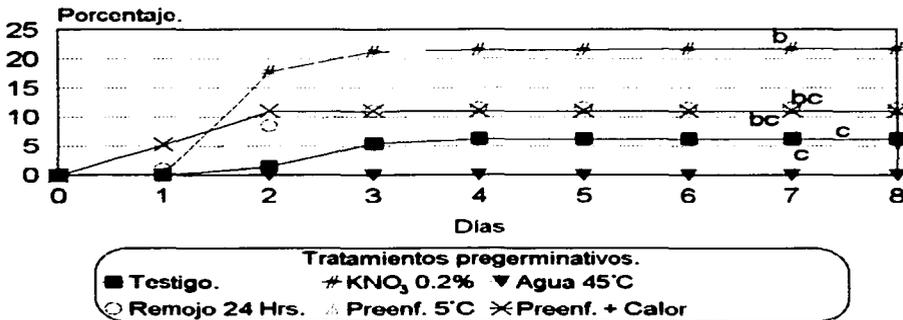
Gráfica 3. Curva de germinación acumulada para *B. gracilis* procedente de San Luis Potosi, con tamaño de cariósido de 5 mm.



**Gráfica 4. Curva de germinación acumulada para *B. gracilis* procedente de EE. UU., con tamaño de carióspside de 4 mm.**



**Gráfica 5. Curva de germinación acumulada para *B. gracilis* procedente de EE.UU., con tamaño de carióspside 5 mm.**



---

## 7.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 7.1. "VIABILIDAD".

El hecho de haber obtenido mayores porcentajes de viabilidad en las cariópsides de procedencia nacional, se atribuye a que ésta era de colecta reciente (1994) y las pruebas de germinación se realizaron tan solo un año después (enero de 1995); en cambio para las semillas de procedencia importada adquirida en una casa comercial, no se tiene datos de fecha de colecta y tipo de almacenamiento, por lo que se cree que eran semillas viejas, con baja viabilidad.

Meyer y Poljakoff-Mayber (1975), mencionan que el periodo de viabilidad de la semilla es extremadamente variable; se conserva mejor bajo condiciones de actividad metabólica muy reducida y de desecación casi total, por otro lado, la viabilidad de una semilla depende de las condiciones ambientales de la planta madre durante la maduración y formación de la semilla (Scott *et al.*, 1984); así como del tiempo de almacenamiento, madurez, temperatura, humedad, etc. Además, el tiempo durante el cual las semillas permanecen viables varía desde periodos breves en géneros como *Quercus*, *Citrus* y algunas gramíneas como *Agrostemma githago* y *Bromus tectorum*, hasta centenares de años, en otros casos como por ejemplo : *Nelumbo* y *Albizzia julibrissen* (Scagel *et al.*, 1987), en el caso de *B. gracilis* no se tienen datos precisos en cuanto a condiciones de almacenamiento y longevidad de las semillas, sin embargo dados los resultados obtenidos parece que las semillas de *B. gracilis* pierden rápidamente su viabilidad.

Por otro lado, en relación al efecto del tamaño de cariósido sobre la viabilidad las diferencias no fueron significativas ( $p \geq 0.05$ ), sin embargo las cariópsides de 4 mm presentaron los mejores valores de viabilidad, se esperaba que las cariópsides de 5 mm presentaron los mejores resultados debido a la mayor cantidad de endospermo (Mckell, 1972); sin embargo se observó que la viabilidad es independiente de la cantidad de endospermo, al menos para los tamaños de cariósido aquí estudiados.

### 7.2.- PRIMER EXPERIMENTO " EFECTO DE LA PROCEDENCIA, EL TAMAÑO DE CARIOPSIDE Y EL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN LA GERMINACION DE *B. gracilis*."

#### 7.2.1.- Procedencia.

Los valores del porcentaje de germinación deben implicar un elemento de tiempo, indicado por el número de plantas producidos en un lapso determinado. La tasa de germinación puede medirse con varios métodos, entre ellos, el número promedio de días para que emerja la radícula que fué el que se utilizó en este estudio (Hartman y Kester, 1995). Esta variable junto con el porcentaje de germinación indicaron el vigor de la semilla.

---

De acuerdo al cuadro 2, el número promedio de días para que emerja la radícula no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre procedencias, es decir, la radícula tanto en la procedencia nacional como en la importada emerge al mismo tiempo sin importar el tamaño de carióspside y el tratamiento pregerminativo. En cambio para el porcentaje de germinación las procedencias presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) resultando mayor en la nacional; a pesar de que el período que duró la germinación fué más largo para esta procedencia; esto como ya se mencionó probablemente a que: 1) era semilla recién colectada, 2) a que las condiciones de luz y temperatura en las que se realizó la prueba favoreció a la semilla nacional y no a la importada, 3) a que la condición de latencia en las semillas de procedencia nacional no eran tan acentuada como en la semilla importada por las condiciones ambientales en las que se encuentran.

### 7.2.2.- Tamaño de carióspside.

Este factor no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) sobre ninguna de las tres variables medidas (número promedio de días para que emerja la radícula, porcentaje de germinación y período total que duró la germinación). Por otro lado, aunque los resultados no presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ), si se observó que el tamaño de carióspside de 4 mm presentó valores ligeramente más altos para estas variables. Mckell (1972) menciona que semillas con mayor tamaño y peso presentan una germinación más rápida y mayor tasa de crecimiento; sin embargo, esto no se observó en nuestros resultados debido a que los tamaños y pesos de carióspsides elegidos no presentaron diferencias significativas (4 mm, 0.0127g y 5 mm, 0.0132g) entre ellas; quizás al trabajar con diferencias mayores en el tamaño de carióspside si se detecte lo consignado por Mckell.

### 7.2.3.- Tratamiento pregerminativo.

En cuanto al tratamiento pregerminativo, este no presentó efecto significativo ( $p \geq 0.05$ ) sobre el porcentaje de germinación y el período que duró el proceso, sin embargo si se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en relación al número promedio de días para que emergiera la radícula. El testigo presentó el período más largo para la emergencia de la radícula y los tratamientos con  $KNO_3$  y lavado con agua a 45°C durante 10 minutos presentaron los períodos más cortos. Esto se debe probablemente a que las carióspsides de *B. gracilis* presentan inhibidores químicos de la germinación y/o embriones rudimentarios que requieren de la adición de nutrimentos externos para mejorar la germinación. En cuanto a velocidad Rodríguez (1982) menciona que efectivamente esta especie presenta latencia debido a la presencia de inhibidores en sus envolturas.

Por otro lado, los tratamientos aplicados no eliminaron dicha latencia debido a que el porcentaje de germinación del testigo fué igual a el porcentaje obtenido en los tratamientos pregerminativos. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente éstos si aceleraron el tiempo en el cual la radícula emergió, lo cual es primordial para el proceso de establecimiento donde la formación de raíces adventicias es fundamental (Hyder *et al.*, 1971).

---

Cabe recordar que estos datos corresponden únicamente a los resultados del factor tratamiento pregerminativo por sí solo; a continuación se explican las interacciones con otros factores (tamaño de carióspside y procedencia).

#### 7.2.4.- Interacción procedencia por tamaño de carióspside.

La interacción debe entenderse como el efecto que produce un factor sobre el otro (Montgomery, 1991). La interacción procedencia por tamaño de carióspside fué significativa ( $p \leq 0.05$ ) para el porcentaje de germinación. Los mejores porcentajes de germinación se presentaron con la combinación procedencia nacional con los dos tamaños de carióspside y los porcentajes más bajos se obtuvieron en la procedencia importada también para los mismos tamaños de carióspside. En esta interacción, el factor procedencia fué el que ejerció el efecto que marcó la diferencia ya que el tamaño de carióspside por sí solo tampoco fué significativo ( $p \geq 0.05$ ). Este resultado es una consecuencia de los mejores valores obtenidos en cuanto a viabilidad y germinación en la procedencia nacional.

#### 7.2.5. Interacción procedencia por tratamiento pregerminativo.

Esta interacción fué significativa ( $p \leq 0.05$ ) para el número de días promedio para que emerja la radícula. Las mejores interacciones fueron: procedencia nacional y aplicación de  $KNO_3$  con una velocidad de germinación de 1.99 días y la procedencia importada con el lavado con agua a  $45^\circ C$  por 10 minutos, con una velocidad de 1.45 días.

En relación al porcentaje de germinación, no hubo diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) para la procedencia nacional. Solamente la procedencia importada, presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en relación a los tratamientos pregerminativos, resultando el mejor tratamiento el  $KNO_3$ ; esto como se había mencionado anteriormente se relaciona con la probabilidad de que las semillas de *B. gracilis* requieren de la adición de nutrimentos externos para mejorar la germinación y la emergencia. Los nutrimentos son translocados a las puntas de crecimiento del eje embrionario acelerando dichos procesos (Hartman y Kester, 1995).

Moreno (1984) y Hartman y Kester (1995), mencionan que sí existe la presencia de inhibidores de la germinación, éstos se pueden eliminar lavando las semillas con agua antes de efectuar la aplicación de cualquier tratamiento pregerminativo. Para las semillas lavadas con agua a  $45^\circ C$  en este caso, se presentaron los menores porcentajes de germinación (en ambas procedencias), posiblemente las semillas de *B. gracilis* requieren de un mayor tiempo de lavado o definitivamente la latencia no se debe únicamente a la presencia de inhibidores sino a factores internos que promueven la presencia de una latencia mixta dada por inhibidores o embriones poco diferenciados.

---

### **7.2.6. Interacción tamaño de carióspside por tratamiento pregerminativo.**

Esta interacción solo fué significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la variable número de días promedio para que emerja la radícula. El testigo con tamaño de carióspside de 4 mm tardó más tiempo en emerger y el tratamiento lavadas con agua a 45° por 10 minutos con tamaño de carióspside de 5 mm tardó menos tiempo. Estos resultados se deben más a el efecto que ejerce el tratamiento pregerminativo que al que ejerce el tamaño de carióspside ya que hay que recordar que el análisis estadístico del factor solo no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ); sin embargo parece ser que semillas más grandes responden mejor al tratamiento pregerminativo, es decir entre más endospermo o peso de tejido tenga una semilla, el efecto del tratamiento es mayor aunque las diferencias no sean significativas.

### **7.2.7.- Interacción tamaño de carióspside por procedencia por tratamiento pregerminativo.**

Para esta interacción, se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en relación al número de días promedio para que emerja la radícula. La interacción procedencia importada, tamaño de carióspside 5 mm y lavado con agua a 45°C presentó la velocidad de germinación más lenta ( $p \leq 0.05$ ) respecto a esta variable y diferente a las demás interacciones, las cuales presentaron los mejores valores de velocidad de germinación e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) incluyendo el testigo. Por otro lado el tratamiento en el cual la radícula aparece con mayor rapidez fué: procedencia nacional, con tamaño de carióspside de 4 mm y tratamiento con  $KNO_3$ , esto como ya se había mencionado de acuerdo al supuesto de que se requiere de nutrimentos externos que sean translocados al eje embrionario estimulando la germinación (porcentaje de germinación alto) y prolongando el período que duró la misma, además que la procedencia nacional presentó la mejor viabilidad.

Aunque los resultados sean iguales estadísticamente, se observó que la procedencia importada con tamaño de carióspside de 4 mm y el tratamiento lavado con agua a 45°C fué en la que tardó más en emerger la radícula, lo cual se pudo asociar a que este tratamiento posiblemente no eliminó los inhibidores de la germinación presentes en las cubiertas externas o que la latencia de la semilla se debe a otro factor, dando como consecuencia un bajo porcentaje de germinación y un corto periodo de duración para la misma.

---

## 8.- CONCLUSIONES PRIMER EXPERIMENTO

El porcentaje de viabilidad y de germinación fué mayor para las semillas de procedencia nacional independientemente del tamaño de cariósido.

La procedencia nacional presentó los mejores porcentajes de germinación esto como consecuencia de la utilización de su semilla inmediatamente después de su colecta en campo, por lo que la hipótesis planteada para este factor es aceptada.

El tamaño de cariósido no presentó diferencias para ninguna de las variables medidas (número promedio de días para que emerja la radícula, porcentaje de germinación y periodo que duró esta); por lo tanto la hipótesis establecida no se cumplió en este trabajo.

Los tratamientos pregerminativos no presentaron diferencias en el % y velocidad de germinación para la procedencia nacional. Para la procedencia importada el mejor tratamiento para la germinación fue la aplicación de  $KNO_3$  al 0.2%, cumpliéndose parcialmente la hipótesis en cuanto a éstos.

La interacción procedencia nacional con todos los tratamientos pregerminativos probados incrementaron la germinación, en relación a los valores obtenidos por cada factor analizado de manera independiente, sin embargo aunque estadísticamente estas diferencias no fueron significativas si se observó que los tratamientos preenfriamiento a 5°C 5 días y preenfriamiento a 5°C 5 días + 4 días a 20°C presentaron los mayores porcentajes de germinación.

---

## 9. RESULTADOS.

### 9.1 SEGUNDO EXPERIMENTO.- "EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIÓPSIDE, CONDICION HIDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL CRECIMIENTO POSTEMERGENTE DE *Bouteloua gracilis*".

En el Cuadro III del apéndice, se presentan los resultados del análisis factorial en relación al efecto que tienen los factores individuales: condición hídrica, tamaño de carióspside y longitud de onda en el crecimiento postemergente de *Bouteloua gracilis* para las variables longitud de la raíz (LR), longitud del vástago (LV), razón raíz/vástago en relación a la longitud (RVL), razón raíz/vástago en relación a la biomasa (RVB), biomasa del vástago (BV), biomasa de la raíz (BR), número de hojas (NI), número de vástagos (NV), número de inflorescencias (NI), día de emergencia (DEMER), porcentaje de emergencia (%E), día de mortandad (DM) y porcentaje de mortandad (%M).

La longitud de onda proporcionada por los diferentes plásticos de colores presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la mayoría de las variables medidas a excepción del porcentaje y día de emergencia; el tamaño de carióspside únicamente tuvo efecto ( $p \leq 0.05$ ) sobre la longitud de la raíz (LR) y número de vástagos (NV) y la condición hídrica presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la longitud del vástago, la razón raíz/vástago en relación a la longitud, la biomasa aérea y radical, el número de hojas y vástagos (Cuadro III del apéndice. 5).

En relación a las interacciones, se obtuvo lo siguiente:

**- Interacción Color \* Tamaño de Carióspside.**

Esta interacción no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) para ninguna de las variables de respuesta estudiadas (Cuadro III del apéndice).

**- Interacción Color \* Condición Hídrica.**

Se presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la mayoría de las variables, a excepción de día y porcentaje de emergencia, porcentaje y día de mortandad (Cuadro III del apéndice).

**- Interacción Tamaño de Carióspside \* Condición Hídrica**

En esta interacción únicamente la variable de respuesta que presentó diferencias significativas fué el número de hojas (NI) (Cuadro III del apéndice).

**- Interacción Color \* Tamaño de Carióspside \* Condición Hídrica.**

Para esta interacción triple se tiene que fué diferente únicamente para dos variables que fueron longitud del vástago (LV) y biomasa de la raíz (BR) (Cuadro III del apéndice).

Las diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) que se marcan en el Cuadro III del apéndice, se tienen con su respectivo valor promedio en el Cuadro 5.

**9.1.1- Valores promedio de las variables de respuesta para cada uno de los factores estudiados de manera independiente.**

En el cuadro 5 se presentan los resultados para cada uno de los factores estudiados, de manera independiente.

**CUADRO 5. VALORES PROMEDIO PARA TRECE VARIABLES DE RESPUESTA CON RESPECTO A DOS CONDICIONES HÍDRICAS, 2 TAMAÑOS DE CARIÓPSIDE Y 5 LONGITUDES DE ONDA PARA *B. gracilis*.**

CH	% S	LR (cm)	LV (cm)	RVL	RVB	BV (g)	BR (g)	NII	NV	DEMER	% E	DM	% M
1 n = 148	54.32 A	22.02 A	46.72 A	0.745 A	0.531 A	0.681 A	0.355 A	49.94 A	20.16 A	3.74 B	81.50 A	46.97 A	45.68 A
2 n = 196	61.54 A	20.02 A	32.97 B	0.508 B	0.580 A	0.279 B	0.129 B	23.97 B	9.93 B	7.67 A	77.29 A	51.84 A	38.46 A

TC	% S	LR (cm)	LV (cm)	RVL	RVB	BV (g)	BR (g)	NII	NV	DEMER	% E	DM	% M
4 n = 169	56.9 A	19.74 B	39.02 A	0.625 A	0.578 A	0.439 A	0.229 A	34.79 A	16.40 A	7.03 B	79.23 A	47.78 A	43.10 A
5 n = 155	58.7 A	22.22 A	39.51 A	0.649 A	0.532 A	0.489 A	0.236 A	36.97 A	12.63 B	4.18 A	79.73 A	50.88 A	41.30 A

CO	% S	LR (cm)	LV (cm)	RVL	RVB	BV (g)	BR (g)	NII	NV	DEMER	% E	DM	% M
1 n = 110	81.98 A	23.93 A	52.61 A	0.483 C	0.519 AB	0.717 A	0.427 A	59.02 A	23.74 A	4.08 A	83.12 A	59.42 A	18.02 C
2 n = 86	86.97 A	21.57 A	36.65 B	0.688 AB	0.676 A	0.415 B	0.225 B	31.25 B	12.27 B	5.09 A	76.87 A	36.43 C	13.03 C
3 n = 61	52.31 B	10.91 B	13.14 C	0.847 A	0.392 B	0.027 C	0.012 C	9.92 C	3.21 C	4.65 A	81.87 A	64.14 A	47.69 B
4 n = 67	56.84 B	24.44 A	45.54 B	0.570 BC	0.558 AB	0.398 B	0.180 B	34.41 B	13.09 B	5.11 A	62.02 A	55.56 B	43.16 B
5	0 C									3.81 A	80.0 A	27.49 C	100.0 A

CH1 = Condición hídrica capacidad de campo

TC 4 = Tamaño de carióspside 4 mm

CO 1 = Plástico transparente

CO 4 = Plástico amarillo

%S = Porcentaje de sobrevivencia

RVL = Razón raíz/vástago en relación a la longitud

BV = Biomasa del vástago

NV = Numero de vástagos

% E = Porcentaje de emergencia

CH2 = Condición hídrica 1/2 de campo

TC 5 = Tamaño de carióspside 5 mm

CO 2 = Plástico rojo

CO 5 = Plástico negro

LR = Longitud de la raíz

RVB = Razón raíz/vástago en relación a la biomasa

BR = Biomasa de la raíz

DEMER = Día de emergencia

DM = Día de mortandad

CO 3 = Plástico azul

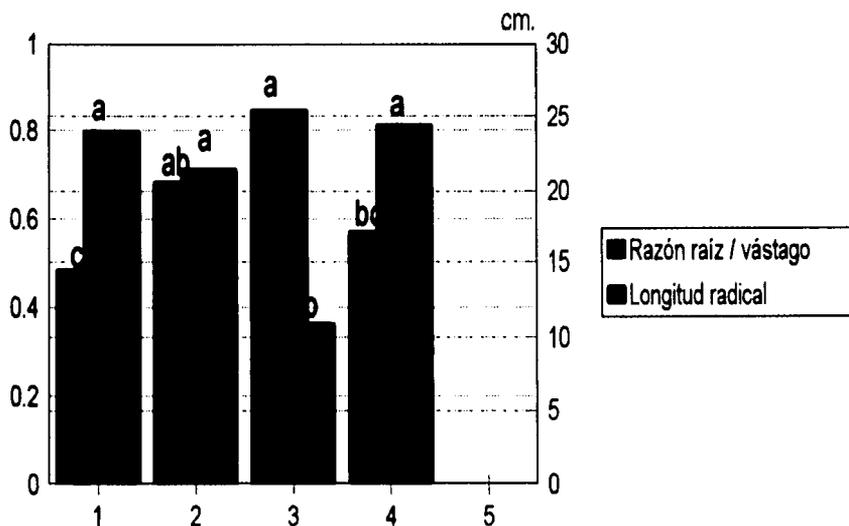
LV = Longitud del vástago

NII = Numero de hojas

%M = Porcentaje de mortandad

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS (P≤0.05)

**Gráfica 6.- Valores promedio de la longitud radical y la razón raíz/vástago en relación a la longitud , para el factor color de manera independiente.**

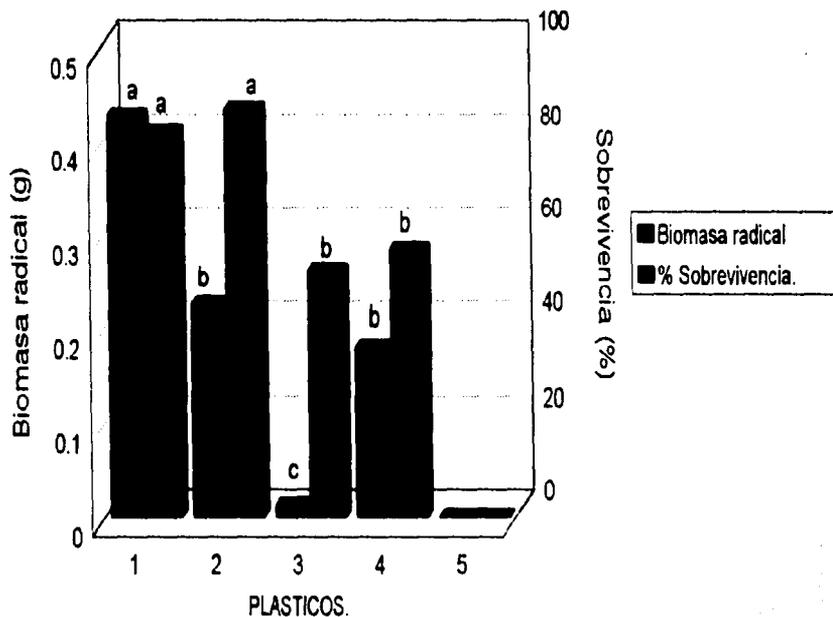


PLASTICOS.

1= Transparente 2= Rojo 3= Azul 4= Amarillo 5= Negro.

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ )

**Gráfica 7.- Valores promedio de la biomasa radical y el porcentaje de sobrevivencia con respecto a el factor color de manera independiente, para *B. gracilis*.**



1= Transparente 2= Rojo 3= Azul 4= Amarillo 5= Negro.

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ )

---

En relación a los valores presentados en el cuadro 5 se tiene lo siguiente.

#### **PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.**

Los factores condición hídrica y tamaño de cariósido no fueron significativos ( $p \geq 0.05$ ) para el porcentaje de sobrevivencia; pero sí el factor longitud de onda (cuadro 5) donde los mayores porcentajes de sobrevivencia se presentaron en las plantas que crecieron bajo los plásticos transparente y rojo (81.98 y 86.97% ) respectivamente, el plástico negro no permitió la sobrevivencia de las plantas y los plásticos azul y amarillo fueron intermedios. (Gráfica 7).

#### **LONGITUD DE LA RAIZ**

El factor condición hídrica no fue diferente significativamente ( $p \geq 0.05$ ) para esta variable; el tamaño de cariósido sin embargo, si lo fue, la longitud de la raíz ( $p \leq 0.05$ ); fue mayor para el tamaño de cariósido de 5 mm (22.22 cm), (Cuadro 5). Por otro lado, las plantas que crecieron bajo los plásticos transparente, rojo y amarillo, presentaron la mayor longitud de la raíz, con valores que oscilan entre 21.57 y 24.2 cm, los cuales fueron iguales entre si ( $p \geq 0.05$ ), el valor más bajo y diferente a los anteriores se obtuvo en las plantas del plástico azul (10.91 cm.) gráfica 6.

#### **LONGITUD DEL VÁSTAGO**

La condición hídrica 1 (capacidad de campo) proporcionó una mayor longitud del vástago (46.72 cm); el tamaño de cariósido no fue diferente para esta variable. En relación a la longitud de onda, las plantas que crecieron bajo el plástico transparente presentaron la mayor longitud significativamente ( $p \leq 0.05$ ) (52.61 cm) y la menor longitud se obtuvo en las plantas del plástico azul (13.14 cm), los plásticos rojo y amarillo presentaron resultados intermedios (36.65 - 45.54 cm) e iguales entre si ( $p \geq 0.05$ ) (Cuadro 5).

#### **RAZÓN RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA LONGITUD.**

La condición hídrica (CH) afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) la razón raíz/vástago correspondiendo el valor mayor (0.745) para la condición hídrica 1. El tamaño de cariósido no presentó diferencias para esta variable. Las diferentes longitudes de onda utilizadas si presentaron un efecto significativo sobre esta variable ( $p \leq 0.05$ ), resultó mayor para las plantas del plástico azul (0.84) y menor para las del transparente (0.48), los plásticos rojo y amarillo presentaron valores intermedios y semejantes entre si ( $p \geq 0.05$ ). Gráfica 6.

#### **RAZÓN RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA BIOMASA**

La condición hídrica y el tamaño de cariósido no presentaron diferencias significativas. La longitud de onda; sin embargo, si presentó diferencias, las plantas del plástico rojo presentaron el valor más alto (0.676) y las del plástico azul el menor valor (0.39), los plásticos transparente y amarillo presentaron valores intermedios e iguales entre si (Cuadro 5).

---

### **BIOMASA DEL VÁSTAGO.**

La condición hídrica afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) la biomasa del vástago. La condición hídrica 1 (capacidad de campo) proporcionó el mayor peso seco del vástago (0.6815 g). El tamaño de cariósipide no presentó diferencias significativas; la longitud de onda sí, donde la biomasa del vástago fue mayor para las plantas del plástico transparente (0.717 g) y menor para las del plástico azul (0.027 g), los plásticos rojo y amarillo presentaron resultados intermedios e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) (Cuadro 5).

### **BIOMASA DE LA RAIZ.**

La condición hídrica afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) a la biomasa radical, la condición hídrica 1 presentó el mayor valor (0.3554 g) en relación a la condición hídrica 2 (0.1292 g) (Cuadro 5). El tamaño de cariósipide no presentó diferencias significativas y en relación a la longitud de onda, las plantas del plástico transparente presentaron el mejor valor (0.427 g) y las del azul el menor (0.012 g) e intermedia para el rojo y el amarillo (gráfica 7).

### **NUMERO DE HOJAS Y VASTAGOS.**

La condición hídrica afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) al número de hojas (NII) y al número de vástagos (NV). La condición hídrica 1 presentó el mayor número de hojas (49.94) y el mayor número de vástagos (20.6). El tamaño de cariósipide también afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) al número de vástagos; el tamaño de cariósipide de 4 mm presentó el mayor número (16.40); en relación a la longitud de onda la diferencia también fué significativa, los números mayores de hojas y de vástagos se presentaron en las plantas que crecieron bajo el plástico transparente (59.02 y 23.74, respectivamente) y los menores números para las plantas del plástico azul (9.92 y 3.21) e intermedios para el rojo y amarillo (Cuadro 5).

### **DIA DE EMERGENCIA.**

La condición hídrica fue el único factor que tuvo un efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) sobre el día de emergencia. Las plantas con la condición hídrica 1 emergieron en un periodo más corto (3.74 días) (Cuadro 5). En relación al tamaño de cariósipide y longitud de onda, estos no presentaron efecto significativo.

### **PORCIENTO DE EMERGENCIA.**

Para esta variable ninguno de los factores analizados resultó significativo ( $p \geq 0.05$ ) (cuadro 5).

### **DIA DE MUERTE.**

La condición hídrica y el tamaño de cariósipide no presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) en relación al día de muerte; la longitud de onda sí, el plástico transparente presentó el valor más alto, es decir, las plantas que crecieron bajo este plástico fueron las que perduraron más tiempo (59.42 días), y las de los colores rojo y negro las que duraron vivas durante periodos más cortos (36.43 y 27.49 días) (Cuadro 5).

### **PORCENTAJE DE MORTANDAD.**

La condición hídrica y el tamaño de cariósipide no presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). Para la longitud de onda si hubo diferencias, las plantas que crecieron bajo el plástico negro presentaron la mortandad más alta (100%) y la menor la presentaron los plásticos transparente y rojo (18.02 y 1.02 %); los plásticos azul y amarillo presentaron valores intermedios e iguales entre si ( $p \geq 0.05$ ).

### 9.1.2.- Valores promedios de las variables de respuesta para la interacción doble color por condición hídrica.

En el cuadro 6 se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables de respuesta medidas con respecto a la interacción longitud de onda por condición hídrica.

CUADRO 6. VALORES PROMEDIO PARA LA INTERACCION COLOR \* CONDICION HIDRICA PARA LAS DISTINTAS VARIABLES DE RESPUESTA DE *B. gracilis*.

CO	CH	% S	LR (cm)	LV (cm)	RVI (cm)	RVB (g)	BV (g)	BR (g)	NH	NV	DEMER	% E	DM	% M
1 n=51	1	86.75 A	26.16 A	56.92 A	0.482 C	0.547 AB	0.977 A	0.520 A	71.76 A	28.33 A	3.57 BC	78.75 A	59.41 A	13.25 C
1 n=59	2	77.20 AB	21.81 AB	48.41 A	0.488 BC	0.507 AB	0.669 B	0.291 BC	43.52 B	18.77 BC	4.60 ABC	87.50 A	59.50 A	22.80 BC
2 n=45	1	92.80 A	23.38 A	46.87 B	0.533 BC	0.545 AB	0.764 AB	0.396 AB	50.46 B	22.51 AB	3.02 C	80.00 A	33.93 C	7.23 C
2 n=41	2	81.05 AB	20.77 AB	25.79 B	0.855 AB	0.869 A	0.070 D	0.060 DE	13.14 D	5.24 D	7.16 A	73.75 A	38.93 A	18.83 BC
3 n=24	1	45.75 B	11.62 B	24.17 B	0.580 BC	0.433 AB	0.044 D	0.022 E	12.91 D	4.08 D	3.03 C	83.75 A	59.38 A	54.14 B
3 n=37	2	58.75 AB	11.16 B	11.46 B	1.053 A	0.297 B	0.012 D	0.002 E	7.02 D	2.51 D	6.27 AB	80.00 A	68.91 A	41.25 BC
4 n=28	1	46.43 B	21.21 AB	47.25 A	0.451 C	0.562 AB	0.555 BC	0.272 BCD	41.10 BC	15.28 CD	3.96 BC	80.00 A	53.03 A	53.81 B
4 n=39	2	67.49 AB	24.86 A	37.58 A	0.728 ABC	0.653 AB	0.162 CD	0.075 CDE	21.87 CD	8.51 CD	6.27 AB	73.75 A	57.72 A	32.51 BC
5 n=63	1	0 C	--	--	--	--	--	--	--	--	3.85 BC	85.00 A	29.10 A	100.0 A
5 n=59	2	0 C	--	--	--	--	--	--	--	--	3.78 BC	68.00 A	23.56 A	100.0 A

CH 1 = Condición Hídrica Capacidad de Campo

CO 1 = Transparente CO 2 = Rojo CO 3 = Azul

\*S = Porcentaje de sobrevivencia LR = Longitud de la raíz

RVI = Razón raíz/vástago en relación a la longitud

BV = Biomasa del vástago

BR = Biomasa de la raíz

DEMER = Día de emergencia

n = número de muestra.

\*E = Porcentaje de emergencia

CH 2 = Condición Hídrica 1/3 de Campo

CO 4 = Amarillo CO 5 = Negro

LV = Longitud del vástago

RVB = Razón raíz/vástago en relación a la biomasa

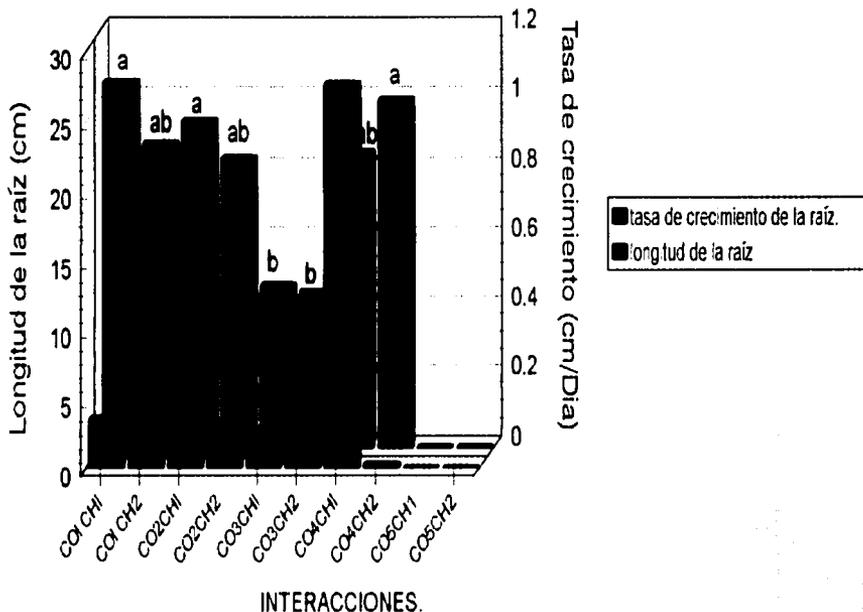
NH = Número de hojas

NV = Número de vástagos

DM = Día de mortandad \*M = Porcentaje de mortandad

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS ( $P \leq 0.05$ )

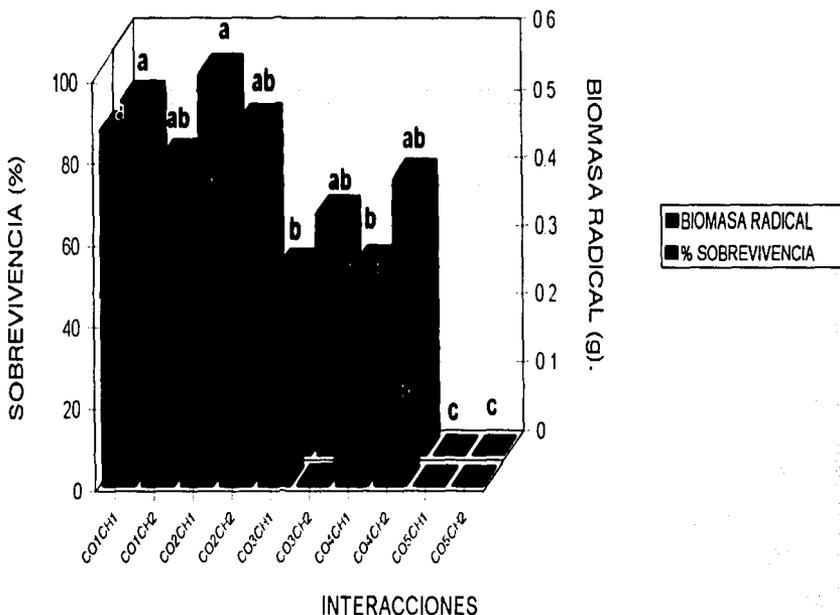
**Gráfica 8.- Valores promedio de la longitud y de la tasa de crecimiento de la raíz para la interacción Color \* Condición hídrica, para *B. gracilis*.**



CO1=Transparente CO2 = Rojo CO3 = Azul CO4 = Amarillo CO5 = Negro.  
 CH 1 = Capacidad de campo CH 2 = Mitad de la capacidad de campo.

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ ).

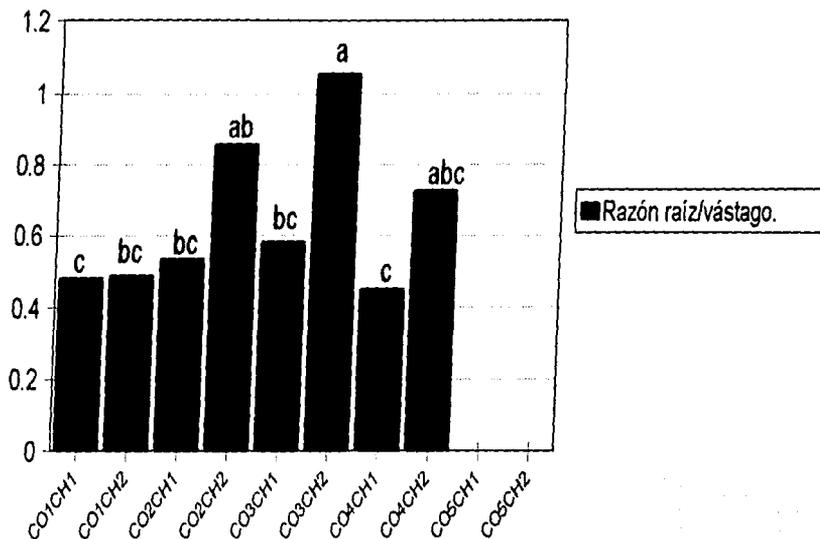
Gráfica 9.- Valores promedio de la biomasa radical y el porcentaje de sobrevivencia para la interacción Color \* Condición hídrica, para *B. gracilis*



CO1 = Transparente    CO2 = Rojo    CO3 = Azul    CO 4 = Amarillo    CO5 = Negro  
 CH1 = Capacidad de campo    CH2 = Mitad de la capacidad de campo.

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ )

Gráfica 10.- Valores promedio de la razón raíz / vástago en relación a la longitud con respecto a la interacción Color \* Condición hídrica, para *B. gracilis*.



INTERACCIONES.

CO1= Transparente CO2= Rojo CO3= azul CO4= Amarillo CO5= Negro.

CH1= Capacidad de campo CH2= Mitad de la capacidad de campo.

Literales diferentes son significativas ( $p=0.05$ ).

---

Con respecto a los valores presentados en el cuadro 6 se tienen los siguientes resultados:

#### **PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.**

Para esta variable las distintas combinaciones de la interacción color por condición hídrica presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), los mayores porcentajes de sobrevivencia lo presentaron las plantas que crecieron bajo la influencia de las interacciones, plásticos transparente y rojo con la condición hídrica 1 (86.75 y 92.80) respectivamente y las plantas que crecieron bajo el plástico negro con ambas condiciones hídricas no presentaron sobrevivencia, los demás tratamientos fueron intermedios. (Gráfica 9).

#### **LONGITUD DE LA RAIZ.**

La longitud de la raíz presentó los valores más altos e iguales entre sí para las plantas de los plásticos transparente y rojo con la condición hídrica a capacidad de campo y el amarillo con la condición hídrica 2. Las plantas del plástico azul con ambas condiciones hídricas presentaron la menor longitud, por otro lado, el plástico transparente y el rojo con la condición hídrica 2 y el color amarillo con la condición hídrica 1 presentaron valores intermedios e iguales entre sí ( $p \leq 0.05$ ). (Gráfica 8 y cuadro V del apéndice).

#### **LONGITUD DEL VÁSTAGO.**

Esta variable presentó los valores más altos en las plantas del plástico transparente, rojo y amarillo con la condición hídrica 1 y para el transparente y amarillo con la condición hídrica 2, con valores que oscilan entre 37.5 - 56.92 cm.. Los valores más bajos se obtuvieron bajo el plástico rojo con la condición hídrica 2 y el azul para ambas condiciones (Cuadro 6).

#### **RAZON RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA LONGITUD.**

Esta razón fué mayor ( $p \leq 0.05$ ) para las plantas que se desarrollaron en el plástico azul con la condición hídrica 2 (1.05) y menor para las plantas de los plásticos transparente y amarillo a capacidad de campo 4.82 y 4.51 cm. respectivamente. (Gráfica 10 y cuadro V del apéndice).

#### **RAZON RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA BIOMASA.**

Fué mayor ( $p \leq 0.05$ ) para las plantas que se desarrollaron bajo la influencia del plástico rojo con la condición hídrica 2 (8.69g) y la menor razón significativamente ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvo en las plantas del plástico azul con la condición hídrica 2 (2.97g), todas las demás interacciones presentaron valores intermedios e iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) Cuadro 6.

#### **BIOMASA DEL VÁSTAGO.**

La biomasa del vástago también fué más alta ( $p \leq 0.05$ ) en las plantas que crecieron bajo el plástico transparente con la condición hídrica 1 (0.97g) y la menor biomasa para las del plástico rojo con la condición hídrica 2 (0.07g) y para el azul con ambas condiciones hídricas (0.04 y 0.01g); las demás interacciones fueron intermedias (Cuadro 6).

---

#### **BIOMASA DE LA RAIZ.**

Resultó más alta ( $p \leq 0.05$ ) en las plantas del plástico transparente con la condición hídrica 1 (5.20g), y menor para las del plástico azul con ambas condiciones hídricas (0.022 y 0.002g) (Cuadro 6) e intermedias para las interacciones restantes ( $p \geq 0.05$ ) (Gráfica 9 y cuadro V del apéndice).

#### **NUMERO DE HOJAS.**

El mayor número de hojas lo presentaron las plantas que crecieron bajo el plástico transparente con la condición hídrica 1 (71.7) y el valor más bajo lo presentaron las plantas de los plásticos rojo con la condición hídrica 2 y el color azul con ambas condiciones hídricas con valores que van de 13.14 a 7.02; las demás interacciones presentaron resultados intermedios y diferentes ( $p \leq 0.05$ ) entre sí (Cuadro 6).

#### **NUMERO DE VASTAGOS.**

EL número de vástagos también tuvo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las interacciones dobles. El mayor número de vástagos lo registraron las plantas de la interacción plástico rojo por condición hídrica 1 (28.33) y los menores, las interacciones plástico rojo por condición hídrica a mitad de la capacidad de campo y plástico azul en combinación con las dos condiciones hídricas, los demás interacciones presentaron valores intermedios (8.51 a 22.51) (Cuadro 6) y semejantes a los demás tratamientos.

#### **DIA DE EMERGENCIA.**

El día de emergencia más largo significativamente ( $p \leq 0.05$ ) se encontró en las plantas que crecieron bajo la influencia de la interacción plástico rojo con la condición hídrica 2 (7.16 días) y los tratamientos que presentaron los periodos más cortos de emergencia fueron los plásticos rojo y azul ambos con la condición hídrica 2 (3.02 y 3.03) días respectivamente, las demás interacciones presentaron valores intermedios (cuadro 6).

#### **PORCENTAJE DE EMERGENCIA.**

Esta variable no fué significativa ( $p \geq 0.05$ ) para ningún caso.

#### **DIA DE MORTANDAD.**

Al igual que en la variable anterior esta variable no fué significativa ( $p \geq 0.05$ ).

#### **PORCENTAJE DE MORTANDAD.**

El porcentaje de mortandad si presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los distintos tratamientos, se tiene que los mayores porcentajes de mortandad se presentaron en las plantas que crecieron bajo el plástico negro en combinación con las dos condiciones hídricas (100% para ambos) y los menores porcentajes de mortandad los presentaron las plantas de los plásticos transparente y rojo ambos con la condición hídrica 1 (13.25 y 7.20% respectivamente), los demás tratamientos fueron intermedios.

**9.1.3.- Valores promedio de las variables de respuestas significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la interacción Tamaño de carióspside por condición hídrica.**

Para la interacción doble Tamaño de carióspside por Condición hídrica como ya se mencionó la única variable que resultó significativa ( $p \leq 0.05$ ) fue el número de hojas. Los valores promedio se presentan en el Cuadro 7.

**CUADRO 7. VALORES PROMEDIO PARA LA INTERACCION TAMAÑO DE CARIOSPSIDE \* CONDICION HIDRICA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA NUMERO DE HOJAS DE *B. gracilis*.**

Tamaño de Carióspside	Condición hídrica	Número de hojas.
4 mm n = 71	1	47.73 A
4 mm n = 98	2	25.42 B
5 mm n = 77	1	51.98 A
5 mm n = 78	2	22.15 B

CH 1 = Capacidad de Campo

CH 2 =  $\frac{1}{2}$  de Capacidad de Campo

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS ( $p \leq 0.05$ )

**NUMERO DE HOJAS.**

Para la variable de respuesta número de hojas, donde el tamaño de carióspside de 4 y 5 mm, en combinación con la condición hídrica 1 fueron las que presentaron el mayor número de hojas significativamente ( $p \leq 0.05$ ) (47.73 y 51.98 respectivamente); y las interacciones tamaño de carióspside de 4 y 5 mm en combinación con la condición hídrica 2 los menores valores ( $p \leq 0.05$ ) 25.42 y 22.15 (Cuadro 7).

**9.1.4.- Valores promedio de las variables de respuesta para la interacción triple Color \* Tamaño de carióspside \* Condición hídrica.**

Las interacciones triples únicamente resultaron significativas para las variables longitud de la parte aérea y peso seco de la raíz junto con estos variables se encuentran las tasas de crecimiento del vástago y de raíz así como sus ecuaciones de crecimiento. Cabe mencionar que las tasas de crecimiento se determinaron solo para la interacción triple pues esta fue la variable de respuesta del trabajo, los valores promedio para estas variables se presentan en el cuadro 8.

CUADRO 8. VALORES PROMEDIO PARA LA INTERACCION TRIPLE (COLOR \* TAMAÑO DE CARIOSIDE \* CONDICION HIDRICA) PARA LAS VARIABLES DE RESPUESTA SIGNIFICATIVA EN *B. gracilis*.

CO	TC	CH	LV (cm)	BR (g)	VASTAGO			RAIZ		
					Ecuación de regresión	R Cuadrada	TCV cm/día	Ecuación de regresión	R cuadrada	TCR cm/día
1 n=26	4	1	53.26 A	0.4757 A	$y = -13.58 + 0.96x$	97.64	0.96	$y = 4.83 + 0.13x$	91.68	0.13
1 n=32	4	2	52.60 A	0.3515 ABC	$y = -15.86 + 0.88x$	97.10	0.88	$y = 4.11 + 0.13x$	90.57	0.13
1 n=25	5	1	60.72 A	0.5680 A	$y = -7.70 + 0.94x$	95.49	0.94	$y = 5.32 + 0.16x$	94.69	0.16
1 n=27	5	2	43.44 ABC	0.2200 BCDE	$y = -2.68 + 1.36x$	96.11	1.36	$y = 3.53 + 0.12x$	91.85	0.12
2 n=25	4	1	49.22 ABC	0.4348 AB	$y = -7.54 + 0.69x$	96.40	0.69	$y = 4.04 + 0.12x$	91.32	0.12
2 n=26	4	2	24.06 CDE	0.0401 E	$y = -0.76 + 0.16x$	99.53	0.16	$y = 0.81 + 0.13x$	99.23	0.13
2 n=20	5	1	43.95 ABC	0.3493 ABCD	$y = -8.44 + 0.85x$	95.40	0.85	$y = 5.43 + 0.13x$	92.68	0.13
2 n=15	5	2	28.80 BCDE	0.0964 E	$y = -0.72 + 0.21x$	98.39	0.21	$y = 1.23 + 0.12x$	99.63	0.12
3 n=11	4	1	19.55 CD	0.0048 E	$y = -1.08 + 0.17x$	96.96	0.17	$y = 0.31 + 0.05x$	92.38	0.05
3 n=20	4	2	10.86 E	0.0027 E	$y = 1.24 + 0.07x$	96.65	0.07	$y = -1.27 + 0.09x$	96.56	0.09
3 n=13	5	1	28.07 BCDE	0.0373 E	$y = -1.48 + 0.23x$	99.00	0.23	$y = 1.84 + 0.08x$	95.34	0.08
3 n=17	5	2	12.17 E	0.0030 E	$y = 0.26 + 0.08x$	98.08	0.08	$y = -0.17 + 0.09x$	96.11	0.09
4 n=09	4	1	37.57 ABCD	0.1385 CDE	$y = -1.64x \wedge 1.19$	92.42	1.19	$y = -3.30x \wedge 1.20$	95.71	1.20
4 n=20	4	2	40.49 ABC	0.0921 CD	$y = -5.25x \wedge 0.32$	97.61	0.32	$y = -0.51 + 0.01x$	91.69	0.01
4 n=19	5	1	47.42 AB	0.3366 ABCD	$y = -1.52x \wedge 1.15$	93.14	1.15	$y = -2.14x \wedge 1.00$	90.89	1.00
4 n=19	5	2	34.21 ABCD	0.1084 CDE	$y = -1.72x \wedge 0.27$	99.30	0.27	$y = -0.59 + 0.01x$	82.92	0.01

CH 1 = Condición hídrica capacidad de campo

CH 2 = Condición hídrica 1/2 de campo

TC 4 = Tamaño de cariósipide de 4 mm

TC 5 = Tamaño de cariósipide de 5 mm

CO 1 = Transparente

CO 2 = Rojo

CO 3 = Azul

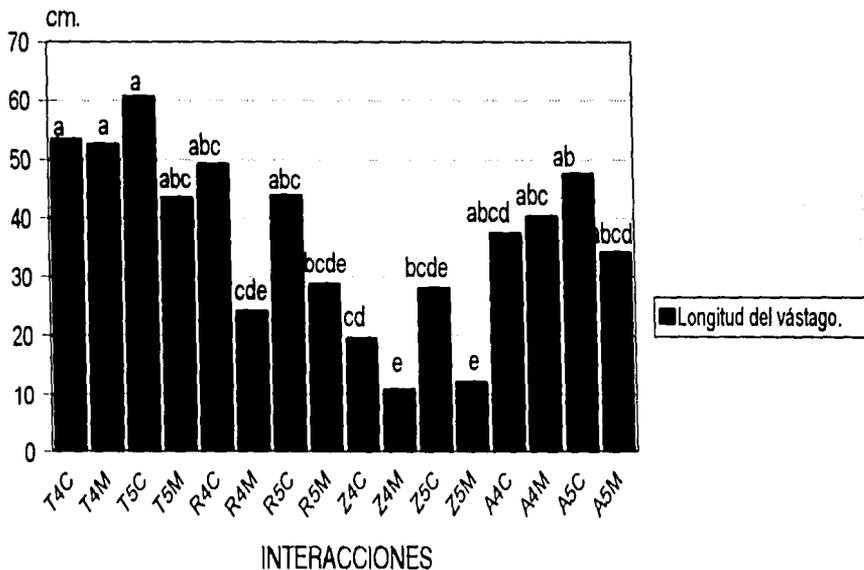
CO 4 = Amarillo

CO 5 = Negro

TCV= Tasa de crecimiento del vástago

TCR= Tasa de crecimiento de la raíz.

Gráfica 11.- Valores promedio de la longitud del vástago para la interacción Color por Tamaño de cariósida por Condición hídrica, para *B. gracilis*.

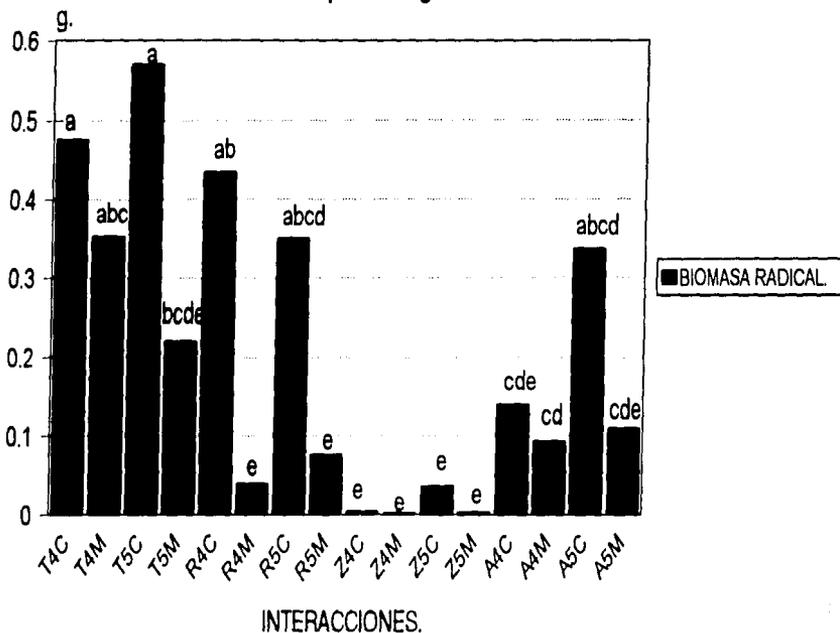


T= transparente R= rojo Z= azul A= amarillo

4= 4mm 5= 5mm C=capacidad de campo M= mitad de la capacidad de campo

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Gráfica 12.- Valores promedio de la biomasa radical para la interacción Color por Tamaño de cariósipide por Condición hídrica , para *B. gracilis*.



T= transparente R= rojo Z= azul A= amarillo

4= 4mm 5= 5mm C= capacidad de campo M= mitad de la capacidad de campo.

Literales diferentes son significativas ( $p \leq 0.05$ ).

**INTERPRETACION DE LA SIMBOLOGIA DE LAS INTERACCIONES TRIPLES DE LA GRAFICA 11 Y 12.**

INTERACCION	INTERPRETACION
T4C	Transparente por tamaño de cariósido de 4 mm por capacidad de campo
T4M	Transparente por tamaño de cariósido de 4 mm por la mitad de la capacidad de campo
T5C	Transparente por tamaño de cariósido de 5 mm por capacidad de campo
T5M	Transparente por tamaño de cariósido de 5 mm por la mitad de la capacidad de campo
R4C	Rojo por tamaño de cariósido de 4 mm por capacidad de campo
R4M	Rojo por tamaño de cariósido de 4 mm por la mitad de la capacidad de campo
R5C	Rojo por tamaño de cariósido de 5 mm por capacidad de campo
R5M	Rojo por tamaño de cariósido de 5 mm por la mitad de la capacidad de campo
Z4C	Azul por tamaño de cariósido de 4 mm por capacidad de campo
Z4M	Azul por tamaño de cariósido de 4 mm por la mitad de la capacidad de campo
Z5C	Azul por tamaño de cariósido de 5 mm por capacidad de campo
Z5M	Azul por tamaño de cariósido de 5 mm por la mitad de la capacidad de campo
A4C	Amarillo por tamaño de cariósido de 4 mm por capacidad de campo
A4M	Amarillo por tamaño de cariósido de 4 mm por la mitad de la capacidad de campo
A5C	Amarillo por tamaño de cariósido de 5 mm por capacidad de campo
A5M	Amarillo por tamaño de cariósido de 5 mm por la mitad de la capacidad de campo

---

En relación a los valores presentados en el cuadro 8 se tiene lo siguiente.

#### **LONGITUD DEL VÁSTAGO.**

La interacción triple presentó un efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) solamente para la longitud del vástago y para la biomasa de la raíz (Cuadro III del apéndice).

La longitud del vástago resultó mayor en las plantas de la interacción plástico transparente x tamaño de carióspside 4 mm x ambas condiciones hídricas y para la interacción plástico transparente x tamaño de carióspside 5 mm x la condición hídrica 1, y la menor longitud del vástago se obtuvo en las plantas del plástico azul x tamaño de carióspside de 4 y 5 mm x ambas condiciones hídricas (Cuadro 8), todas las interacciones restantes presentaron valores intermedios e iguales y diferentes entre sí (Gráfica 11 y cuadro VI del apéndice).

#### **BIOMASA DE LA RAIZ.**

De la misma manera para esta variable hubo diferencia ( $p \leq 0.05$ ) entre las diferentes interacciones, donde las plantas que crecieron bajo la influencia de las interacciones, plástico transparente \* tamaño de carióspside de 4 mm \* condición hídrica 1 y plástico transparente \* tamaño de carióspside de 5 mm \* condición hídrica 1 presentaron la mayor biomasa ( $p \leq 0.05$ ) radical con valores de 0.4757 y 0.5680 g, respectivamente; y las interacciones que presentaron la menor cantidad de biomasa ( $p \leq 0.05$ ) fueron plástico rojo \* tamaño de carióspside de 4 mm \* condición hídrica 2, plástico rojo \* tamaño de carióspside de 5 mm \* condición hídrica 2 y las interacciones plástico azul con los dos tamaños de carióspside y en combinación con las dos condiciones hídricas, con valores que oscilan entre 0.0027 y 0.0964 (Cuadro 8); las otras interacciones presentan valores intermedios y semejantes ( $p \geq 0.05$ ) que los tratamientos anteriores (Gráfica 12 y cuadro VI del apéndice).

#### **CRECIMIENTO DEL VÁSTAGO.**

Para el crecimiento del vástago, las regresiones fueron significativas ( $p \leq 0.05$ ) para todos los tratamientos estudiados. Las plantas que crecieron bajo la influencia de los plásticos transparente, rojo y azul en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas presentaron regresiones lineales, en donde se observa que las mayores tasas de crecimiento lo presentan las plantas del plástico transparente en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas con valores que van de 0.88 a 1.36 cm/día, las menores tasas de crecimiento las presentaron las plantas del plástico azul con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas con valores de 0.07 a 0.23 cm/día (cuadro 8).

Las plantas del plástico amarillo en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas presentaron regresiones de tipo potencial significativas ( $p \leq 0.05$ ), donde se observa que el plástico amarillo con los dos tamaños de carióspside y la condición hídrica 1 presentaron las mayores tasas de crecimiento (1.15 y 1.19 cm/día) y los otros dos tratamientos las menores tasas (0.27 y 0.32 cm/día) (Cuadro 8).

---

### **CRECIMIENTO DE LA RAIZ**

Para el crecimiento de la raíz, se tiene un comportamiento muy similar, al del crecimiento del vástago. Las regresiones también fueron significativas ( $p \leq 0.05$ ) para todos los tratamientos estudiados. Donde las plantas de los plásticos transparente, rojo y azul en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas presentaron regresiones de tipo lineal significativas ( $p \leq 0.05$ ), en donde las plantas de los plásticos

transparente y rojo en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas presentaron las mayores tasas de crecimiento y que éstos son muy semejantes entre sí con valores que van de 0.12 a 0.16 cm/día y las del plástico azul en combinación con los dos tamaños de carióspside y las dos condiciones hídricas las menores (0.05 a 0.09 cm/día) Cuadro 8.

Las plantas que se desarrollaron bajo el plástico amarillo con tamaño de carióspside 4 mm y 5 mm en combinación con la condición hídrica 1 presentaron regresiones significativas ( $p \leq 0.05$ ) del tipo potencial donde las tasas de crecimiento van de 1.0 a 1.2 cm/día y este mismo plástico con los dos tamaños de carióspside pero ahora para la condición hídrica 2 presentaron regresiones significativas ( $p \leq 0.05$ ) del tipo exponencial, en donde las tasas de crecimiento resultaron iguales (0.01 cm/día ) para estos dos tratamientos (Cuadro 8).

---

## 10.- DISCUSION DE RESULTADOS

### 10.1.- SEGUNDO EXPERIMENTO.- "EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIÓPSIDE, CONDICIÓN HÍDRICA Y LONGITUD DE ONDA EN EL CRECIMIENTO POSTEMERGENTE DE *B. gracilis*"

Se discuten los resultados para cada uno de los tres factores de manera independiente y posteriormente con sus respectivas interacciones.

#### PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

La condición hídrica no fué un factor que determinara el porcentaje de sobrevivencia, con lo cual se tiene que ambas condiciones hídricas permitieron la sobrevivencia de las plantas de *B. gracilis* hasta su establecimiento.

El tamaño de cariósido en forma independiente, tampoco tuvo efecto significativo ( $p \geq 0.05$ ) sobre el porcentaje de sobrevivencia. El factor longitud de onda sin embargo, si presentó efecto sobre esta variable, los plásticos transparente y rojo proporcionaron los mayores porcentajes de sobrevivencia, el primer caso se explica porque este favorece algunos rasgos morfológicos como: tallos más gruesos, internodos más cortos, ramificación más prolífica, raíces más largas, más numerosas y más ramificadas (Daubenmire, 1979). Por lo tanto, el desarrollo de la planta no se ve afectado, por otro lado, el resultado obtenido en el plástico rojo se explica porque es en este espectro de luz donde se tiene uno de los picos de eficiencia de la fotosíntesis (Bidwell, 1990; Ray, 1985).

La interacción longitud de onda por condición hídrica mostró que en los plásticos transparente y rojo con la condición hídrica a capacidad de campo existió mayor sobrevivencia (86.75-92.80%) esto se explica como ya se habia mencionado porque en uno existe todo el espectro visible y el otro porque es en donde se tiene uno de los picos más altos del proceso de fotosíntesis y además en este tratamiento el agua no fue un factor limitante (Graulach y Adams, 1990), por otro lado, hay que recordar que *B. gracilis* presenta la ruta fotosintética C4 donde la fotosíntesis requiere de altas temperaturas y radiaciones solares para realizar la fotosíntesis y establecerse, requisitos que se cumplen al utilizar los plásticos transparente y rojo (Hess, 1980).

#### DÍA Y PORCENTAJE DE EMERGENCIA

La condición hídrica tuvo un efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) para el día de emergencia, donde la condición hídrica a capacidad de campo presentó plantas que emergieron más rápido (3.7 días) así mismo, bajo esta misma condición hídrica se presentó un mayor porcentaje de emergencia (81.5%) (cuadro 5) lo cual es importante para el establecimiento de *B. gracilis*. Weaver, (1930) y Riegel (1982); mencionan que las semillas de navajita azul empiezan a emerger en un lapso de 3 días a 2 semanas y que se requiere de suelos húmedos

---

bien aireados a una profundidad de 1.0 a 2.0 cm., para desarrollar un sistema de raíces adventicias permanentes (Wilson y Briske, 1979).

Por otro lado, la condición hídrica a la mitad de la capacidad de campo requirió de un mayor número de días ( 7.67 días) para tener un 77.2% de emergencia que estadísticamente fue igual ( $p \geq 0.05$ ) a el porcentaje obtenido en la condición hídrica a capacidad de campo. Este número de días se debe a que con una menor cantidad de agua en el suelo, las carióspsides requirieron de más días para embeberse y germinar (Hartman y Kester, 1995). En este caso la velocidad de emergencia es determinante pues se observa que entre más lenta sea ésta la sobrevivencia será afectada.

El tamaño de carióspside no fué significativo ( $p \geq 0.05$ ) sobre el día y porcentaje de emergencia, al igual que la longitud de onda; así como también las diferentes interacciones.

#### **LONGITUD DE LA RAZ**

Cornish *et al.* (1984), Ries y Svejcar (1991), encontraron que un buen desarrollo de raíces adventicias reduce la transpiración de los vástagos dentro de los 15 días después de la emergencia y reduce la parte aérea y el desarrollo de renuevos dentro de las 3 a 5 semanas después de la siembra.

La condición hídrica no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) para la longitud de la raíz, esto sin tomar en cuenta la longitud de onda y el tamaño de carióspside; tanto la condición hídrica a capacidad de campo como la mitad de está permitieron el desarrollo de las raíces necesarias para la sobrevivencia de la planta. De acuerdo a McIntyre (1987), el efecto fundamental del agua en el crecimiento y metabolismo, sugiere que el agua juega un papel importante en la evolución de los diferentes mecanismos fisiológicos que regulan el patrón de desarrollo de la planta. Briske (1978) y Briske y Wilson, (1977) encontraron que las raíces adventicias de plántulas de *B. gracilis* pueden ser iniciadas a potenciales hídricos del suelo muy bajos siempre y cuando la raíz seminal esté creciendo en suelo húmedo.

El tamaño de carióspside si presentó un efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) sobre la longitud de la raíz. El tamaño de carióspside de 5 mm proporcionó la mayor longitud de la raíz. Esto coincide con los resultados obtenidos por Carren *et al.*, (1987 a y b) donde al estudiar diferentes tamaños de carióspsides encontraron que el peso elevado de las mismas estaba asociado con una mayor longitud de raíces, mayor emergencia y peso del tallo.

Para el factor longitud de onda, los plásticos transparente, rojo y amarillo presentaron plantas con las mejores longitudes de raíz, estas fueron iguales entre sí ( $p \geq 0.05$ ) y diferentes significativamente ( $p \leq 0.05$ ) a las plantas del plástico azul que presentaron la longitud radical menor, esto se atribuyó a que las temperaturas registradas en estos colores fueron mayores a las temperaturas registradas en el plástico azul ( cuadro IV del apéndice) acelerando el metabolismo de la planta manifestándose en una longitud de la raíz mayor. Por otro lado aunque en el plástico azul la longitud radical haya sido menor no significa que estas plantas no se hayan establecido puesto que la longitud radical es muy importante para ello, pero de acuerdo a otro parámetro de gran influencia como lo es la razón raíz vástago,

---

las plantas obtenidas en este plástico presentaron la mayor razón y por lo tanto de acuerdo a Fischer y Turner, 1978; Simanton y Jordan (1986) estas son plantas que resistirían la sequía.

Por otro lado, con la longitud de onda de los plásticos rojo y azul se promueve una mayor fotosíntesis (Bidwell, 1990; Ray, 1985), además de que esto se relaciona con lo que menciona Kemp y Willians (1980) *B. gracilis* es favorecida por temperaturas cálidas con puntos óptimos para la fotosíntesis en los rangos de 25°C a 40°C y las temperaturas registradas bajo estos plásticos se encontraron dentro de este rango (cuadro IV del apéndice).

La interacción longitud de onda por condición hídrica fue la única que resultó significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la variable longitud de la raíz donde la mejor interacción resultó con los plásticos transparente y rojo en combinación con la condición hídrica a capacidad de campo y con el plástico amarillo con la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo; este resultado permite hacer la observación que si el agua es un factor limitante, se puede utilizar el plástico de color amarillo con una cantidad de agua menor y proporcionará longitudes de raíces favorables para el establecimiento y sobrevivencia del zacate. Wheeler *et al.* (1987) menciona que las raíces absorben los nutrimentos y el agua necesaria para el sostenimiento de la planta; el crecimiento de las raíces y su eficiencia funcional juegan un papel importante en la determinación del crecimiento de los zacates, en su establecimiento y sobrevivencia.

En conclusión para la longitud de la raíz se tiene que el mejor tratamiento para el desarrollo de está son los plásticos transparente y rojo pero ambos con la condición hídrica a capacidad de campo sin importar el tamaño de cariósido

#### LONGITUD DEL VÁSTAGO

La condición hídrica afectó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) a esta variable. La mejor fue la condición hídrica a capacidad de campo la cual proporcionó las plantas con las mayores alturas del vástago. Mott y McComb (1972) consignan que las cantidades de biomasa son mayores cuando el régimen de agua es mayor, pues a mayor disponibilidad de agua hay una mayor producción de tejido vivo; además de la presencia de raíces adventicias. Hyder *et al.* (1971); Sims *et al.* (1973) y Mckell (1972) mencionan que las plantas deben desarrollar un área foliar capaz de fotosintetizar para que aseguren su establecimiento.

Hyder *et al.* (1971) establece que en *B. gracilis* la cantidad de área foliar que puede soportar el sistema de raíces llega a un máximo a los 68 días después de la emergencia; sin embargo, nuestros resultados demuestran que esta se puede mantener hasta los 144 días después de la emergencia.

El tamaño de cariósido no presentó efecto significativo ( $p \geq 0.05$ ) sobre esta variable.

La longitud de onda si presentó efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) sobre la longitud del vástago. El plástico transparente proporcione plantas con la mayor longitud del vástago; de acuerdo a Morales (1995), la luz visible favorece la fotosíntesis que es a su vez responsable

---

de la biomasa vegetal. Breedmose (1994) encontró que la mayor intensidad de luz, elevó la temperatura del aire y la temperatura del follaje, por lo que hubo una mayor intercepción de luz y se logró un incremento en el vigor de la planta. Este plástico además de proporcionar plantas con una mayor longitud del vástago también proporcionó una mayor biomasa aérea, número de hojas y vástagos así como una mayor sobrevivencia y por lo tanto una menor mortandad.

Por otro lado, Ray (1985) menciona que la respuesta fotomorfogénica muestra una característica en extremo peculiar: el efecto de la luz roja (o del espectro visible, la cual da el mismo resultado) es nulado por completo si la luz roja lejano (730 nm) se aplica poco después de la exposición a la luz roja o blanca. Los procesos que son inhibidos por la luz roja, tales como la elongación del tallo, son estimulados por el rojo lejano, el efecto de la luz roja lejano es siempre antagónico al de la luz roja, por lo tanto, la luz roja favorece el proceso de morfogénesis y el infrarrojo o rojo lejano lo inhibe. Este proceso lo lleva a cabo el pigmento receptor llamado fitocromo.

La luz solar contiene las dos longitudes de rojo y rojo lejano, pero es tan efectivo como la iluminación con luz roja en la estimulación de la germinación, debido a que la reacción que convierte el pigmento P660 (forma inactiva) en P730 requiere tan sólo una cuarta parte aproximadamente de la energía de su reconversión, por el rojo lejano, al cabo de un cierto tiempo con luz solar; por lo tanto, la mayor parte del pigmento está en forma activa (Ray, 1985; Villiers, 1979).

Hartman y Kester (1995) mencionan que para producir plantas robustas, se debe emplear luz con un espectro equilibrado, los plásticos rojo y amarillo proporcionan longitudes de onda intermedias al del espectro visible (cuadro IV del apéndice). Las menores longitudes del vástago se observaron en el plástico azul, lo cual coincide con los resultados de Cosgrove y Green (1981), los cuales consignan que la irradiación azul con una longitud de onda menor a la de los plásticos rojo y amarillo induce a una rápida suspensión del crecimiento del tallo, para el caso particular del pepino (*Cucumis sativus* L.) y el girasol (*Helianthus annuus* L.). Además de que de acuerdo a Ray (1985) la luz azul es poco efectiva en el proceso morfogénico y Daubenmire (1979) menciona que los rayos azules y violeta constituyen las longitudes de onda más importantes que rigen la diferenciación y, así mismo, puede decirse que su acción impide el crecimiento o desarrollo.

De las interacciones dobles la única que resultó significativa ( $p \leq 0.05$ ) fue la longitud de onda por la condición hídrica. Las combinaciones que proporcionaron las plantas con las mayores longitudes del vástago fueron: los plásticos transparente y amarillo con las dos condiciones hídricas utilizadas y el plástico rojo con la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo, aunque en esta interacción se observó que el efecto de los plásticos antes mencionados fueron iguales estadísticamente ( $p \geq 0.05$ ) si se observó que bajo el plástico transparente crecieron las plantas con las mayores longitudes del vástago. En relación a la condición hídrica aunque esta tampoco proporcionó diferencias estadísticas ( $p \geq 0.05$ ) al analizar el factor solo, si se observó que fue la condición hídrica a capacidad de campo la que proporcionó las mayores longitudes del vástago.

---

La interacción triple: longitud de onda por tamaño de carióspside por condición hídrica, también fue significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la longitud del vástago. Las interacciones plástico transparente por tamaño de carióspside de 4 mm con ambas condiciones hídricas y el plástico transparente con tamaño de carióspside de 5 mm y condición hídrica a capacidad de campo proporcionaron las plantas con las mejores longitudes del vástago; en conclusión el plástico transparente es el que proporcionó plantas con la mayor longitud del vástago en relación a las demás longitudes de onda estudiadas, por lo que ya se analizó anteriormente del efecto de la luz en la morfogénesis vegetal (Ray, 1985). El tamaño de carióspside aunque no sea diferente estadísticamente, si se observó que el de 5 mm fue mejor y lo mismo ocurrió con la condición hídrica; donde a capacidad de campo se obtuvieron los mejores resultados, por lo tanto, la interacción plástico transparente por tamaño de carióspside de 5 mm por la condición hídrica a capacidad de campo fue la que dio las plantas con las mejores longitudes del vástago.

Las interacciones que proporcionan plantas con la mayor longitud del vástago también son las que proporcionan una mayor longitud y crecimiento de la raíz (cuadro 8) lo cual conjuntamente interacciona para dar una mayor sobrevivencia al final del experimento.

#### RAZON RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA LONGITUD

En las zonas áridas, la mayoría de las especies poseen raíces más largas que los vástagos, que les permiten explorar el suelo para adquirir el agua y los nutrimentos necesarios para su establecimiento. Por esto las razones raíz / vástago son mayores en especies de zonas áridas (Fischer y Turner, 1978).

La condición hídrica para esta variable fue diferente significativamente ( $p \leq 0.05$ ) la mayor razón se encontró a capacidad de campo, lo cual sería contradictorio a lo antes expuesto pues se esperaría obtener mayores razones a una menor humedad. Por otro lado, Davidson (1969) menciona que las razones raíz/ vástago son afectadas por la humedad del suelo, así como también es sensible a cambios ambientales y edad de la planta.

Simanton y Jordan (1986), Wright y Streetman (1960) mencionan que la razón r/v es una adaptación ambiental a factores limitativos y es muy importante en la sobrevivencia de las plantas, además mencionan que esta razón es una característica morfológica de resistencia a la sequía; sin embargo para Christie (1984) las altas razones r/v en gramíneas reflejan una adaptación al pastoreo más que a la sequía.

El tamaño de carióspside no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). La longitud de onda para esta variable si presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La mayor razón r/v se presentó en las plantas que crecieron bajo el plástico azul, donde la raíz fue mayor que el vástago a diferencia de las plantas de los otros plásticos que aunque tenían longitudes de la raíz mayores la parte aérea también era mayor. Por lo que las plantas obtenidas en este plástico aunque no fueron vigorosas si son plantas que se establecieron, los porcentajes de sobrevivencia para estas plantas se encuentran entre los intermedios y las tasas de crecimiento de la raíz son de las más bajas que se obtuvieron, oscilando entre 0.05 a 0.09

---

cm/ día y que por lo tanto de acuerdo a Simanton y Jordan (1986) y Christie (1984) podrían resistir la sequía y el pastoreo. Aunque las plantas obtenidas en el plástico transparente presenten la menor razón r/v en longitud, indica que no resistirán tanto a la sequía ya que su área foliar es grande y por lo tanto la pérdida de agua también lo cual provocará altas tasas de desecación y menor formación de raíces; pero si son plantas que puedan ser utilizadas para forraje en cultivos controlados puesto que también lograron establecerse con esta área foliar entonces las plantas no tendrán problemas y resistirán un pastoreo moderado puesto que tienen un mayor número de vástagos y por lo tanto hay una mayor probabilidad de generar renuevos que en plantas con menor número de vástagos.

En relación a las interacciones, la única interacción que resultó significativa ( $p \leq 0.05$ ) fue la longitud de onda por la condición hídrica. La combinación del plástico azul con la condición hídrica a la mitad de la capacidad de campo proporcionó las plantas con la razón r/v más alta. Esto se debe a que en el plástico azul se inhibe el crecimiento del vástago; además hay que recordar que bajo esta longitud de onda la temperatura fue menor en comparación con los demás plásticos, lo que se vio reflejado en la tasa de transpiración que fue menor favoreciendo así al sistema radical a inhibiendo el sistema caulinar (Greluch y Adams, 1990); además de que esta interacción dentro de los tratamientos con el plástico azul es la que proporcionó una mayor sobrevivencia que comparada con las demás interacciones es intermedia estadísticamente. El haber obtenido este resultado en la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo se debe a que las altas razones r/v permiten a la planta establecerse bajo condiciones de sequía tal y como lo mencionan Fischer y Turner (1978).

#### **RAZON RAIZ/VÁSTAGO EN RELACIÓN A LA BIOMASA.**

Para esta variable ni la condición hídrica ni el tamaño de cariópside resultaron ser significativos ( $p \geq 0.05$ ). En cambio, las diferentes longitudes de onda si presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre sí. Las plantas del plástico rojo presentaron la mayor razón y las del azul el valor menor. En relación a este último plástico, se tiene que aunque haya presentado plantas con la mayor razón r/v en longitud no necesariamente debe poseer un mayor peso, esto apoyado por Walters y Freeman (1983), que han demostrado que la rápida elongación de la raíz en plántulas no necesariamente implica una alta proporción en la razón r/v en relación a la biomasa. Por lo tanto las plantas del plástico azul que presentaron longitudes largas estaban acompañadas de plantas poco pesadas y las del plástico rojo que presentaron longitudes menores pero con plantas más pesadas permitió una mayor sobrevivencia pero dadas las características de las plantas se puede decir, que las plantas del plástico azul son buenas para la sequía y las rojas para el pastoreo dado que poseen un a mayor longitud del vástago, un mayor numero de hojas y de vástagos.

En relación a las interacciones, la interacción que fué significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta variable fue la longitud de onda por la condición hídrica. La interacción que presentó las plantas con la mayor razón r/v en biomasa fué el plástico rojo por la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo, lo cual es apoyado por el resultado de la longitud del vástago. Esta interacción presentó las plantas con la menor longitud del vástago con un peso

---

bajo y raíces largas que proporcionaron una razón alta en la razón r/v en relación a la biomasa.

En conclusión: la mayor razón raíz / vástago de las plantas en cuanto a la condición hídrica es mejor en la condición a capacidad de campo, el tamaño de carióspside no influye sobre esta y el plástico azul es el que proporciona las plantas con una mayor razón pero de acuerdo a las interacciones la combinación que proporciona la mayor razón son las plantas del plástico azul con la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo, por lo tanto, este es el mejor tratamiento.

### **BIOMASA DEL VÁSTAGO Y DE LA RAÍZ**

Para estas dos variables la condición hídrica fue significativa ( $p \leq 0.05$ ). La condición hídrica a capacidad de campo proporcionó la mayor biomasa tanto para la parte aérea como para la raíz. Mott y McComb (1972) y Flores (1994) apoyan estos resultados ya que consignan que a una mayor humedad existe una mayor biomasa vegetal.

El tamaño de carióspside no fue significativo ( $p \geq 0.05$ ). En cambio las longitudes de onda utilizadas sí presentaron diferencias ( $p \leq 0.05$ ). El comportamiento de los diferentes plásticos de colores fué el mismo para la biomasa del vástago como para la biomasa de la raíz. El plástico transparente fué el que presentó las plantas con las mayores biomásas de vástago y raíz ( 0.717 y 0.427 g respectivamente), esto como consecuencia de que fue en este plástico donde se obtuvo la mayor longitud y número de vástagos y una mayor longitud radical.

El plástico azul presentó los valores más bajos significativamente ( $p \leq 0.05$ ) de biomasa aérea y radical, esto puede explicarse a que la temperatura existente bajo este plástico era la más baja de los cuatro plásticos utilizados (cuadro IV del apéndice.) entonces la temperatura del aire y del follaje era baja también por lo tanto, no hubo una intercepción de luz adecuada para lograr un mejor vigor de la planta (Breedmose, 1994). Además de que de acuerdo a Ray (1985) la luz azul es poco efectiva en el proceso morfogénético.

La interacción longitud de onda por condición hídrica resultó significativa ( $p \leq 0.05$ ) para estas dos variables. La interacción plástico transparente por la condición hídrica a capacidad de campo fue la que proporcionó plantas con las mayores biomásas tanto del vástago como de la raíz. Este resultado como consecuencia de lo antes expuesto de acuerdo a Breedmose (1994), Mott y McComb (1972) y Flores (1994).

La interacción triple longitud de onda por tamaño de carióspside por condición hídrica, únicamente fue significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la biomasa radical. La mejor interacción resultó ser plástico transparente para los dos tamaños de carióspside ( 4 y 5 mm) por la condición hídrica a capacidad de campo. Aunque estadísticamente estas interacciones sean iguales ( $p \geq 0.05$ ) si se observa que la interacción con el tamaño de carióspside de 5 mm proporciono las plantas con la mayor biomasa. Según Carren *et al.* (1987 a y b) a mayor peso y tamaño de la carióspside mayor longitud de la raíz.

---

## **NUMERO DE HOJAS Y DE VASTAGOS**

La condición hídrica fue diferente significativamente ( $p \leq 0.05$ ) tanto para el número de hojas, como para el número de vástagos. Para las dos variables la condición hídrica a capacidad de campo proporcionó el mayor número. De acuerdo a Riegel (1982) la humedad es uno de los factores limitativos más importantes del crecimiento; las plantas de *B. gracilis* crecen bajo condiciones óptimas de humedad produciendo más de 400 tallos y muchas raíces durante el primer año. Para el crecimiento bajo condiciones de sequía y competencia con hierbas, produce al final del primer año 20 tallos y 15 raíces; las cuales llegan a una profundidad de solo 45.7 cm.

Por otro lado, Jones y Lazenby (1988); mencionan que la tasa de formación de vástagos es altamente dependiente de la temperatura, temperaturas altas aceleran la producción de vástagos, pero principalmente favorecen un incremento en la tasa foliar y en la producción de yemas.

El tamaño de carióspside fué significativo ( $p \leq 0.05$ ) para el número de vástagos y no para el número de hojas. El tamaño de carióspside de 4 mm proporcionó el mayor número de vástagos y lo que se esperaba era obtener mejores resultados con el tamaño de carióspside de 5 mm; por ser de acuerdo a Carren *et al.* (1987 a) carióspsides con mayor vigor y por lo tanto presentan mejores características; sin embargo las diferencias que no permiten la observación de un comportamiento definido quizás sean debido a la no significancia en el tamaño de carióspsides.

El comportamiento de los distintos plásticos de colores utilizados fue el mismo para las dos variables: el plástico transparente fué el que proporcionó el mayor número tanto de hojas como de vástagos, esto relacionado a que este plástico presentó la mayor longitud y biomasa aérea.

Por otro lado, la interacción tamaño de carióspside por condición hídrica fue significativo ( $p \leq 0.05$ ) nada más para el número de hojas, donde la interacción de los dos tamaños de carióspside (4 y 5 mm) con la condición hídrica a capacidad de campo fueron las que proporcionaron el mayor número de hojas con esto se tiene que es el factor que ejerce mayor influencia es la condición hídrica; por otro lado, aunque estadísticamente estas dos interacciones resultaron iguales ( $p \geq 0.05$ ) se observa que la condición hídrica a capacidad de campo con el tamaño de carióspside de 5 mm presentó el mayor número de vástagos Carren *et al.* (1987 a).

## **DIA Y PORCENTAJE DE MORTANDAD.**

Para estas dos variables ni la condición hídrica ni el tamaño de carióspside presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). Con este resultado se puede concluir que la condición hídrica a mitad de la capacidad de campo no fue un factor limitativo para la sobrevivencia de *B. gracilis* ya que esta condición de humedad permitió el desarrollo de las raíces adventicias. Tadmor y Cohen (1968) mencionan que la humedad es un factor limitativo en el desarrollo de las raíces adventicias.

---

La longitud de onda si presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). Los plásticos transparente y azul fueron iguales entre si ( $p \geq 0.05$ ) sus plantas presentaron mortandad a una edad más avanzada (59-64 días después de la siembra). En este caso el plástico transparente va asociado con el menor porcentaje de mortandad y por lo tanto con el mayor porcentaje de sobrevivencia junto con el plástico rojo. En cambio el plástico negro en donde si hubo emergencia en un 80 %, la mortandad fue muy grande (100 %) a los 27 días después de la siembra.

Esto último va sustentado en los estudios de Roohi *et al.* (1991) ellos estudiaron los efectos de la luz sobre la formación de las raíces adventicias en las plántulas de *B. gracilis* y encontraron que aquellas que crecen en luz continua presentan formación de raíces adventicias y las plántulas que crecieron en obscuridad no forman raíces adventicias por lo que las plántulas mueren, por lo tanto, las plántulas de *B. gracilis* no necesitan luz para germinar pero si para que estas formen sus raíces adventicias (Wilson 1976; Holman y Wilfried 1939 citado por Orozco 1993), las cuales son necesarias para la posterior sobrevivencia de la plántula ya que la raíz seminal, solo permanece por 4-6 semanas y de ahí que la mortandad se presentara al día 27 después de la siembra. Además de que a nivel bioquímico, se requiere de la presencia de la luz para el último paso en la síntesis de la clorofila, la conversión de la protoclorofila amarillenta en clorofila verde (Ray, 1985) y esta es la que se requiere para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis para que la planta elabore su alimento.

#### CRECIMIENTO DEL VÁSTAGO

Dentro de los tratamientos que presentaron regresiones del tipo lineal, el que proporcionó la mayor tasa de crecimiento (1.36 cm por día) fue: el plástico transparente con tamaño de cariósido de 5 mm y condición hídrica a mitad de la capacidad de campo (cuadro 8), la gráfica que representa el comportamiento de esta regresión indica que el crecimiento es directamente proporcional al tiempo, el haber obtenido la mayor tasa de crecimiento no implica que al final del experimento las plantas hayan presentado la mayor longitud; sin embargo, dentro de los tratamientos con plástico transparente este fue el que proporciono la menor longitud del vástago (cuadro 7) lo cual es importante, ya que para el establecimiento es requisito la formación primero de un sistema radical ya que de lo contrario se favorecen las tasas de evaporación que provocarán la desecación de la planta.

Las plantas que se establecieron bajo el plástico de color azul fueron las que presentaron las menores tasas de crecimiento del vástago (0.07-0.23 cm por día) (cuadro 8), lo que se vio reflejado en las alturas más pequeñas obtenidas al final del experimento (10.9 a 16.4 cm) (cuadro 8).

Las plantas bajo el plástico amarillo presentaron regresiones de tipo potencial, el cual se caracteriza por un crecimiento lento al principio y después este se dispara. La mayor tasa de crecimiento se dio con la condición hídrica a capacidad de campo y el tamaño de cariósido de 4 mm (1.19 cm/día) (cuadro 8). Aunque la tasa de crecimiento en un

---

principio sea lenta al final del experimento se obtuvieron plantas con una altura intermedia comparada con los demás plásticos y la sobrevivencia de esta interacción fué intermedia.

#### **CRECIMIENTO DE LA RAZA**

Wilson *et al.* (1976) y Sims *et al.* (1973), mencionan que una rápida elongación radical es un prerrequisito que puede facilitar el establecimiento exitoso de los zacates.

Dentro de los tratamientos que presentaron regresiones del tipo lineal (cuadro 8) el que proporcionó la mayor tasa de crecimiento (0.16 cm por día) fue el tratamiento con plástico transparente con tamaño de cariósido de 5 mm y condición hídrica a capacidad de campo, este resultado se debió probablemente a que las plantas del plástico transparente también presentaron la mayor longitud radical (cuadro 5) y a que el tamaño de cariósido de 5 mm estadísticamente también fué el que presentó la mayor longitud de la raíz (cuadro 5) se confirma otra vez que la luz visible es la que promueve un mayor desarrollo.

Las plantas bajo el plástico azul presentaron las menores tasas de crecimiento de raíz (0.05-0.09 cm por día) y por lo tanto al final del experimento presentaron las menores longitudes de esta (11.0-11.6 cm) (cuadro 6).

Tadmore y Cohen (1968) mencionan que dentro de unas cuantas horas o días de germinación, la rápida elongación de la raíz dentro del suelo relativamente húmedo es un prerrequisito para el establecimiento exitoso de los zacates.

Por otro lado, dentro de estas regresiones la tasa promedio de crecimiento de la raíz es de 11 mm por día. Wilson y Briske (1979) encontraron que las tasas de elongación de la raíz seminal de *B. gracilis* (*B. gracilis* (H.B.K.) Lag. Ex Griffiths) son de 6 a 10 mm por día, para asegurar el establecimiento y Orozco en (1993) reportó 11 mm con éxito en el establecimiento de dicha especie. También las tasas de crecimiento de raíz de las plantas bajo el plástico amarillo en combinación con los dos tamaños de cariósido y ambos con la condición hídrica a capacidad de campo presentaron también las tasas más altas de crecimiento de la raíz (1.0-1.2 cm por día) (cuadro 9); sin embargo, las regresiones son del tipo potencial, donde el crecimiento de las raíces en los primeros días es muy lento y posteriormente llega a un punto en el cual se dispara abruptamente a diferencia de la gráfica de regresiones del tipo lineal, donde el crecimiento es directamente proporcional al tiempo. Las plantas del plástico amarillo con los dos tamaños de cariósido y la condición hídrica a la mitad de la capacidad de campo presentaron las menores tasas de crecimiento (0.01 cm/día) y la gráfica que las representa es una regresión del tipo exponencial, donde el crecimiento de la raíz es al principio muy lento y al llegar a un punto el crecimiento de esta se acelera con gran rapidez, por lo que aunque se tenga un crecimiento muy lento al final este es suficiente para la sobrevivencia y establecimiento de la planta; al final de 150 días la longitud de la raíz fué de 24.86 cm. (Cuadro 6) esto sin tomar en cuenta el tamaño de cariósido.

---

## 11.- CONCLUSIONES SEGUNDO EXPERIMENTO

La condición hídrica a capacidad de campo de manera independiente fue mejor para las variables: longitud del vástago, razón raíz/vástago en relación a la longitud y a la biomasa, biomasa del vástago y de la raíz, número de hojas y vástagos y día de emergencia. La hipótesis es aceptada.

El tamaño de carióspside fue significativo para la longitud radical, donde el mejor tamaño fue el de 5 mm y para el número de vástagos donde el mejor fue el de 4 mm. Para *Bouteloua gracilis* la longitud y biomasa radical son prerrequisitos para su establecimiento, por lo que el tamaño de carióspside de 5 mm sería el mejor.

La longitud de onda del plástico transparente permitió el desarrollo de plantas con una mayor longitud de vástago y de raíz, mayor número de hojas, vástagos y biomasa aérea y radical, así como una mayor sobrevivencia. Lo cual confiere una aceptación parcial de la hipótesis.

El plástico rojo también permitió el desarrollo de plantas con buen vigor, sin embargo la sobrevivencia fue menor.

El plástico azul de manera independiente no permitió que la planta desarrollará características buenas (número de hojas, longitud del vástago, etc.), ya que la irradiación azul es muy poco efectiva para el proceso morfogénético impidiendo el crecimiento y/o desarrollo de las mismas, sin embargo estas plantas presentaron la mayor razón raíz/vástago.

La interacción triple plástico transparente por condición hídrica a capacidad de campo por tamaño de carióspside 4 y 5 mm., favorecen la longitud y tasa de crecimiento de raíz y vástago, así como la biomasa radical, lo cual se vio reflejado un mayor porcentaje de establecimiento de la especie, siendo aceptada la hipótesis.

La interacción triple, longitud de onda del amarillo con capacidad de campo y tamaño de carióspside de 4 mm favoreció la tasa de crecimiento y la longitud de la raíz pero no así la biomasa radical que parece ser el punto principal para el establecimiento de *B. gracilis* reflejado en el porcentaje de sobrevivencia.

*B. gracilis* para este trabajo se estableció exitosamente con la condición hídrica a capacidad de campo, tamaño de carióspside entre 4 y 5 mm y bajo condiciones de luz visible, longitud de onda que va de lo 390-780 nm. y conforme se disminuye la cantidad y la calidad de la luz, el establecimiento de *B. gracilis* se afecta en forma directamente proporcional

---

## 12.- SUGERENCIAS

Trabajar con semilla nativa y de reciente colecta para obtener semillas con mayor viabilidad.

Se recomienda trabajar con tamaños de carióspsides que tengan una diferencia mayor entre ellos, para apreciar efectos significativos y realmente confiables en relación a la mayoría de las variables medidas.

---

### 13.- REFERENCIAS.

- Alsina, G. L. 1976. Horticultura general. 3a edición. Síntesis. Barcelona, España. 383 pp.
- Aquino, C. M.; Ma. A Paz Z. y R. V Quintana. 1987. Estudio de la germinación y fenología de 3 especies medicinales, *Datura innoxia* M., *Datura stramonium*, y *Datura voriquth* D. Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza. UNAM. 125 pp.
- Beettle, A. A. 1987. Las gramíneas de México II. COTECOCA. SARH. México D. F. p 80-85.
- Bidwell R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. AGT editor. Primera edición. España. 784 pp.
- Bonner, A. J. 1967. Principios de fisiología vegetal. Ed. Aguilar. Madrid, España. p 408-422.
- Breedmose, M. 1994. Biological efficiency of supplementary lighting on cut roses the year round. Scientific of Horticulturae . Aarsler, Denmark. 49(1): 75-82
- Briske, D. D. 1978. Moisture and temperature requirements for adventitious root development in Blue Grama seedlings. Journal of Range management. 31(3): 174-178.
- Briske, D. D. and A. M. Wilson. 1977. Temperature effects on adventitious root development in Blue Grama seedlings. Journal of Range management. 30(4): 276-280.
- Cantú, B. J. E. 1990. Manejo de pastizales. Universidad Autónoma Agraria. Torreón Coahuila. p 5-10.
- Carren, C. J., A. M. Wilson, R. L. Cuani y G. L. Thor. 1987 a. Cariopsis weight and planting depth of blue grama, I Morphology, emergence and seedling growt. J. Range Management. 40(3): 207-211.
- Carren, C. J., A. M. Wilson, R. L. Cuani. 1987 b. Cariopsis weight and planting depth of blue grama, II Emergence in marginal soil moisture. Journal Range Management. 40(3): 212-216.
- Christiansen, M. N. y Lewis Ch. F. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Limusa. México. p 257-304.
- Christie, E. K. 1984. Natural grassland. pp. 29-218.. In: C. J. Pearson (ed.). Control of crop productivity. Academic Sidney, Australia.
- Cole, D. F. , R. L. Major and L. M. Wright. 1974. Effects of light and temperature on germination of sidcoats grama. J. Range Management. 27: 41 - 44.

- 
- Copeland, L. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company. Mineapolis. E.E.U.U. 206 pp.
  - Cornish, P. S.; J.R. Williams and H. B. 1984. Root morphology water uptake, growth survival of seedlings of rye grass and phalaris. Journal Agr. Res. 35(4): 469 - 472.
  - Cosgrove, J. D. and P. B. Green. 1981. Rapid suppression of growth by blue light, biophysical mechanism of action. Plant Physiology, 68: 1447-1453.
  - Cruz, J. A. 1992. Interacciones entre los estratos arbóreo y arbustivo con la vegetación herbácea en una zona de matorral en el valle de Actopan, Hidalgo. Tesis de licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM. México. 83 pp.
  - Daubenmire, R. F. 1979. Ecología vegetal " Tratado autoecológico de planta". Limusa. Tercera edición. México. p 257- 273.
  - Davidson R. L. 1969. Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover. Ann Bot. 33: 561-569.
  - Delorit, R. J. y H. L. Alhgren. 1983. Producción agrícola. 7a impresión. Continental. México. 783 pp.
  - Deming, H. G. 1979. El agua: un recurso insustituible. Nuevomar. México. 343 pp.
  - Evans, T. R 1976. The establishment and management of tropical pastures for beef production. Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Banco de México, S. A. Guerrero. p 51-86.
  - Fischer, R. A. and N. F. Turner. 1978. Plant productivity in de arid and semiarid zones. Ann. Rev. Plant Physiol. 29: 277-317.
  - Flores, B.E.P. 1994. Rangos de aporte hídrico al suelo que sustenta la instalación y desarrollo del pasto perenne de *B. gracilis* (H. B. K.) Lag. Ex Steud. bajo condiciones semicontroladas. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza. UNAM. México 50 pp.
  - Gómez, R. J. 1983. El método experimental. Harla. México. 169 pp.
  - Gonde, H. G. y P. H. Carrey. 1965. Lecciones de agricultura. Ed. Aguilar. Madrid, España, 645 pp.
  - Greulach V. A. y E. Adams. 1990. Las plantas: Introducción a la Botánica Moderna. Limusa. México. 679 pp.
  - Hartman, H. T. y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas; principios y prácticas. 4ta reimpresión. CECSA. México, D. F. 760 pp.
-

- 
- Hernández, X. 1987.. Tomo II. Revista de Geografía agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 299 pp.
- Hughes, H.D., M. E. Heath y D. S. Metcalfe. 1982. Forrajes, la ciencia de la agricultura basada en la producción de pasto. México. 758 pp.
- Hess, D. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España. 388 pp.
- Hyder, D. N., A. C. Everson and R. E. Bement. 1971. Seedling morphology and seedling failures with blue grama. *J. Range Manage.* 24:287-292.
- Jann, R. C. and R. G. Amen. 1977. What is germination? pp. 7-28. In Khan (Ed) *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.* North Holland Biomedical Press. New York. USA.
- Jones, B. S. 1988. Sistemática vegetal. 2a. edición. McGrawHill. México. 536 pp.
- Jones, M. B. and A. Lazenby. 1988. *The grass crop, the physical basis of production.* Chapman and Hall New York. 369 pp.
- Khan, A. A. 1980. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. *Israel Journal of Botanic.* Weizz Mann Science Press of Israel, Jerusalem. 29: 402-408
- Kemp, P. R. and G. J. Willians 1980. A physiological basis for niche separation between *Agropyron smithii* (C3) and *Bouteloua gracilis* (C4). *Ecology* 61(4):846-858.
- Kripe, O. D. 1967. Influence of temperatures on the germination of some range grasses. *Journal Range Management.* 20: 298 -299.
- Leopold, A. C. 1995. *Plant growth and Development.* Mc Graw-Hill. E U.A. 545 pp.
- Maroto, B. J. V. 1989. *Elementos de horticultura general.* Mundi-Prensa. Madrid. 343 p p.
- Mayer A. and Poljakoff- Mayber. 1975. *The germination of seeds.* Pergamon. New York, E.U.A. 192 pp.
- McIntyre, G. J. 1987. The role of water in the regulation of plant development. *Cann. J. Bot.* 65: 1287-1298.
- Mckell, C. M. 1972. Seedling vigor and seedling establishment. pp 74-89. In: Youngner V. C. y C. M. Mckell (eds). *The biology and utilization of grasses.* Academic N. Y., E.U.A.
- Montgomery, D.C. 1991. *Diseño y análisis de experimentos.* Grupo editorial Iberoamericano. México 589 pp.
-

- 
- Moreno, M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México, 106 pp.
- Morales, M. D. 1995. Efecto de la cantidad de magnesio e intensidad de la luz en dos cultivos hortícolas en Xochimilco, D. F. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza, UNAM. 87 pp.
- Mott, J. J. and A. J. McComb. 1972. Effects of moisture stress on the growth and reproduction of three annual species from an and region of wester Australia. *J. Ecol.* 34:825-834.
- Noble, I. R. 1986. The dynamics of range ecosystems. pp 3-5. In: P. J. Joss, P.W. Lynch and O. B. Williams (edns.). *Rangelands: a resource under siege. Proceedings of the second International Rangeland Congress.* Cambridge University Press. New York, E.U.A..
- Orozco, A. M. S. 1993. Efecto en la profundidad de siembra y la fertilización en el establecimiento de tres zacates forrajeros. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados; Chapingo, Montecillo, México. 104 pp.
- Orozco-Segovia, A.D.L. 1991. Latencia de las semillas: una interpretación desde el punto de vista fisiológico ecológico. *Bol. Soc. Bot. México.* p 36-38.
- Ortiz, L. C. E. 1977. Efecto del fósforo en praderas permanentes durante el primer año de cultivo. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. 120 pp.
- Ray M. P. 1985. La planta viviente. 9na impresión. Ed. CECSA. México, D.F. 272 pp
- Ries, R. E. and T. J. Svejcar 1991. The grass seedling when is it established?. *Journal of Range Management* 44(6):574-576
- Riegel, A. 1982. Life history and habits of blue grama. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 44:76-85.
- Robinson, J. M. y Lazenby A. 1988. The grass plants. Its form and fuction. In "The Grass Crop". (eds.) Chapman and Hall. London, England.
- Roohi, R., D. A. Jameson and N. Nemati, 1991. The effect of light on adventitus root formation in blue grama. *Journal of Range Management* 44(2): 184-185.
- Rodríguez, O. M. E. 1982. Estudio de la germinación de cinco especies del Género *Bouteloua*, en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Morelia, Michoacán. pp 13-22.
- Rzendowski, J. 1994. La vegetación de México. 6ta reimpresión. Limusa. México. 433 p.
-

- 
- Sabo, D. G., G. V. Johnson and W. C. Martin. 1979. Germination Requirements of 19 species of Arid Land Plants. Research Paper R. M.-210; p 1-10.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield y J. R. Stein. 1987. El reino vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España. 659 pp.
- Simanton, J. R. and G. L. Jordan. 1986. Early root and shoot elongation of selected warm-season perennial grasses. Journal of Range Management. 39(1):63-67.
- Sims, P. L., R. K. Langiat and D. N. Hyder. 1973. Development Morphology of Blue Grama and Sand Bluester. Journal Range Management. 26(5): 340-344.
- Smith, H. and C. D. Morgan. 1981. The spectral characteristics of the visible radiation incident upon the surface of the earth. Academic Press. London, England. p 3-20.
- Stephen, C. y L. P. Carter. 1976. Producción agrícola. Acriba. Barcelona, España, 572 pp.
- Tadmor, N. H. and Y. Cohen. 1968. Root elongation in the preemergence stage of mediterranean grasses and legumes. Crop Science. 8:416-419.
- Tapia, R. C. and E. M. Schmutz. 1971. Germination responses of three desert grasses to moisture stress and light. Journal of Range Management. 24(4): 292 -295
- Tromp, J. 1993. Lateral shoot formation and flower - bud formation in apple in the first year after budding as affected by air, temperature and expose to red ligh. Journal of horticultural Science. 68(2): 255-260.
- Villiers, A. T. 1979. Cuadernos de biología: reposo y supervivencia de las plantas. Omega. Barcelona, España. 78 pp.
- Walters, J. P. and C. E. Freeman. 1983. Growth rates and rotes: shoot ratios in seedlings of the desert shrub *Larrea tridentata*. The Southwestern Naturalist 28(3): 357-363.
- Weaver, J. E. 1930. Underground plant development in its relation to grazing . Ecology 11: 543-557.
- Weaver, R.J. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en agricultura. Universidad de California. Davis. Ed. Trillas. México, p 433-462 .
- Whalley, R. D. B., and C. M. Mckell, 1976. Green seedling vigor and the nonphotosynthetic stage of seedling growt in grasses. Crop Scince 6: 147-150.
- Wheeler , J. L., C. J. Pearson, and G. E. Robards. 1987. Temperate pastures. Australia wool corporation technical publication . Sidney , Australia. 609pp.

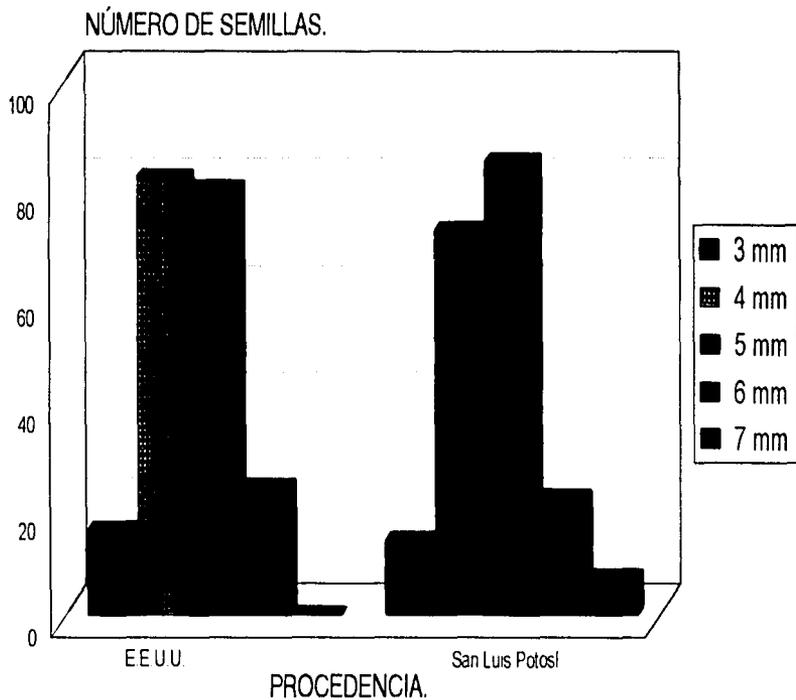
---

- Wilson , A. M. , D. N. Hyder and D. D. Briske. 1976. Drought resistance characteristics of Blue Grama Seedlings. *Agron. J.* 68: 479-484.

- Wilson, A. M. y D. D. Briske. 1979. Seminal and Adventitious Root Growth of Blue grama seedlings on the Central Great Plains. *J. Range. Management.* 32:209-213.

-Wright, N., and L.J. Streetman. 1960. Grass improvement for the Southwest, *Tech. Bull.* 143. Agr. Exp. Sta., Universidad Arizona, Tucson, E.U.A.

Figura 1. Histograma de semilla para *B. gracilis* procedente de E.E.U.U. y San Luis Potosí.



## 14.-APENDICE

**CUADRO I.-** Longitudes de onda para los diferentes plásticos de colores en el establecimiento postemergente de *B. gracilis*.

Plástico (color)	Longitud de onda (nm)
Transparente	390 - 780
Rojo	650 - 780
Azul	430 - 470
Amarillo	560 - 600
Negro	

**CUADRO II.-** Probabilidad de obtener un valor de  $f \geq$  al observado en: número de días promedio para que emerja la radícula y porcentaje y periodo que duro la germinación, en relación con la procedencia, tamaño de carióspside y tratamiento pregerminativo (significancia observada).

Variable	P	Tc	Trat	P*TC	P*Trat	TC*Trat	P*TC*Trat
Núm. de días promedio para que la radícula emerja	0.2772	0.2387	0.0020 *	0.0458 *	0.0213 *	0.0003 *	0.0003 *
Germinación (%)	0.0001*	0.1130	0.0445*	0.0055*	0.0064*	0.5527	0.3503
Periodo que duró la germinación (días)	0.0001*	0.2221	0.9623	0.8086	0.4731	0.9569	0.8167

P = procedencia    Tc = tamaño de carióspside    Trat = tratamiento pregerminativo.  
 Los valores con asterisco son significativos ( $p \leq 0.05$ ).

**CUADRO III.** Probabilidad de obtener un valor de  $F \geq$  al observado en diferentes variables de respuesta, en relación a los factores: Color, Tamaño de cariósipide y Condición hídrica.

Variable	CO	TC	CII	CO*TC	CO*CII	TC*CII	CO*TC*CII
LR (cm)	0.0001 *	0.0003 *	0.3774	0.2006	0.0006 *	0.588	0.0846
LV (cm)	0.0001 *	0.8934	0.0001 *	0.3337	0.119 *	0.0691	0.0033 *
RVL (cm)	0.0001 *	0.2013	0.0001 *	0.2736	0.0002 *	0.2930	0.0534
RVB (g)	0.0002 *	0.9011	0.1555	0.5597	0.0051 *	0.9443	0.1690
BV (g)	0.0001 *	0.3338	0.0001 *	0.8492	0.0003 *	0.0522	0.3011
BR (g)	0.0001 *	0.5735	0.0001 *	0.5833	0.0028 *	0.1307	0.0434 *
NII	0.0001 *	0.4955	0.0001 *	0.9891	0.0003 *	0.0499 *	0.2195
NV	0.0001 *	0.0012 *	0.0001 *	0.4859	0.0001 *	0.5364	0.3006
NI	0.0001 *	0.7457	0.1192	0.9379	0.0245 *	0.8018	0.9698
DEMER	0.2295	0.1767	0.0718	0.3145	0.1765	0.5705	0.4097
E (%)	0.7052	0.7898	0.2331	0.1151	0.4110	0.4250	0.2268
DM	0.0148	0.7003	0.6880	0.8769	0.9852	0.7272	0.5542
M (%)	0.0001 *	0.9529	0.5915	0.5740	0.1324	0.0724	0.7578

CO = Plástico

TC = Tamaño de Cariósipide

CII = Condición Hídrica

LR = Longitud de la Raíz

LV = Longitud del vástago

RVL = Razón Raíz/Vástago en Longitud

RVB = Razón Raíz/Vástago en relación a la biomasa

BV = Biomasa del vástago

BR = Biomasa de la Raíz

NII = Número de Hojas

NV = Número de Vástago

BV = Peso Seco del vástago.

DEMER = Día de emergencia

%E = Porcentaje de emergencia

DM = Día de mortandad

%M = Porcentaje de mortandad

\*RENGLONES SIGNIFICATIVOS ( $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro IV.-** Temperaturas ( $^{\circ}$  C) promedio registradas bajo los diferentes plásticos de colores utilizados.

Mes Plástico	Junio *C	Julio* *C	agosto* C	septiembre *C	octubre* C	Noviembre* C
Transparente	38	47	45	32	35	35
	19	22	22	17	9	9
Rojo	37	47	47	34	38	39
	19	22	23	18	9	10
azul	32	42	41	28	33	34
	20	20	20	16	10	10
amarillo	33	42	43	32	33	37
	19	20	20	17	9	10

El valor superior es la temperatura máxima registrada y el de abajo la mínima.

Cuadro V.- Valores de la media y la desviación estándar para las variables significativas de la interacción Color por Condición hídrica.

CO	CII	LR (cm)		RVL		BR (g)	
		media	SD ( $\sigma$ )	media	SD ( $\sigma$ )	media	SD ( $\sigma$ )
1 n-51	1	26.16 A	5.421	0.482 C	0.159	0.520 A	0.388
1 n-59	2	21.81 AB	5.688	0.488 BC	0.149	0.291 BC	0.246
2 n-45	1	23.38 A	5.790	0.533 BC	0.293	0.396 AB	0.360
2 n-41	2	20.77 AB	7.539	0.855 AB	0.349	0.060 DE	0.053
3 n-24	1	11.62 B	6.730	0.580 BC	0.480	0.022 E	0.054
3 n-37	2	11.16 B	5.373	1.053 A	0.617	0.002 E	0.003
4 n-28	1	21.21 AB	8.220	0.451 C	0.140	0.272 BCD	0.256
4 n-39	2	24.86 A	11.186	0.728 ABC	0.398	0.075 CDE	0.057
5 n-63	1	--	--	--	--	--	--
5 n-59	2	--	--	--	--	--	--

CII 1 = Condición Hídrica Capacidad de Campo

CII 2 = Condición Hídrica 1/2 de Campo

CO 1 = Transparente

CO 2 = Rojo

CO 3 = Azul

CO 4 = Amarillo

CO 5 = Negro

%S = Porcentaje de sobrevivencia

LR = Longitud de la raíz

BR = Biomasa de la raíz

n = número de muestra

RVL = Razón raíz/vástago en relación a la longitud

RENGLONES CON LITERALES DIFERENTES SON SIGNIFICATIVOS (P<0.05)

**Cuadro VI.- Valores de la media y la desviación estándar para la longitud del vástago y la biomasa radical, en la interacción triple (Color \* Tamaño de carióspside \* Condición hídrica) en *B. gracilis*.**

CO	TC	CH	LV (cm)		BR (g)	
			media	SD ( $\sigma$ )	media	SD ( $\sigma$ )
1 n-26	4	1	53.26 A	15.50	0.4757 A	0.377
1 n-32	4	2	52.60 A	13.14	0.3515 ABC	0.266
1 n-25	5	1	60.72 A	8.75	0.5680 A	0.402
1 n-27	5	2	43.44 ABC	15.39	0.2200 BCDE	0.202
2 n-23	4	1	49.22 ABC	8.16	0.4348 AB	0.431
2 n-26	4	2	24.06 CDE	10.84	0.0401 E	0.042
2 n-20	5	1	43.95 ABC	12.10	0.3493 ABCD	0.247
2 n-15	5	2	28.80 BCDE	8.562	0.0964 E	0.053
3 n-11	4	1	19.55 CD	12.39	0.0048 E	0.003
3 n-20	4	2	10.86 E	3.97	0.0027 E	0.003
3 n-13	5	1	28.07 BCDE	13.54	0.0373 E	0.072
3 n-17	5	2	12.17 E	5.60	0.0030 E	0.002
4 n-09	4	1	46.88 ABCD	15.34	0.1385 CDE	0.139
4 n-20	4	2	40.49 ABC	12.56	0.0921 CD	0.0648
4 n-19	5	1	47.42 AB	15.85	0.3366 ABCD	0.277
4 n-19	5	2	34.21 ABCD	15.24	0.0584 CDE	0.0429

CH 1 = Condición hídrica capacidad de campo

CH 2 = Condición hídrica ½ de campo

TC 4 = Tamaño de carióspside de 4 mm

TC 5 = Tamaño de carióspside de 5 mm

CO 1 = Transparente CO 2 = Rojo

CO 3 = Azul

CO 4 = Amarillo

CO 5 = Negro