



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN  
CAMPUS LOMA BONITA**

---

---

**LICENCIATURA EN ZOOTECNIA**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL PASTO GUINEA:  
DENSIDAD DE SIEMBRA  
Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD**

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA:

C. SOILA ELEUTERIO VÁSQUEZ

ASESOR:

DR. BERTÍN MAURILIO JOAQUÍN TORRES

CO-ASESOR:

PHDc. JOSÉ ALBERTO PÉREZ AMARO

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2016.



UNIVERSIDAD DEL PAPA LOAPAN  
*Campus Loma Bonita*

LA PRESENTE TESIS TITULADA “PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL PASTO GUINEA: DENSIDAD DE SIEMBRA Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD” PRESENTADA POR LA C. SOILA ELEUTERIO VÁSQUEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y ASI OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

**JURADO EXAMINADOR**

---

DR. BERTÍN MAURILIO JOAQUÍN TORRES  
ASESOR DE TESIS

---

PHDc. JOSÉ ALBERTO PÉREZ AMARO  
CO-ASESOR

---

DR. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ  
REVISOR

---

DR. JOSÉ ÁNGEL RUEDA BARRIENTOS  
REVISOR

---

M.C. CARLOS IVÁN MEDEL CONTRERAS  
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2016.

## DEDICATORIA

---

### *A DIOS POR PERMITIRME ESTA OPORTUNIDAD Y CAPACIDAD DE ESTUDIAR*

*Le dedico a mis papás Bernardo Eleuterio Bonifacio y Sílviana Vásquez Jiménez: porque para mí son lo más grande que tengo, gracias por darme la vida, los momentos increíbles y todos los esfuerzos y ejemplos que me brindaron, sin ustedes no hubiera culminado mi estudio. Los amo.*

*A mis hermanos Roberto, Juan Carlos y Bernardo a quienes amo y han estado cerca de mí, con quienes he compartido momentos maravillosos y así será siempre los llevo en mi corazón porque son parte de mi vida.*

*A mi hermana y demás hermanos a quien amo mucho más de lo que he demostrado, que ni el tiempo, la distancia ni los desacuerdos nos hagan olvidar lo que somos.*

*A mis sobrinos, porque son parte de mi alegría y felicidad que también me hacen crecer cada día más.*

*A mis cuñadas y demás familiares, que de una u otra forma me han apoyado de manera incondicional.*

## AGRADECIMIENTOS

---

### *Gracias*

Muchas gracias familia por darme el mayor apoyo incondicional, por los mejores consejos, por el esfuerzo que hicieron por mí para darme lo mejor, sin ustedes este proyecto no hubiera sido posible.

Dr. Bertín Maurilio Joaquín Torres por haberme aceptado, asesorado y brindado sus mejores consejos y apoyo incondicional a lo largo del proyecto, así como la enseñanza del mundo de la investigación científica.

PHDc. José Alberto Pérez Amaro, por haberme brindado su apoyo incondicional, quien con su conocimiento, su experiencia y su paciencia ha logrado en mí terminar mi proyecto.

Dr. Laura Hernández Cruz y M.C. Alma Alelí Pedro Pérez por motivarme, aconsejarme y sobre todo por su amistad.

Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández, M. C. José Ángel Rueda Barrientos y M. C. Carlos Iván Medel Contreras gracias por haberme apoyado y corregido mis errores durante las revisiones.

Erwin, Rosita, Nelly y Sol quienes me brindaron su cariño y amistad incondicional y apoyarme lo que estuvo en sus manos.

# ÍNDICE

	PÁGINA
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<i>ix</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<i>x</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE</b> .....	<i>xi</i>
<b>RESUMEN</b> .....	<i>xii</i>
<b>ABSTRACT</b> .....	<i>xiii</i>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
2.1. Objetivo general .....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	5
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	6
4.1. Ganadería bovina tropical en México .....	6
4.2. Ventajas de utilizar pastos mejorados .....	6
4.3. Características botánicas, agronómicas y zootécnicas del pasto Guinea .	7
4.4. Morfología de gramíneas .....	8
4.5. Calidad del pasto Guinea .....	11
4.6. Importancia de la producción de semilla .....	12
4.7. Factores que afectan la calidad y producción de semilla .....	13
4.7.1. Factores climáticos .....	14
4.7.1.1. Humedad .....	14
4.7.1.2. Temperatura .....	14
4.7.1.3. Luz .....	15
4.7.2. Factores del suelo .....	16
4.7.2.1. Aireación .....	16

4.7.2.2. Fertilidad del suelo .....	16
4.8. Plagas y enfermedades .....	17
4.9. Competencia entre plantas por nutrientes .....	18
4.10. Establecimiento y manejo del pasto Guinea .....	20
4.10.1. Siembra .....	20
4.10.2. Prácticas culturales .....	22
4.10.2.1. Fertilización .....	22
4.10.2.2. Densidad de plantas .....	23
4.10.3. Floración y reproducción .....	24
4.10.4. Madurez de la semilla .....	24
4.10.5. Cosecha de la semilla .....	25
4.11. Calidad de la semilla .....	25
4.11.1. Pureza física .....	26
4.11.2. Calidad sanitaria .....	26
4.11.3. Calidad genética .....	27
4.12. Germinación .....	28
4.13. Dormancia .....	29
4.14. Escarificación .....	29
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
5.1. Localización del experimento .....	31
5.2. Clima y suelo .....	31
5.3. Tratamientos y diseño experimental .....	31
5.4. Desarrollo del experimento .....	32
5.5. Variables evaluadas .....	33
5.5.1. Altura de planta (cm) .....	33

5.5.2. Tallos totales por planta .....	34
5.5.3. Panículas por planta .....	34
5.5.4. Tallos totales por superficie (m <sup>2</sup> ) .....	34
5.5.5. Panículas por superficie (m <sup>2</sup> ) .....	34
5.5.6. Plantas por superficie (m <sup>2</sup> ) .....	35
5.5.7. Rendimiento de semilla total (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	35
5.5.8. Rendimiento de semilla pura (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	35
5.5.9. Porcentaje de semilla pura (pureza física) .....	36
5.6. Análisis estadístico .....	36
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
6.1. Efecto de la distancia entre plantas en el rendimiento de semilla .....	37
6.1.1. Rendimiento de semilla total .....	37
6.1.2. Rendimiento de semilla pura .....	39
6.1.3. Porcentaje de semilla pura .....	39
6.2. Efecto de la distancia entre plantas en los componentes del rendimiento de semilla .....	40
6.3. Relación entre el rendimiento de semilla y sus componentes .....	44
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>8. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>50</b>
<b>9. APÉNDICE .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Clasificación botánica del pasto Guinea .....	9
Cuadro 2. Composición química del pasto Guinea .....	12
Cuadro 3. Plagas y enfermedades que atacan al pasto Guinea.....	18
Cuadro 4. Tratamientos empleados en el experimento de producción de semilla del pasto Guinea: densidad de siembra y su efecto sobre la calidad .....	32
Cuadro 5. Cuadrados medios del rendimiento de semilla y porcentaje de semilla pura del pasto Guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) cv. Mombaza a diferentes distancias entre líneas y plantas .....	37
Cuadro 6. Rendimiento de semilla del pasto Guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) cv. Mombaza, a diferentes distancias entre líneas y plantas .....	38
Cuadro 7. Cuadrados medios de los componentes del rendimiento de semilla del pasto Guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) cv. Mombaza, a diferentes distancias entre líneas y plantas .....	41
Cuadro 8. Valores promedios de los componentes del rendimiento de semilla del pasto Guinea a diferentes distancias entre líneas y plantas .....	41
Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre rendimiento de semilla y sus componentes en pasto Guinea .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Coeficiente de correlación entre número de tallos por planta y número de panículas por planta en el pasto Guinea .....	46
Figura 2. Coeficiente de correlación entre rendimiento de semilla total (kg ha <sup>-1</sup> ) y rendimiento de semilla pura (kg ha <sup>-1</sup> ) en el pasto Guinea .....	46
Figura 3. Coeficiente de correlación entre rendimiento de semilla pura y número de panículas por superficie (m <sup>2</sup> ) en el pasto Guinea .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

	PÁGINA
Figura 1A. Rendimiento de semilla total en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas .....	64
Figura 2A. Rendimiento de semilla pura en el pasto Guinea (kg ha <sup>-1</sup> ) a diferentes distancias entre plantas.....	64
Figura 3A. Porcentaje de semilla pura en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas .....	65
Figura 4A. Altura de planta (cm) del pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas .....	65
Figura 5A. Número de tallos por planta del pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas .....	66
Figura 6A. Número de panículas por planta en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas .....	66
Figura 7A. Número de tallos del pasto Guinea por superficie (m <sup>2</sup> ) a diferentes distancias entre plantas .....	67
Figura 8A. Número de panículas del pasto Guinea por superficie (m <sup>2</sup> ) a diferentes distancias entre plantas .....	67
Figura 9A. Número de plantas en el pasto Guinea por superficie (m <sup>2</sup> ) a diferentes distancias entre plantas .....	68

## RESUMEN

*Megathyrsus maximus*, conocido también como pasto Guinea es una gramínea amacollada de porte alto, perenne, nativa de África. Este pasto es un cultivo forrajero alternativo muy importante para las zonas tropicales de México. Sin embargo, existe poca disponibilidad de su semilla; además no existe información sobre la densidad de plantas óptima para la producción de semilla. Por ello, se realizó un experimento con el objetivo de estudiar el efecto de la distancia entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla. Se evaluaron seis tratamientos: T<sub>1</sub>= voleo, T<sub>2</sub>= 25 x 25, T<sub>3</sub>= 50 x 50, T<sub>4</sub>= 75 x 75, T<sub>5</sub>= 100 x 100 y T<sub>6</sub>= 125 x 125 cm de separación entre líneas y plantas, respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento. Se midió la altura de planta, número de tallos por m<sup>2</sup>, número de panículas por m<sup>2</sup>, rendimiento de semilla total y semilla pura. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de semilla total ( $P \leq 0.05$ ), donde el mayor rendimiento (126.9 kg ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con el tratamiento T<sub>2</sub>= 25 X 25 cm. Se encontró que el componente panículas por planta fue el que tuvo la mayor correlación con el rendimiento de semilla con un valor de  $r=0.8$ . La calidad de la semilla medida por el porcentaje de pureza física fue mayor con el tratamiento al voleo (83.5 %). Los resultados de este estudio sugieren que el rendimiento de semilla en el pasto Guinea se incrementa al modificar la densidad de plantas. Además, el rendimiento de semillas fue mayor en los tratamientos con mayor número de tallos florales.

**Palabras clave:** Pasto Guinea, *Megathyrsus maximus*, Densidad de plantas, Rendimiento de semilla.

## ABSTRACT

*Megathyrsus maximus*, also known as Guinea grass is a large perennial bunch grass that is native to Africa. This grass is a very important alternative forage crop for the tropics of Mexico. However, there is limited seed availability in the local market; and there is also no information available on the optimal density of plants dedicated for seed production. Therefore, an experiment was design in order to study the effect of distance between plants on seed yield and quality. The effects of spacing between or within rows on the yield and yield components were studied with six treatments. Rows were spaced at T1= voleo, T2= 25 x 25, T3= 50 x 50, T4= 75 x 75, T5= 100 x 100 and T6= 125 x 125 cm. Spacing within rows were different. Treatments were distributed under a complete randomized block experimental design with three replicates per treatment. Agronomic characteristics such as plant height, number of stems per m<sup>2</sup>, number of panicles per m<sup>2</sup>, total seed yield, and percentage of pure seed was measured. Significant differences between treatments were found for the variable total seed yield ( $P \leq 0.05$ ), where the largest seed yield was obtained at the 25 x 25 cm spacing between rows and plants, respectively. Also, It was found that panicles per plant was the component with the highest correlation with seed yield (value of  $r=0.8$ ). And, the seed quality measured by the percentage of physical purity was higher with treatment "voleo" (83.5 %). The results of this study, suggest that seed yield would increase by modifying the density of Guinea grass plants. Also, seed yield was higher on treatments with greater number of flowering stems.

Keywords: Guinea grass; *Megathyrsus maximus*; Plant density; Seed yield.

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, las explotaciones ganaderas son predominantemente extensivas y de baja eficiencia. Algo más de la tercera parte del territorio nacional está ocupado por pastos nativos, praderas tropicales inducidas, praderas irrigadas y forrajes de corte. La mayoría de las praderas nativas presentan problemas de producción de forraje, tanto en cantidad como en calidad. Las praderas con gramas nativas, principalmente del género *Paspalum* sp., se caracterizan por su porte bajo, marcada producción estacional de materia seca, limitada concentración de nutrientes, y una digestibilidad menor de 55 % (INIFAP, 2008). Estas características hacen difícil la producción rentable y sostenida de ganado durante todo el año.

La baja disponibilidad de semilla y la pobre germinación son dos factores que han limitado la expansión y renovación de praderas con especies forrajeras mejoradas. Villanueva (2004), describe el pasto *Megathyrsus maximus* [(Simon & Jacobs) ex. *Panicum maximum* (Jacq.)] como una gramínea perenne de rápido crecimiento, que forma densos macollos con raíces adventicias y tiene una altura de hasta 2.4 metros. Es tolerante a la quema y su mejor desarrollo es en altitudes de 0 a 800 msnm. Prospera bien en suelos areno-arcillosos, con buen drenaje, de mediana fertilidad y sin problemas de sales. Así como también por su resistencia a plagas y enfermedades como el salvazo (*Aeneolamia* sp. Walquer) (Garza *et al.*, 1973).

Las vacas que consumen este pasto son capaces de producir hasta 10 litros de leche por día, con animales de mediana calidad, bajo condiciones de pastoreo y sin suplementación (Villanueva, 2004). Sin embargo, producir semilla de pasto Guinea resulta difícil, ya que presenta un reducido número de inflorescencias, bajo peso de las espiguillas producidas por inflorescencia, sincronización heterogénea de la floración (las espiguillas maduran a destiempo) y alto porcentaje de dehiscencia de las semillas maduras, lo que ocasiona bajos rendimientos y baja calidad de la semilla cosechada (Boonman, 1978).

El manejo tradicional de pastoreo intensivo aplicado por los productores, y la falta de reposición de nutrientes al suelo han favorecido que las praderas entren en un proceso de degradación pocos años después de su establecimiento. En promedio, las praderas de pasto Guinea no duran más de diez años en producción, lo que indica la necesidad constante de producir semilla de calidad para su resiembra. No obstante, la necesidad por conseguir la semilla de este pasto. México no produce suficiente cantidad de semilla, para satisfacer las necesidades de resiembra. Es por esto que los ganaderos recurren a la importación de semillas, con las consecuencias que ello implica, principalmente el peligro de importar plagas, malezas, enfermedades y la fuga de divisas (Peralta, 1991).

En México, no existen programas gubernamentales que fomenten la producción de semilla. La producción es limitada y sobre todo la calidad del producto deja mucho que desear, debido a que los productores no disponen de conocimiento, ni dedican capital para mejorar el rendimiento o la calidad de

semilla producida. Es por esto, que la poca semilla que se produce proviene de actividades de índole artesanal. Se ha indicado que el rendimiento y la calidad de la semilla se pueden mejorar con prácticas agronómicas, tales como la distancia óptima entre líneas y plantas (Argel *et al.*, 2002). Motivo por el cual la presente investigación tiene como objetivo mejorar la producción y la calidad de semilla del pasto Guinea.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la distancia entre líneas y plantas sobre el rendimiento y calidad física de semilla de pasto Guinea.

### 2.2. Objetivos específicos

Determinar la relación entre el rendimiento de semilla y sus componentes en el pasto Guinea.

Encontrar la distancia entre líneas y plantas que maximice el rendimiento y la calidad física de semilla del pasto Guinea.

### **3. HIPÓTESIS**

En el pasto Guinea el rendimiento y la calidad física de semilla pueden mejorar al modificar la distancia entre líneas y plantas.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Ganadería bovina tropical en México

En las regiones del trópico húmedo y seco de México, el sistema de producción bovina de doble propósito se desarrolla bajo el sistema de manejo de pastoreo extensivo (Vilaboa y Díaz, 2009). Esta actividad productiva, se considera la principal del sector agropecuario para la producción de leche y carne. Las principales razas de ganado bovino utilizadas son cruzas Cebú x Suizo y Cebú x Simmental y en menor proporción la cruce de Cebú x Holandés (Orantes *et al.*, 2010). La adaptabilidad del sistema de bovinos de doble propósito en las regiones tropicales, es notoria por su resistencia a enfermedades (Román *et al.*, 2013).

Los principales estados productores de ganado de doble propósito en el trópico mexicano son Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán, en estos estados los forrajes constituyen la mayor parte de la dieta de los rumiantes (Osorio, 2003). Faría (2006), mencionó que este sistema se caracteriza por su sencillez, estabilidad, flexibilidad y liquidez diaria, lo cual le ha permitido sobrevivir, aun bajo situaciones climáticas, económicas y sociales difíciles.

### 4.2. Ventajas de utilizar pastos mejorados

Las principales razones para utilizar pastos mejorados es tener la posibilidad de superar las limitaciones observadas en los forrajes tradicionales,

aumentado el área potencial de desarrollo de la ganadería tropical y la factibilidad de mejorar, sustancialmente, los índices productivos (Faría, 2006). La producción de carne y leche puede incrementarse entre el 13 y el 20 %, cuando la alimentación se combina con gramíneas y leguminosas (Osorio, 2003).

#### 4.3. Características botánicas, agronómicas y zootécnicas del pasto Guinea

La especie *Megathyrsus maximus* cuyo nombre común es pasto Guinea, es originaria de África tropical, con extensión a los subtrópicos de Sudáfrica. En México el cultivar Mombaza es el más utilizado por los ganaderos debido a su alto rendimiento de forraje, buena calidad y excelente aceptación por el ganado (ICAMEX, 1997).

El pasto Guinea es una planta C<sub>4</sub> que puede reproducirse por material vegetativo. La apomixis es la reproducción clonal que perpetúa la composición genética de una planta o grupo de individuos. Evitar la meiosis y la fertilización son características de la apomixis gametofítica, la cual puede definirse como la reproducción asexual por semilla (Nogler, 1994). Aunque la apomixis no existe en la mayoría de los cultivos, así es un fenómeno natural relativamente común entre las gramíneas C<sub>4</sub> (Pasto Guinea, pasto buffel, Link, pasto bahía, *Brachiaria brizantha*) (Miles, 2008).

La floración del pasto Guinea es heterogénea lo cual afecta la cosecha y producción de semilla. Otros factores importantes que afectan la producción de semilla, son el daño causado por aves y una pobre formación de semilla. El pasto

Guinea se establece, principalmente, en suelos de textura media con buen drenaje y no tolera los suelos arcillosos. Su establecimiento puede ser por semilla botánica o en forma vegetativa, se puede sembrar al voleo o en surcos. En los sistemas de producción artesanal de semilla es preferible sembrar en surcos, para facilitar la recolección manual de panículas, el control de malezas y realizar otras prácticas culturales (Savidan *et al.*, 1990).

#### 4.4. Morfología de gramíneas

Chapman y Lemaire (1993), señalaron que la morfogénesis puede ser expresada en términos de tasa de aparición de hojas (organogénesis), expansión de nuevos órganos y senescencia. Durante las primeras etapas de crecimiento vegetativo, la morfogénesis puede ser señalada por tres características básicas: emergencia foliar, alargamiento foliar y duración de vida de la hoja. Otro componente morfológico importante, principalmente, en gramíneas de crecimiento erecto, es el alargamiento del tallo (Sbrissia y Silva, 2001).

El pasto Guinea mide aproximadamente 0.5 a 3 m de altura, con tallos erectos, las hojas son lineales-lanceoladas, las espiguillas miden de 3 a 4 mm de largo, son de color verde o púrpura, el grano es de forma elíptica y mide 2 mm de largo. Esta especie se adapta a todos los climas cálidos, en áreas tropicales y subtropicales, crece desde el nivel del mar hasta 1,800 m de altitud, raramente en altitudes superiores (Savidan *et al.*, 1990). En el Cuadro 1, se muestra su clasificación taxonómica.

Cuadro 1. Clasificación botánica del pasto Guinea.

Categoría taxonómica	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Popales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Paniceae
Género	<i>Megathyrsus</i>
Especie	<i>maximus</i>
Clasificador	Simon y Jacobs (antes Jacq.)
Nombre científico	<i>Megathyrsus maximus</i>

(Simon y Jacobs, 2003; Zuloaga *et al.*, 2008)

Carballo *et al.* (2005), mencionaron que las gramíneas presentan una estructura típica común: raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas.

**Raíz.** En la fase inicial, la raíz primaria de las gramíneas es de corta duración. El sistema de raíces permanentes, se caracteriza por tener un número de raíces fibrosas ramificadas y densas que le proporcionan anclaje a la planta, y que a su vez, funciona en la conservación de esta. Además la raíz se encarga de absorber minerales y nutrientes orgánicos (Campbell y Reece, 2007).

**Tallo.** El tallo de las gramíneas está formado por una serie de nudos y entrenudos. Los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada (Carballo *et al.*, 2005).

Hojas. Las hojas de las gramíneas nacen en los nudos de los tallos, de manera opuesta y una en cada nudo. La hoja se compone de las siguientes partes: vaina, lígula, lámina y aurículas. La vaina es la estructura cilíndrica abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. La lígula es una membrana típica que se representa con una corona de pelos, situada entre la lámina y la vaina. La lámina o la verdadera hoja son de forma lanceolada y puede ser pubescente. Presenta una nervadura principal central a lo largo y algunas secundarias paralelas. La aurícula es de estructura fina, de forma triangular, angosta, con el ápice oscuro. A veces presenta pelos, situados a los lados de la lígula (Carballo *et al.*, 2005).

Flor. La flor perfecta de una gramínea consta de un pistilo (parte femenina) que tiene un ovario simple con dos estigmas en forma de plumas y con tres anteras (parte masculina). Estos órganos están rodeados y protegidos por dos hojas modificadas, una de mayor tamaño llamada lema, y otra más pequeña, conocida como palea (Carballo *et al.*, 2005).

Fruto. El fruto de los pastos está compuesto por una cubierta exterior, el pericarpio, que es la pared del ovario. El embrión se encuentra embebido en el endospermo. Este tipo de fruto o semilla recibe el nombre de Cariópside (Carballo *et al.*, 2005).

Semilla. Es definida como unidad de diseminación o reproducción sexual de las plantas, procedente del desarrollo de los óvulos de sus flores, compuesto

de uno o varios embriones (Moreno, 1996). Las semillas del pasto Guinea son de color verde a púrpura y miden de 3 a 3.5 mm de largo (Anónimo, 2016).

#### 4.5. Calidad del pasto Guinea

García (2002) describe el pasto Guinea como una serie de características productivas y de calidad nutritiva muy deseables, que lo ubican como una de las especies forrajeras que mayor contribución e impacto ha tenido en la productividad de la ganadería extensiva del trópico mexicano. La calidad es un concepto amplio, entre los que se encuentran la digestibilidad, proteína total, eficiencia energética, consumo, entre otros. La calidad de los forrajes y alimentos fibrosos varía de acuerdo con diversos factores. Conforme crece y madura la planta declina su calidad. Estas alteraciones son causadas por cambios en su composición química incrementándose su lignificación y reduciéndose el número de hojas. Rodríguez (2009), mencionó que el porcentaje de digestibilidad promedio en pasto Guinea cv. Mombaza es de 70 %. Este pasto produce hasta 165 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de materia verde y 33 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, tiene porcentaje alto de hoja (87 %), con cantidades de proteína total en hojas y tallos de 13 y 10 %, respectivamente (Savidan *et al.*, 1990). En el Cuadro 2 se presenta la composición química promedio del pasto Guinea.

Cuadro 2. Composición química del pasto Guinea.

Nutriente	Valor
Humedad (%)	67.0
Proteína cruda (%)	14.1
Fibra cruda (%)	35.0
Cenizas (%)	10.3
Energía bruta (kcal kg <sup>-1</sup> )	4,014.0

Cardona *et al.* (2002)

Juárez *et al.* (2009) reportaron valores nutricionales de pastos tropicales, donde muestran que Tanzania tiene mayor contenido de cenizas y menor contenido de proteína cruda que pasto Guinea, el contenido de proteína cruda de las muestras de los pastos analizados fue similar o menor a 8 %, valor considerado como el mínimo requerido para promover el crecimiento microbiano en el rumen (bovino). El contenido de fibra detergente neutra del pasto Tanzania y Guinea fue de 74.6 y 72.7 % similar a la del pasto Bermuda (76 %).

#### 4.6. Importancia de la producción de semilla

La productividad de semillas en México, es una actividad marginal de la ganadería y se efectúa con técnicas deficientes, que redundan en rendimientos bajos y mala calidad de la semilla obtenida. El rendimiento de semillas de especies forrajeras, puede ser una actividad significativa, dentro de la economía del sector agropecuario. Esta actividad usualmente genera recursos económicos

y oportunidades de empleo, por la gran cantidad de mano de obra que ocupa (60 jornales por hectárea). La semilla es parte fundamental para el establecimiento y mejoramiento de las áreas de pastoreo y por tanto, de la ganadería en general (Peralta, 1991).

Jiménez (1992) establece que una limitante, para mejorar la producción forrajera, es la disponibilidad baja de semilla en los mercados nacionales, lo que ocasiona que anualmente, se importen más de 40 toneladas de semilla de pastos y forrajes, para satisfacer la demanda nacional.

#### 4.7. Factores que afectan la calidad y la producción de semilla

El clima, las semillas de otras plantas y el polen de variedades del mismo género son las principales fuentes de contaminación. Sin embargo, las condiciones húmedas antes de la cosecha, la forma de cosecha y el secado deficiente antes del almacenamiento pueden ocasionar problemas de hongos. La edad de la semilla, la uniformidad del lote de semillas y la selección del suelo para la siembra también puede ocasionar dificultades. Sin embargo, el problema que más afecta la producción de semilla del pasto Guinea es el periodo tan variable de su floración. Por esta razón, se requieren prácticas de manejo que permitan una floración sincronizada. En este sentido, el corte frecuente de este pasto promueve un rebrote uniforme de los macollos, y como consecuencia de ello la floración, la madurez de la semilla, la cosecha en campo, también serán uniformes (Ayala, 1997).

#### 4.7.1. Factores climáticos

4.7.1.1. Humedad. Para que la semilla del pasto active su metabolismo e inicie el proceso de germinación, es necesaria la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea (Ramón y Mendoza, 2002).

Esqueda *et al.* (2005), mencionaron que la germinación inicial y la sobrevivencia de plántulas están directamente afectadas por la duración de los periodos de humedad y sequía. Además, de la humedad el tipo de suelo es un factor importante que influye tanto en la emergencia como en la sobrevivencia de plantas, la cual al presentarse bajas cantidades de humedad, la mortalidad de plántulas se incrementa hasta un 100 %.

4.7.1.2. Temperatura. Ramón y Mendoza (2002), describen la temperatura como un factor importante en el proceso de germinación, la cual influye sobre las enzimas y regula la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en las semillas después de la rehidratación. Las semillas solo germinarán dentro de un cierto margen de temperatura y humedad. La temperatura mínima de germinación será aquella por debajo de la cual la germinación de su semilla no se produce. Las semillas del pasto Guinea suelen germinar mejor a temperaturas superiores a 25 °C. Por otro lado la temperatura máxima de germinación será aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso.

Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables.

La temperatura, también afecta algunas fases críticas del ciclo de vida de una planta, ya que por efecto de la temperatura, las semillas pueden germinar o no germinar en función de las condiciones ambientales. Estas características del pasto pueden estar influenciadas también por otros factores ambientales, tales como la luz, fotoperiodo y humedad, formando interacciones entre ellos (Febles y Padilla, 1971; McCosker y Teitzel, 1975). Las altas temperaturas del trópico húmedo en México benefician la conversión de productos de la fotosíntesis en materiales fibrosos altamente lignificados y de baja calidad (Murillo, 1999).

4.7.1.3. Luz. Los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas están relacionados. Por tanto, para que una planta permanezca viva durante un periodo prolongado, la intensidad luminosa debe ser suficiente para fijar la cantidad diaria de anhídrido carbónico que se requiere para equilibrar la pérdida respiratoria de este gas durante las 24 horas del día, la intensidad luminosa mínima para la supervivencia debe exceder ligeramente el punto de compensación en que la fotosíntesis y la respiración se equilibran durante el día (Sabater, 1977).

El contenido de carbohidratos solubles en los tejidos del pasto se incrementa de forma proporcional con la intensidad lumínica. Es viable mencionar que a mayor cantidad de horas luz la digestibilidad del pasto se mejora al incrementarse la acumulación de carbohidratos (Deinum, 1968). Es probable

clasificar el pasto Guinea como una planta de días cortos. El fotoperiodo crítico de esta planta es de 12 a 14 horas luz, y requiere de un mínimo de 10 días cortos para que ocurra la inducción a la floración (Camargo-Bortolin *et al.*, 2007).

#### 4.7.2. Factores del suelo

4.7.2.1. Aireación. La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio que permita una adecuada disponibilidad de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. De esta forma, el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21 % de O<sub>2</sub> y un 0.03 % de CO<sub>2</sub> en el ambiente y en el suelo entre 10 a 20 % de O<sub>2</sub> y de 0.2 a 3 % de CO<sub>2</sub> (Ramón y Mendoza, 2002).

4.7.2.2. Fertilidad del suelo. El suelo es el recurso básico de los ganaderos y debe ser cuidado con el fin de mejorar y hacer un uso sostenible del mismo. Los cultivos forrajeros necesitan los mismos nutrientes en los sistemas de la agricultura de conservación que en los sistemas de labranza convencional. Por ejemplo, el nitrógeno es un elemento indispensable y principal determinante en la producción de semilla de gramíneas. Al fertilizar con este nutriente se aumenta el número de macollos y panículas por planta, en consecuencia se incrementan los rendimientos totales de semilla por unidad de área, la cual recomienda que la fertilización con nitrógeno, también contribuye a la sincronización de la floración y esto a su vez a una cosecha más uniforme de la

semilla, la dosis mínima de fertilización recomendada para una adecuada formación de semilla es de 40 kg de nitrógeno y 60 kg de fósforo por ha<sup>-1</sup> (INIFAP, 2016). Algunos autores recomiendan niveles más altos de nitrógeno (100 kg ha<sup>-1</sup>) para producir semilla de *Megathyrus maximus* (Joaquín *et al.*, 2001).

Cerdas y Vallejos (2011) reportaron que la dosis óptima de nitrógeno para poder producir mayor cantidad de forraje del pasto Guinea es de 150 kg ha<sup>-1</sup>. Por otro lado Joaquín *et al.* (2009) mencionaron una dosis óptima de nitrógeno para obtener mayor rendimiento de semilla, con la aplicación de 100 kg por hectárea.

#### 4.8. Plagas y enfermedades

Machado y Seguí (1992), mencionan las plagas y enfermedades que pueden atacar a *Megathyrus maximus*, las cuales afectan el rendimiento de semilla y materia seca. En el Cuadro 3, se presentan las plagas y enfermedades del pasto Guinea.

Cuadro 3. Plagas y enfermedades que atacan al pasto Guinea.

	Nombre científico	Parte de la planta que afecta
Plagas	<i>Dorus taeniatum</i>	Espícula
	<i>Chirothrips crassus</i>	Espícula
	<i>Mocis spp.</i>	Follaje
	<i>Atta insularis</i>	Follaje
	<i>Draeculacephala</i>	Follaje
Enfermedades	<i>Helmintosporium sp.</i>	Hoja
	<i>Sphacelotheca cruenta</i>	Inflorescencia
	<i>Claviceps purpurea</i>	Hoja
	<i>Cercospora kikuchii</i>	Semilla
	<i>Cerebella panici</i>	Inflorescencia

#### 4.9. Competencia entre plantas por nutrientes

Osorno (2014) mencionó que la competencia es una interacción ecológica, que se genera producto de la necesidad por un mismo recurso. La competencia es mayor durante la primera parte del desarrollo vegetativo del cultivo forrajero. Radosevich *et al.* (1997) indicaron que la competencia entre plantas afecta el desarrollo y rendimiento de los cultivos forrajeros. Raven *et al.* (1992) mencionaron que estudiar la competencia y su efecto sobre la producción de semilla es importante porque la competencia es capaz de modificar la morfología de la planta y la forma de distribuir los recursos para el crecimiento vegetal, la severidad de la competencia entre plantas varía entre las especies presentes,

densidad de siembra, época de siembra, cantidad de humedad, nivel de fertilidad del suelo y duración del periodo de competencia.

Estudios realizados por Vilá *et al.* (2006), indicaron algunos impactos ecológicos que causan la competencia entre especies exóticas y nativas, así como su consecuencia directa en la conservación. El primer impacto que se menciona es a escala de comunidad, en la cual la competencia entre especies nativas e introducidas puede inferir en diferentes niveles tróficos superiores. Este es el caso de competencia por polinizadores cuando la especie introducida produce más néctar que la nativa y, por tanto, atrae a más polinizadores y el segundo es a escala del ecosistema, en la cual las plantas invasoras pueden modificar los ciclos de nutrientes, la disponibilidad de agua e incluso alterar el equilibrio ecológico que existe entre comunidades vegetales.

García (2009), aludió que la competencia es máxima entre plantas de la misma especie y puede ser nula entre plantas muy distintas. Se entiende que las especies adaptadas para ocupar el mismo nicho ecológico no pueden coexistir en el mismo lugar. De no mantenerse a cierta distancia, pueden llegar a competir por luz y por nutrientes del suelo.

Lutz y Halpern (2006), sugirieron que el aumento en la densidad de plantas disminuye la supervivencia de las mismas debido a un aumento en la competencia por recursos como luz y nutrientes.

Por otro lado, la concentración de nutrientes en los tejidos vegetales forma parte de un proceso dinámico, en donde la diferencia entre la velocidad de

crecimiento de una planta y la de absorción de un nutriente puede producir una acumulación o dilución del mismo dentro del tejido vegetal. También el movimiento de los nutrientes en una planta ejerce su influencia en la concentración. Es decir, a medida que el crecimiento del vegetal progresa, ocurren cambios en la concentración de nutrientes en las diversas partes de la planta (Barbazán, 1998).

#### 4.10. Establecimiento y manejo del pasto Guinea

Para elegir una variedad de pasto se debe tomar en cuenta fertilidad y pH del suelo, la temperatura ambiental y la precipitación. La especie de forraje seleccionada debe cumplir con las características agronómicas, independientemente de que las praderas sean nativas o mejoradas (Rey, 2008).

##### 4.10.1. Siembra

Antes de la siembra se requiere de una buena preparación del terreno. La cual, se obtiene al realizar un barbecho, rastreo, nivelación y surcado. El objetivo de la preparación del terreno es destruir las semillas de malezas presentes en el suelo, destruir las plagas del suelo al exponerlas al sol, mejorar la aireación, proporcionar condiciones óptimas para la siembra y facilitar la emergencia de la semilla (Morales *et al.*, 2012).

La siembra se realiza cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables para la germinación, crecimiento y sobrevivencia de las plántulas. En el trópico húmedo, la época de siembra, va desde el inicio de las lluvias (Junio) hasta el mes de noviembre para pastos nativos e introducidos (INIFAP, 2014).

La cantidad de semilla para siembra depende de su porcentaje de germinación, generalmente se utilizan de 3 a 4 kilogramos de semilla pura por hectárea, cuando tiene una germinación mayor al 15 %. En algunas especies de pastos cuando no se dispone de semilla botánica, la siembra se puede efectuar utilizando material vegetativo. Este método de siembra es caro pero muy eficiente (Rodríguez, 1983).

La siembra, se realiza en diferentes formas dependiendo de la preparación del terreno, topografía, maquinaria, equipo agrícola y disponibilidad de semilla (Villanueva, 1997). Los métodos de siembra más comunes son: a) al voleo. Este método es fácil y económico, pero se requiere mayor cantidad de semilla. b) Siembra en surcos. Este método permite el uso de menor cantidad de semilla, facilita la aplicación del riego y otras prácticas de manejo del cultivo. c) La siembra a espeque. Es el método más eficiente y se utiliza en terrenos de topografía accidentada o pedregosa, consiste en hacer un hoyo, donde se deposita la semilla. La profundidad de siembra es de 3 a 7 veces el tamaño de la semilla, lo cual difícilmente supera los 2 cm de profundidad (Morales *et al.*, 2012).

#### 4.10.2. Prácticas culturales

4.10.2.1. Fertilización. Castro (1984) mencionó que normalmente el nitrógeno es el nutriente más limitante para el crecimiento de las gramíneas tropicales. Los pastos como todas las plantas, requieren de ciertos minerales que, combinados forman el alimento indispensable para el crecimiento y producción. Cuando el suelo carece de uno o más minerales en forma aprovechable para los pastos, el uso de fertilizante constituye un factor de gran importancia en su producción.

Uno de los elementos centrales para la producción de semillas es el nitrógeno, ya que juega un papel muy importante en la estructura de las proteínas y ácidos nucleicos (Loomis y Connor, 2002). Se ha indicado que la aplicación de fertilizantes nitrogenados incrementa los rendimientos de semilla del 40 al 60 % y la pureza física del 25 al 40 % (Alvarado *et al.*, 1989). En experimentos con pasto Guinea Joaquín *et al.* (2009) indicaron que la aplicación de nitrógeno incrementó el rendimiento de semilla y que los valores máximos de producción se logran al aplicar 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Asimismo Ferreira *et al.* (2007), señalaron que la eficiencia de respuesta a la fertilización nitrogenada aumenta conforme se incrementa el aporte de nitrógeno (100 kg de N ha<sup>-1</sup>).

Urdaneta *et al.* (1974) mencionaron, que el punto máximo de fertilización al que responde el pasto guinea es de 600 kg por hectárea año<sup>-1</sup>.

4.10.2.2. Densidad de plantas. Es importante determinar los métodos de siembra más adecuados y los espacios óptimos entre plantas. Estudios realizados por Humphreys y Riveros (1986), mostraron la ventaja que tiene el sembrar forraje en líneas para producir semillas de pastos tropicales. En comparación con la siembra al voleo, la siembra en líneas permite un mejor manejo del cultivo y facilita la cosecha de la semilla. Por lo tanto, es posible obtener mayor rendimiento y mejor calidad de semilla. Joaquín *et al.* (2010) encontraron que la distancia entre plantas tiene un efecto marcado sobre el rendimiento de semilla de pasto Insurgente y que los rendimientos máximos de semilla pura y semilla pura germinable (47.8 y 11.0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) se obtienen a una distancia de 25 x 25 cm entre surcos y plantas. Estos autores también indicaron que el número de panículas por planta fue mayor a medida que se incrementa la distancia entre plantas. Por ejemplo, Matías y Ruiz (1992), en *Brachiaria decumbens*, al evaluar diferentes distancias entre líneas, encontraron que la distancia de 100 cm fue la que presentó el mayor rendimiento de semilla.

González *et al.* (2004), realizaron un estudio sobre la influencia que tiene la fecha de siembra y la distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus* sp. y *Panicum coloratum* (pasto Klein). Ellos mencionan que al aumentar la distancia entre surcos de las leguminosas, se aumenta la densidad de tallos de la gramínea. También encontraron que la densidad de leguminosas aumenta al reducir la distancia entre surcos (153 plántulas por m<sup>2</sup> de leguminosas a una distancia entre surcos de 0.30 m). En el

mismo estudio, se demostró que el rendimiento del pasto aumenta al incrementar la distancia entre surcos de las leguminosas.

#### 4.10.3. Floración y reproducción

Díaz (2010), describe el pasto *Megathyrsus maximus* como una planta apomíctica facultativa y pseudogámica, la cual se efectúa por polinización cruzada o autopolinización. Por lo general, se mantiene en la progenie de plantas sexuales, la floración en el pasto Guinea cv. Mombaza persiste por periodos largos, lo cual afecta la cosecha y la producción de semilla. Por ejemplo en Asia, se observó que el 25 % de las espiguillas florecieron 6 días después de la emergencia de la panícula y el 50 % se desprendieron 15 días después. En otras áreas tropicales como Colombia, se ha encontrado que las espiguillas pueden maduran alrededor de 32 días después de la antesis.

#### 4.10.4. Madurez de la semilla

Se entiende por madurez cuando la semilla alcanza su completo desarrollo. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de las semillas se han desarrollado completamente y la madurez fisiológica finaliza cuando la semilla alcanza su peso máximo (Alzugaray *et al.*, 2007).

#### 4.10.5. Cosecha de la semilla

El momento óptimo de cosecha se puede determinar cuándo se tiene la máxima floración. Es decir, el momento en que se encuentra la mayor densidad de espigas en el cultivo (80 % aproximadamente). Sin embargo, se debe tomar en cuenta los diversos grados de desarrollo de las semillas entre y dentro de las inflorescencias. El pasto Guinea presenta una floración y una dehiscencia irregular de semillas maduras que puede ser modificado mediante el uso de hormonas. Por ejemplo Joaquín *et al.* (2006), encontraron que es posible incrementar la producción de semilla, al aplicar 12 mg L<sup>-1</sup> de hormona esteroidal Cidef-4 (Brassinosteroides, molécula polihidroxiesteroidea). Es posible obtener 71.6 kg ha<sup>-1</sup> de semilla del pasto Guinea, de la misma manera aumenta el rendimiento de semilla pura con un valor de 61.8 kg ha<sup>-1</sup> (Joaquín *et al.*, 2010).

Al aplicar técnicas que permiten la sincronización de la floración, se disminuye el riesgo de la dispersión de semilla y se obtienen mayores rendimientos de semilla de buena calidad. Se ha indicado que la manipulación del número de panículas con la aplicación de fitohormona esteroidal genera mayores rendimientos de semilla del pasto Guinea (Joaquín *et al.*, 2006).

#### 4.11. Calidad de la semilla

La calidad de semilla en las gramíneas se refiere al grado de pureza física de la muestra y de su germinación. La pureza física indica la cantidad de semilla pura que hay en una muestra. Otro atributo de calidad es la viabilidad de una

muestra y su valor indica el porcentaje de semilla viva. Mientras mejor sea la viabilidad de una semilla, mayor será el tiempo durante el cual las semillas conservaran su capacidad para germinar. La semilla puede conservar por más tiempo su viabilidad mientras menos activo sea su metabolismo. Por lo que son recomendables las bajas temperaturas (entre 12 y 24 °C) para que las semillas conserven su viabilidad que a temperatura ambiente (Alzugaray *et al.*, 2007). En el caso específico del pasto Guinea la temperatura óptima de almacenaje es de 10 °C (McCosker y Teitzel, 1975).

#### 4.11.1. Pureza física

La pureza física es una característica que refleja la estructura del aspecto de la semilla. Joaquín *et al.* (2009) indicaron que la pureza física de la semilla cosechada en *Megathyrsus maximus*, se incrementa con la fertilización nitrogenada, donde el mayor valor de pureza (86.6 %) se obtuvo al aplicar 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Este tipo de prueba permite determinar la cantidad de semilla pura, la proporción de semilla de otras especies y los materiales inertes como piedras, que por lo general se encuentran en la semilla recién cosechada (Papalotla, 2002).

#### 4.11.2. Calidad sanitaria

La calidad de las semillas en plantas forrajeras tropicales está sujeta a varios factores que pueden afectar desde el porcentaje de germinación hasta la presencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias (Osechas, 2007).

Al respecto Remy *et al.* (1983), definieron la calidad sanitaria como presencia o ausencia de plagas, malezas y enfermedades en la semilla. Un lote de semillas contaminadas puede considerarse como un medio de diseminación muy efectivo, para determinados patógenos y su transmisión a la plántula puede provocar problemas agronómicos serios. Por otro lado, la utilización de semilla de buena calidad sanitaria proveniente de variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, constituye el método más económico y eficiente para el buen establecimiento de praderas. Las principales prácticas para la producción de semilla de buena calidad sanitaria, son la utilización de terrenos nuevos o libres de malezas, plagas y enfermedades, épocas de siembra adecuadas, la eliminación de plantas enfermas y un buen control fitosanitario.

#### 4.11.3. Calidad genética

Se ha indicado que una semilla de buena calidad por sí misma no garantiza un comportamiento satisfactorio en el campo. Una planta puede expresar una mayor resistencia específica para responder ante determinadas condiciones ambientales a través de mecanismos moleculares para la adaptación a diversos ambientes. El valor genético de una semilla está determinado por el genotipo de una planta forrajera, el cual define la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos ya sea en clima cálido, templado, trópico húmedo o seco, potencial de rendimiento y hábito de crecimiento (Quiroz y Carrillo, 2004).

#### 4.12. Germinación

La germinación se define como la emergencia y desenvolvimiento de las estructuras del embrión. El buen desarrollo de estas estructuras da origen a una plántula normal en condiciones ambientales favorables. La germinación se mide como el porcentaje de semillas que producen plántulas normales (Papalotla, 2002). La prueba de germinación más utilizada es la conocida como prueba de rollitos de papel recomendada por la "International Seed Testing Association" (ISTA, 2005), esta prueba consiste en extender toallas de papel previamente humedecidas con agua destilada sobre una superficie plana en las cuales se colocan las semillas, posteriormente se cubren con otras toallas húmedas y se doblan para formar un rollo, en el cual se ponen a germinar las semillas acomodando cada rollo de forma vertical en bolsas de plástico, las bolsas con los rollos se colocan en cámaras germinadoras con ambiente controlado. La temperatura debe oscilar entre 20 a 30 °C, por lo general se debe mantener temperatura baja durante 16 horas y temperatura alta durante 8 horas. El porcentaje de humedad debe oscilar entre 50 a 60 %. Otro factor importante, es la intensidad de luz la cual debe oscilar entre 750 a 1250 lux, la cantidad de horas luz recomendable es de 8 horas de cada 24.

#### 4.13. Dormancia

La dormancia, también conocida como latencia o letargo, sucede cuando la semilla no es capaz de germinar a pesar de tener las condiciones ideales para su germinación. Este fenómeno ocurre debido a mecanismos físicos y fisiológicos internos de la semilla. La dormancia es una característica cuya expresión es modificada por las condiciones ambientales que se dan durante el proceso de maduración de la semilla. La dormancia está presente durante la maduración y dispersión de la semilla, de modo que esta no estará apta para germinar de inmediato. Los principales factores que afectan la dormancia son: a) cubiertas florales duras e impermeables al agua y el oxígeno, b) inmadurez del embrión y c) presencia de inhibidores (Ácido abscísico; compuestos derivados de las lactonas: cumarina y escopoletina) que provocan bloqueos y controlan la germinación (Mérola y Díaz, 2012; Courtis, 2013).

#### 4.14. Escarificación

La escarificación es el proceso de romper o ablandar las cubiertas seminales de las semillas en estado de latencia, para hacerles permeables al agua y al oxígeno (Narcia, 2009). Los principales métodos de escarificación son:

Método mecánico: Este método de escarificación consiste en raspar, partir o perforar las cubiertas de las semillas, de forma manual o con maquinaria. Es un método efectivo y sencillo, donde las semillas quedan expuestas al ataque de patógenos (Hernández, 2010).

Método químico: El tratamiento consiste en poner las semillas en contacto con ácido sulfúrico a concentración de 98 %, la proporción varía de acuerdo con las semillas; por ejemplo, se requiere 1 litro de ácido sulfúrico para 10 a 15 kg de semillas, el ácido sulfúrico elimina las glumas y las lemas, quedando solamente la cariósida con la pálea (Takashi, 2010). Otro método para escarificar la semilla utiliza solo agua. Este método consiste en remojar las semillas con el objetivo de modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores de germinación, suavizar y reducir el tiempo de germinación (Sierra, 2002).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, Oaxaca. Las coordenadas geográficas aproximadas son 18° 06' Latitud Norte y 95° 53' Longitud Oeste, a una altura de 30 msnm (Googleearth, 2016).

### 5.2. Clima y suelo

El clima de Loma Bonita, Oaxaca es cálido húmedo, con lluvias abundantes en verano. La precipitación y temperatura promedio anual es de 2,000 mm y 26 °C (INEGI, 2008). El suelo del sitio experimental es de textura arcillo arenoso, con pH de 4.2 y 2.9 % de Materia Orgánica (Medel, 2013).

### 5.3. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones cada uno y el tamaño de la unidad experimental fue de 5 x 5 m dando un total de 25 m<sup>2</sup>.

Cuadro 4. Tratamientos empleados en el experimento de producción de semilla del pasto Guinea: densidad de siembra y su efecto sobre la calidad.

Tratamientos	Distancias (cm)
T <sub>1</sub>	Voleo
T <sub>2</sub>	25 x 25
T <sub>3</sub>	50 x 50
T <sub>4</sub>	75 x 75
T <sub>5</sub>	100 x 100
T <sub>6</sub>	125 x 125

#### 5.4. Desarrollo del experimento

La siembra se realizó en el mes de julio del año 2008. En la siembra se utilizó semilla botánica con una densidad de 2 kg de semilla pura germinable por hectárea, previo a la siembra, el terreno se preparó mediante un chapeo y se aplicó herbicida faena i.a. (glifosato™) para controlar las malezas. Posteriormente, en cada una de las parcelas se establecieron los tratamientos indicados en el cuadro 4. En el área donde se sembró las semillas se roturó el suelo a una profundidad de 10 cm. En las parcelas donde se estableció las diferentes distancias entre plantas se depositó las semillas cubriéndola con una capa de suelo. Una vez que las plantas estaban establecida se realizó un corte de uniformidad el 1 de septiembre del mismo año.

Después del corte de uniformidad, se fertilizó en una sola aplicación empleando la fórmula 100-50-50. Como fuente de fertilizante se utilizó urea (46 % N), superfosfato de calcio triple (46 %  $P_2O_5$ ) y cloruro de potasio (60 %  $K_2O$ ). Para el control de malezas de hoja ancha, al mes de rebrote, se aplicó el herbicida 2,4-D amina y posteriormente se realizó un chapeo manual. La semilla se cosechó de forma manual a los 18 días después de la anthesis mediante un corte de inflorescencia, las cuales después fueron sometidas a un proceso de sudado natural metiéndolas dentro de una bolsa de manta. Dicha bolsa se colocó sobre una cama de material remanente y se cubrió con el mismo durante 5 días. Posteriormente se realizó la limpieza y secado de la semilla en forma natural.

## 5.5. Variables evaluadas

Para realizar las mediciones se consideraron un tamaño de parcela útil de 1 m<sup>2</sup>, se evaluaron la altura de planta (cm), panículas por planta, tallos totales, número de panículas por superficie (1 m<sup>2</sup>), rendimiento de semilla total (kg ha<sup>-1</sup>), rendimiento de semilla pura (kg ha<sup>-1</sup>) y calidad física (% de semilla pura).

### 5.5.1. Altura de planta (cm)

Antes de la cosecha se midieron al azar la altura de tres plantas con la ayuda de un flexómetro. Estas plantas se encontraban dentro de la parcela útil correspondiente a cada tratamiento. Esta variable se determinó con el objetivo de establecer la asociación con el rendimiento de semilla total.

### 5.5.2. Tallos totales por planta

Se realizó el conteo de tallos totales por planta para cada uno de los tratamientos. De cada parcela útil se tomaron tres plantas al azar, posteriormente los datos obtenidos se anotaron en una bitácora. El conteo se llevó a cabo para determinar el agrado de asociación que existe entre los tallos totales por planta y el rendimiento de semilla total.

### 5.5.3. Panículas por planta

Para determinar el número de panículas por planta, se realizó el conteo de tallos florales seleccionando una planta al azar dentro de cada parcela útil. El conteo de este componente se realizó para determinar el grado de asociación que existe con el rendimiento de semilla total.

### 5.5.4. Tallos totales por superficie (m<sup>2</sup>)

Se marcó un metro cuadrado para cada tratamiento y se identificó al azar diferente número de tallos, posteriormente se realizó el conteo de tallos de manera que se fueron anotando los datos en un cuaderno de campo para procesarlos y obtener los resultados. El objetivo del conteo de los tallos fue para visualizar el grado de asociación que presenta con el rendimiento de semilla.

### 5.5.5. Panículas por superficie (m<sup>2</sup>)

El área de muestreo se midió con la ayuda de un flexómetro, después se realizó un conteo manual de panículas por superficie de cada tratamiento. Los

datos obtenidos de cada conteo se registraron para determinar los resultados finales. Esta variable se determinó con el objetivo de conocer el rendimiento de semilla y la asociación entre los componentes.

#### 5.5.6. Plantas por superficie ( $m^2$ )

Se determinó el área de muestreo con la ayuda de un flexómetro, posteriormente se realizó el conteo de plantas del pasto Guinea por cada metro cuadrado de respectivos tratamientos. Los resultados finales se anotaron en un cuaderno de campo. Esta variable se midió con el objetivo de determinar el número de plantas por unidad de superficie y para obtener el rendimiento de semilla total.

#### 5.5.7. Rendimiento de semilla total ( $kg\ ha^{-1}$ )

Después de la cosecha se calculó el rendimiento de semilla total pesando la muestra de cada tratamiento con la ayuda de una báscula (Marca ADAM con margen de error de 1 g). Este procedimiento se llevó a cabo para determinar el peso de los diferentes componentes asociados con la producción de semilla.

#### 5.5.8. Rendimiento de semilla pura ( $kg\ ha^{-1}$ )

Después de determinar el peso del rendimiento de semilla total se separó la semilla del material inerte, posteriormente se pesó la semilla pura que correspondió a cada tratamiento. Las semillas se pesaron con la ayuda de una báscula.

#### 5.5.9. Porcentaje de semilla pura (pureza física)

La pureza física de la semilla se calculó por un método convencional. Que consiste en tomar una muestra de 150 g de semilla por tratamiento, la cual se separa, se cuantifica la semilla pura, la semilla de otros cultivos, la semilla de malezas y el material inerte. Después de la separación se determina el porcentaje de semilla pura.

#### 5.6. Análisis estadístico

Los datos que se obtuvieron se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, con base en el diseño experimental de bloques completos al azar. La comparación de medias de tratamientos se efectuó utilizando la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Efecto de la distancia entre plantas en el rendimiento de semilla

#### 6.1.1. Rendimiento de semilla total

Se encontraron diferencias estadísticas entre las diferentes distancias de siembra ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 5) para la variable rendimiento de semilla total. Se observó que el mayor rendimiento de semilla total fue de  $216.9 \text{ kg ha}^{-1}$  lo cual se produjo en  $T_2 = 25 \times 25 \text{ cm}$  entre líneas y plantas, respectivamente, valor que fue mayor y diferente al encontrado con los demás tratamientos ( $T_1, T_3, T_4, T_5$  y  $T_6$ ) los cuales fueron similares entre sí; obteniendo valores de 125.3, 132.0, 140.5, 156.0 y  $157.0 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 5. Cuadrados medios del rendimiento de semilla y porcentaje de semilla pura del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) cv. Mombaza a diferentes distancias entre líneas y plantas.

Fuente de variación	Variables			
	GL	RST ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	RSP ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	PSP (%)
Tratamiento	5	3272.20**	1748.60**	131.51*
Bloque	2	495.24*	107.72NS	64.26NS
Error	10	435.93	268.13	27.63
CV		13.49	14.58	7.19
Media		154.66	112.24	73.01

RST= rendimiento de semilla total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); RSP= rendimiento de semilla pura ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); PSP= porcentaje de semilla pura.

C.V.= coeficiente de variación (%); GL= grados de libertad.

\*= grado de significancia ( $P \leq 0.05$ ); NS= no significativo.

\*\*= grado de significancia al 1 %.

Cuadro 6. Rendimiento de semilla del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) cv. Mombaza, a diferentes distancias entre líneas y plantas.

Tratamiento	Variables		
	RST (kg ha <sup>-1</sup> )	RSP (kg ha <sup>-1</sup> )	PSP (%)
T <sub>1</sub>	125.3 b	103.6 b	83.5 a
T <sub>2</sub>	216.9 a	161.2 a	74.7 ab
T <sub>3</sub>	132.0 b	100.3 b	75.9 ab
T <sub>4</sub>	140.5 b	100.3 b	71.2 ab
T <sub>5</sub>	156.0 b	100.8 b	64.6 b
T <sub>6</sub>	157.0 b	107.0 b	68.1 b

abcde= valores con distinta letra en la misma columna indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), según la prueba de Tukey.

T<sub>1</sub>= Voleo; T<sub>2</sub>= 25 x 25 cm; T<sub>3</sub>= 50 x 50 cm; T<sub>4</sub>= 75 x 75 cm; T<sub>5</sub>= 100 x 100 cm; T<sub>6</sub>= 125 x 125 cm; RST= rendimiento de semilla total (kg ha<sup>-1</sup>); RSP= rendimiento de semilla pura (kg ha<sup>-1</sup>); PSP= porcentaje de semilla pura.

Los resultados encontrados en este estudio indican que la distancia entre plantas tiene un efecto en el rendimiento de semilla total del pasto Guinea cv. Mombaza. Resultados similares reporta Joaquín *et al.* (2010), quienes encontraron una respuesta positiva en la producción de semilla al incrementar la densidad de plantas para *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente. En cambio en *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, la distancia de 100 x 100 cm entre hileras fue la que presentó el mayor rendimiento de semilla en comparación con la distancia de 75 x 75 cm (Matías y Ruz, 1992). En pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) el mayor rendimiento de semilla se obtuvo con una distancia de 75 cm entre hileras en comparación con la distancia de 40 cm (Kumar *et al.*, 2005). Esta discrepancia de resultados pueden deberse al manejo de la pradera, fertilidad del suelo, factores climáticos, o bien, a la diferencia entre especies forrajeras.

### 6.1.2. Rendimiento de semilla pura

Al igual que en el rendimiento de semilla total se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las diferentes distancias de siembra para el rendimiento de semilla pura, donde el valor más alto fue de  $161.2 \text{ kg ha}^{-1}$  lo cual se consiguió en la distancia de siembra  $T_2 = 25 \times 25 \text{ cm}$  entre líneas y plantas, respectivamente. Este valor fue superior a la siembra al voleo ( $T_1$ ), con un promedio de  $103.6 \text{ kg ha}^{-1}$ , pero similar a los rendimientos encontrados con las distancias de siembra  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$  con valores  $100.3$ ,  $100.3$ ,  $100.8$ , y  $107.0 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Cuadro 6). En el presente estudio el mayor rendimiento de semilla total y el mayor rendimiento de semilla pura obtenidos con la distancia de  $25 \times 25 \text{ cm}$ , es superior al promedio reportado por Joaquín *et al.* (2009) para esta misma especie forrajera, quienes encontraron  $26.6$  y  $23.7 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla total y semilla pura, correspondientemente, al aplicar  $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$  y al sembrar a  $40$  y  $70 \text{ cm}$  entre líneas y plantas, recíprocamente.

### 6.1.3. Porcentaje de semilla pura

Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las distintas distancias de siembra para el porcentaje de semilla pura, donde el mayor porcentaje fue  $83.5 \%$ . Esta cifra se registró en la distancia  $T_1$  (al voleo), valor que fue similar a los encontrados con las distancias  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ , con valores de  $74.7$ ,  $75.0$  y  $71.0 \%$ , respectivamente, superando a los encontrados con las distancias  $T_5$  y  $T_6$ , con promedios de  $64.6$  y  $68.1 \%$ , respectivamente (Cuadro 6). El mayor porcentaje de pureza física ( $83.5 \%$ ) se encontró a una distancia  $T_1 = \text{Voleo}$ .

Joaquín *et al.* (2009), indicaron que la pureza física de la semilla de pasto Guinea se incrementa conforme aumenta la fertilización nitrogenada hasta un porcentaje máximo de 86.6 % de pureza física con la aplicación de 100 kg N ha<sup>-1</sup>.

## 6.2. Efecto de la distancia entre plantas sobre los componentes del rendimiento de semilla

Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las diversas distancias de siembra para las variables altura de planta, tallos totales por planta, panículas por planta, tallos totales por superficie, panículas por superficie y plantas por superficie (Cuadro 7). Se observó que las plantas más grandes tenían una altura de 180 cm en el tratamiento de 100 x 100 cm entre líneas y plantas, respectivamente, valor que es similar a los encontrados con las distancias T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>6</sub> (25 x 25, 50 x 50, 75 x 75 y 125 x 125 cm, entre líneas y plantas, respectivamente), con promedios de 176.6, 165, 170.8 y 178.1 cm, respectivamente, pero distinto al encontrado con la siembra al voleo (151.6 cm) (Cuadro 8). Estos resultados indican que la competencia de las plantas por nutrientes y espacio afectó el crecimiento del pasto y el rendimiento de semilla.

Cuadro 7. Cuadrados medios de los componentes del rendimiento de semilla del pasto Guinea (*Megathyrus maximus*) cv. Mombaza, a diferentes distancias entre líneas y plantas.

Fuente de Variación	Cuadrados medios						
	GL	AP (cm)	TTP (No.)	PP (No.)	TTS (No. m <sup>-2</sup> )	PS (No. m <sup>-2</sup> )	PPS (No. m <sup>-2</sup> )
Tratamiento	5	343.2*	3723.2**	748.4**	13825.6**	574.2**	1096.7**
Bloque	2	21.0NS	40.4NS	0.04NS	494.9NS	1.3NS	28.3*
Error	10	90.0	100.1	5.6	981.1	33.7	28.3
CV		5.6	21.6	13.2	23.4	14.1	43.9
Media		170.3	46.3	17.8	133.8	40.9	12.1

AP= altura de planta (cm); TTP= Número de tallos totales por planta; PP= Número de panículas por planta; TTS= Número de tallos totales por superficie (m<sup>2</sup>); PS= Número de panículas por superficie (m<sup>2</sup>); PPS= Número de plantas por superficie.

C.V.= coeficiente de variación (%); GL= grados de libertad

\*= grados de significancia (P≤0.05); NS= no significativo.

\*\*= grado de significancia al 1 %.

Cuadro 8. Valores promedios de los componentes del rendimiento de semilla del pasto Guinea a diferentes distancias entre líneas y plantas.

Tratamiento	Variables					
	AP (cm)	TTP (No.)	PP (No.)	TTS (No. m <sup>-2</sup> )	PS (No. m <sup>-2</sup> )	PPS (No. m <sup>-2</sup> )
T <sub>1</sub>	151.6 b	4.9 e	0.9 d	239.0 a	50.0 ab	49.3 a
T <sub>2</sub>	176.6 ab	11.3 de	3.9 cd	182.0 ab	62.6 a	16.0 b
T <sub>3</sub>	165.0 ab	33.7 cd	9.9 c	135.0 bc	39.5 bc	4.0b c
T <sub>4</sub>	170.8 ab	59.7 bc	18.7 b	106.2 bc	33.3 bcd	1.8b c
T <sub>5</sub>	180.0 a	89.6 a	37.6 a	89.7 c	37.6 bcd	1.0b c
T <sub>6</sub>	178.1 ab	78.8 ab	35.4 a	50.4 c	22.7 d	0.6 c

abcde= valores con distinta letra en la misma columna indican diferencia estadística (P<0.05), según la prueba de Tukey.

T<sub>1</sub>= voleo; T<sub>2</sub>= 25 x 25 cm; T<sub>3</sub>= 50 x 50 cm; T<sub>4</sub>= 75 x 75 cm; T<sub>5</sub>= 100 x 100 cm; T<sub>6</sub>= 125 x 125 cm.

AP= altura de planta; TTP= Número de tallos totales por planta; PP= Número de panículas por planta; TTS= Número de tallos totales por superficie; PS= Número de panículas por superficie; PPS= Número de plantas por superficie.

En cuanto al número de tallos totales por planta, se determinó que la mayor cantidad se obtuvo con la distancia  $T_5 = 100 \times 100$  cm, el cual presentó un valor de 89.6 tallos por planta, también es posible verificar que a medida que aumenta la distancia de siembra se eleva el número de tallos totales por planta (Cuadro 8). Para el número de panículas por planta el valor más alto se obtuvo con la distancia de  $100 \times 100$  cm, con un promedio de 37.6 panículas, valor que fue similar al obtenido con la distancia de  $125 \times 125$  cm (35.4 panículas), superando los valores determinados con las distancias al voleo,  $25 \times 25$ ,  $50 \times 50$  y  $75 \times 75$  cm, con valores de 0.9, 3.9, 9.9 y 18.7 panículas, respectivamente. Se constató que las panículas más frondosas y de mejor tamaño produjeron una cantidad mayor de semillas.

Para el número de tallos totales por superficie, se confirmó que el valor más alto (239 tallos por superficie) se presentó con la siembra al voleo ( $T_1$ ), valor que fue similar al encontrado con la distancia  $T_2 = 25 \times 25$  cm, con un promedio de 182 tallos por superficie, superando a los obtenidos con las distancias  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ , con promedios de 135.0, 106.2, 89.9 y 50.6 tallos por superficie, respectivamente, a medida que aumenta la distancia de siembra disminuye el número de tallos totales por unidad de superficie (Cuadro 8). En este estudio se demostró que aunque el mayor número de tallos totales por superficie se produjo con la siembra al voleo, el mayor rendimiento de semilla se encontró con la distancia  $25 \times 25$  cm, ya que con la siembra al voleo hay una mayor competencia de nutrientes y luz. Al respecto Vieito *et al.* (2004) mencionaron que la cantidad

de tallos totales y tallos fértiles son los indicadores con mayor influencia en el rendimiento de semilla.

Para el número de panículas por superficie, el mayor valor se encontró con la distancia  $T_2 = 25 \times 25$  cm, con un promedio de 62.6 panículas por  $m^2$ , valor que fue similar al encontrado con la siembra al voleo (50.0 panículas), pero superando a los encontrados con las distancias  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$  (50 x 50, 75 x 75, 100 x 100 y 125 x 125 cm), con promedios de 39.5, 33.3, 37.6 y 22.7 panículas por  $m^2$ , respectivamente. Al aumentar la distancia de siembra disminuye el número de panículas por superficie (Cuadro 8). Estos resultados indican que la distancia de 25 x 25 cm es la óptima para mejorar el aporte de nutrientes y luz solar. Estos resultados concuerdan con los de Joaquín *et al.* (2010), quienes indicaron que la distancia de 25 x 25 cm entre líneas y plantas fue la que presentó el mayor número de panículas por superficie, con 20 % más panículas por  $m^2$ , en comparación con la siembra al voleo. Un efecto similar fue reportado por Joaquín *et al.* (2001), quienes al evaluar el efecto de fertilización nitrogenada en *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania reportaron que al incrementar la dosis de nitrógeno se modifica el número de panículas por  $m^2$  y con ello el rendimiento de semilla.

Booman (1978) mencionó, que con un manejo adecuado del cultivo forrajero, es posible modificar su eficiencia para producción de semilla. Este mismo autor indicó que para aumentar el rendimiento de semilla se debe incrementar el número y tamaño de las panículas. Lo cual se logra mediante

prácticas agronómicas. Por otro lado Pérez *et al.* (1988) y Navarro *et al.* (2012) mencionaron que para obtener un mayor rendimiento de semilla se debe disponer de buenas condiciones climáticas.

En relación con la variable número de plantas por superficie, se observó que la mayor densidad se logra con la distancia T<sub>1</sub>= al voleo (49.3 plantas por m<sup>2</sup>), superando a los datos obtenidos con las distancias T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> (25 x 25, 50 x 50, 75 x 75, 100 x 100 y 125 x 125 cm entre líneas y plantas, respectivamente), con valores de 16.0, 4.0, 1.8, 1.0 y 0.6 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente (Cuadro 8). Sin embargo, Ordoñez *et al.* (1985) reportaron, que al sembrar a una distancia de 132 cm entre plantas obtuvieron resultados de 1.74 plantas m<sup>-2</sup>.

### 6.3. Relación entre el rendimiento de semilla y sus componentes

En relación al coeficiente de correlación se encontró que la variable panículas por planta está relacionada con los tallos totales por planta con un valor de  $r=0.9$  (Cuadro 9 y Figura 1). Asimismo, el rendimiento de semilla pura tuvo un mayor grado de asociación con rendimiento de semilla total y número de panículas por m<sup>2</sup>, con valores de  $r=0.9$  y  $0.6$ , respectivamente (Cuadro 9 y Figuras 2 y 3).

Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre rendimiento de semilla y sus componentes en pasto Guinea.

Variables	Coeficiente de correlación (r)
Rendimiento de semilla total vs. Rendimiento de semilla pura	0.9
Tallos totales por planta vs. Panículas por planta	0.9
Tallos totales por m <sup>2</sup> vs. Plantas por m <sup>2</sup>	0.8
Panículas por m <sup>2</sup> vs. Porcentaje de semilla pura	0.7
Tallos totales por m <sup>2</sup> vs. Panículas por m <sup>2</sup>	0.7
Tallos totales por m <sup>2</sup> vs. Porcentaje de semilla pura	0.6
Plantas por m <sup>2</sup> vs. Rendimiento de semilla pura	0.6
Altura de planta vs. Rendimiento de semilla total	0.5
Altura de planta vs. Panículas por planta	0.5

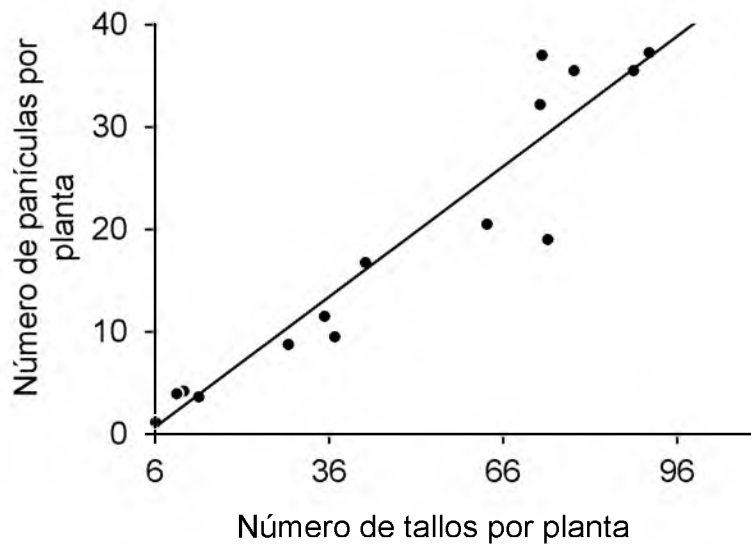


Figura 1. Coeficiente de correlación entre número de tallos por planta y número de panículas por planta en el pasto Guinea.

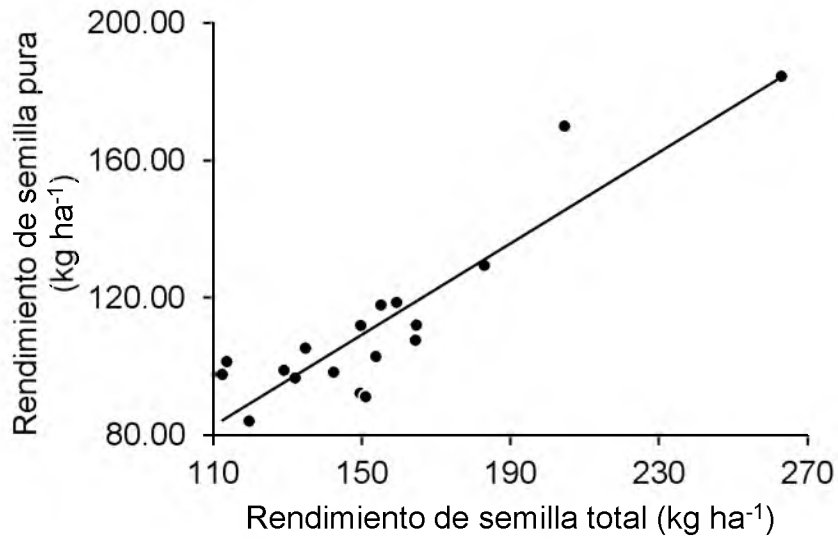


Figura 2. Coeficiente de correlación entre rendimiento de semilla total (kg ha⁻¹) y rendimiento de semilla pura (kg ha⁻¹) en el pasto Guinea.

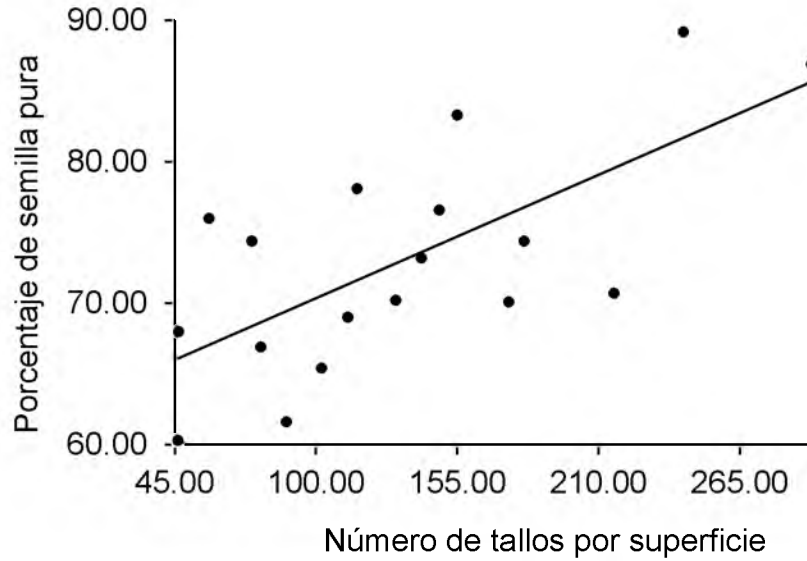


Figura 3. Coeficiente de correlación entre rendimiento de semilla pura y número de panículas por superficie (m<sup>2</sup>) en el pasto Guinea.

En el presente estudio el mayor rendimiento de semilla y rendimiento de semilla pura obtenidos con el tratamiento T<sub>2</sub>= 25 x 25 cm de distancia entre líneas y plantas, respectivamente, se atribuyó a un mayor número de tallos totales por planta, panículas por planta y tallos totales por m<sup>2</sup>, ya que estos componentes tuvieron el mayor grado de asociación con el rendimiento de semilla total y rendimiento de semilla pura. Resultados similares reportados por Joaquín *et al.* (2010), quienes confirmaron que el componente número de panículas en *Brachiaria brizantha* presenta mayor asociación con el rendimiento de semilla total y rendimiento de semilla pura. Así mismo, Joaquín *et al.* (2009), indicaron

que el número de panículas en pasto Guinea es la característica que está más relacionada con el rendimiento de semilla.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, la distancia entre líneas y plantas tuvo efecto en el rendimiento de semilla. Se observó que conforme se aumenta la distancia entre plantas se incrementa el rendimiento de semilla total y rendimiento de semilla pura, debido a un mayor número de tallos totales por planta, panículas por planta y tallos totales por metro cuadrado.

Para mejorar el rendimiento de semilla del pasto Guinea cv. Mombaza (*Megathyrsus maximus*) se debe de realizar la siembra a una distancia de 25 x 25 cm entre líneas y plantas, respectivamente, ya que la distancia de 25 x 25 cm entre líneas y plantas fue la que presentó el mayor rendimiento de semilla total del pasto Guinea (216.9 kg ha<sup>-1</sup>), donde la variable número de panículas por planta fue la que mayor influencia tuvo en aumentar el rendimiento de semilla.

Se recomienda continuar con este tipo de experimentos en diferentes densidades, tipos de suelo y condiciones de humedad durante periodos representativos (uno o dos años) con la finalidad de conocer de forma más precisa como maximizar el rendimiento y la calidad de la semilla del pasto Guinea.

## 8. LITERATURA CITADA

- Alvarado, A., Torres A. Guerrero R. y Sánchez E. 1989. Producción y certificación de semillas forrajeras tropicales. FONAIAP. Día de Campo, Municipio Pedraza. Barinas-Venezuela. 20 p.
- Alzugaray, C., Carnevale N. Salinas A. y Pioli R. 2007. Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma* sp. quebracho blanco Schlttdl. Revista Iberoamericana de Micología. 24:142-147.
- Anónimo. 2016. Tropical Forages. Disponible en: [http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Panicum\\_maximum.htm](http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Panicum_maximum.htm). Consultado en julio del 2016.
- Argel, P., Giraldo G. Peters M. y Lascano C. E. 2002. Producción artesanal de semillas de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha*). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Boletín. 21 p.
- Ayala, S. A. 1997. Efecto del corte sobre la sincronización floral y la producción de semilla de *Andropogon gayanus* en Yucatán, México. Agricultura Técnica en México. 23:163-173.
- Barbazán, M. 1998. Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay. 27 p.

- Bashaw, E. C. y Hanna W. W. 1990. Apomictic reproduction. p. 100-130. *In*: Chapman, G. (ed.). Reproductive versatility in the grass. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- Boonman, J.G. 1978. Producción de semillas de pastos tropicales en África, con referencia especial en Kenya. p. 413-424. *In*: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia.
- Carballo, D. D., Matus L. M. Betancourt M. y Ruíz F. C. 2005. Manejo del pasto. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 170 p.
- Campbell, N. A. y Reece J. B. 2007. Biología. Editorial Médica Panamericana. Madrid España. S.A. 1532 p.
- Camargo-Bortolin, L. H. G., Santos P. M. y Prado C. H. B. A. 2007. Estrategia de sobrevivência de *Panicum maximum* Tanzânia sob pastejo rotacionado Archivos de Zootecnia. 56:169-180.
- Cardona, Z. M., Sorsa J. D. Posada S. L. Carmona J. C. Ayala S. A. y Álvarez O. L. 2002. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 15:240-246.
- Castro, R. A. 1984. Producción bovina. Editorial Universidad estatal a distancia San José, Costa Rica. 380 p.

- Cerdas, R. y Vallejos B. 2011. Disponibilidad de biomasa del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno en Guanacastle, Costa Rica. Revista de las Sedes Regionales. 12:32-44.
- Chapman, D. F. y Lemaire G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. p. 55-64. *In: Grasslands for our World.* Baker MJ (ed.). Sir Publishing, Wellington, New Zealand.
- Courtis, A. C. 2013. Germinación de semillas. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Nordeste. Argentina. 22 p.
- Deinum, B., Van Es A. J. and Van Soest P. J. 1968. Climate, nitrogen and grass: The influence of light intensity temperature and nitrogen on *In Vivo* digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. Netherlands Journal of Agricultural Science. 16:217-233.
- Díaz, J. P. 2010. Características generales, rendimiento y calidad del pasto Guinea *Panicum máximum* Jacq. (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 146 p.
- Esqueda, C. M., Melgoza C. A. Sosa C. M. Carrillo R. R. y Jiménez C. J. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. Técnica Pecuaria en México. 43:101-115.
- Faría, M. J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. 9 p.

- Febles, G. and Padilla C. 1971. Effect of temperature on germination of Guinea grass seed (*Panicum maximum* Jacq.) Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 5:77.
- Ferreira, M. A., Vieira P. A. J. Pinto C. G. G. Ferreira S. F. Silva S. R. y Mattos V. C. 2007. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim braquiária. Revista Brasileira de Zootecnia. 36:1240-1246.
- Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigour testing. p.14. *In*: van de Venter H.A. (ed.). Seed vigour testing seminar. International Seed Testing Association. Zúrich, Switzerland.
- García, I. 2002. Nutrición de rumiantes. Disponible en: <http://www.angelfire.com/ar/iagg101/images/vansoest2.PDF>. pág 4. Consultado en abril del 2016.
- García, N. F. 2009. La implantación de la ecología en España. p. 205-242. *In*: Ciencia y Tecnología. Sánchez del Río, C. Muñoz E. Alarcón E. S. del Campo y Tezanos J.F. (eds.). España siglo XXI. Madrid, España.
- Garza, T. R., Treviño M. y Chapa O. 1973. Producción de carne en ganado bovino bajo pastoreo rotacional en 6 zacates tropicales con y sin la adición de nitrógeno en el trópico húmedo 1. Época de lluvias. Técnica Pecuaria en México. 25:40-49.

- González, V. E., Hussey M. A. y Ortega S. J. 2004. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus* y el pasto Klein. *Técnica Pecuaria en México*. 42:17-28.
- Google Earth. 2016. Hylands House and estates. 18° 06' 00" N, 95° 53' 00" W, elevation 30 M. Ver. 6.0-4.4.1. Disponible en: <http://googleearthgratis.blogspot.mx/>. Consultado en junio del 2016.
- Hampton, J. G. y Tekrony D. M. 1995. An introduction to seed vigour testing. p.117. *In*: van de Venter H.A. (ed.). Seed vigour testing seminar. International Seed Testing Association. Zúrich, Switzerland.
- Hernández, F. E. 2010. Métodos de escarificación y prueba de envejecimiento acelerado en semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente. Tesis de Maestría. Montecillo, México: Colegio de posgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 59 p.
- Humphreys, L. R. y Riveros F. 1986. Tropical pasture seed production. FAO, Roma. 203 p.
- ICAMEX (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México). 1997. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras tropicales. Informe Técnico. Páginas sin numeración.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008. Loma Bonita, Oaxaca. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007. Tabulados por entidad y municipio.

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>. Consultado en junio de 2016.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2008. Guía técnica para producir pasto Tanzania de temporal en Michoacán. Campo experimental del Valle de Apatzingán. México. 3 p.

INIFAP. 2014. Producción de pastizales y manejo de praderas en el estado de Nayarit. Campo experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit. 13 p.

INIFAP. 2016. Producción de semilla de pasto llanero. Unión ganadera regional de Jalisco. 4 p.

ISTA (International Seed Testing Association). 2005. International rules for seed testing. Bassersdorf, CH- Switzerland. 288 p.

Jiménez, G. C. A. 1992. Descripción de variedades de avena cultivadas en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central, Campo Agrícola Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México, México. Folleto técnico Núm. 3. 69 p.

Joaquín, T. B. M., Hernández G. A. Pérez P. J. Herrera H. J. G. García S. G. y Trejo L. C. 2001. Efecto del nitrógeno y fecha de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto Guinea. Técnica Pecuaria en México. 39: 245-254.

- Joaquín, T. B. M., Moreno C. M. A. Martínez H. P. A. Hernández G. A. Gómez V. A. y Pérez A. J. A. 2006. Efecto de la fitohormona esteroideal cidef-4 en el rendimiento y calidad de semilla de pasto Guinea. *Técnica Pecuaria en México*. 44:193-201.
- Joaquín, T. B. M., Joaquín C. A. Hernández G. A. y Pérez P. J. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla del pasto Guinea. *Técnica Pecuaria en México*. 47:69-78.
- Joaquín, C. S., Joaquín T. B. M. Ortega J. E. Hernández G. A. Pérez P. J. Enríquez Q. J. F. y Quero C. A. R. 2010. Evaluación de la distancia entre pantas sobre el rendimiento y calidad de la semilla de *Brachiaria brizantha*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1:297-310.
- Joaquín, T. B. M., Moreno C. M.A. Joaquín C. S. Hernández G. A. Pérez P. J. y Gómez V. A. 2010. Rendimiento y calidad de semilla de pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq.) cv. Tanzania usando la fitohormona esteroideal cidef-4. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1:237-249.
- Juárez, R. A., Cerrillo S. M. Gutiérrez O. E. Romero T. M. Colín N. J. y Bernal B. H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *In Vitro*. *Técnica Pecuaria en México*. 47:55-67.
- Kumar, D., Dwivedi G. K. y Singh S. N. 2005. Seed yield and quality of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as influenced by row spacing and fertilizer level. *Tropical Grasslands*. 39:107-111.

- Loomis, R. S. y D.J. Connor. 2002. Ecología de cultivos. Productividad y manejo en sistemas agrarios. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 591 p.
- Lutz, J. A. y Halpern C. B. 2006. Tree mortality during early forest development: A long-term study of rates, causes and consequences. Ecological Monographs. 76:257-275.
- Machado, R. y Seguí E. 1992. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. 20:1-19.
- Matías, C. y Ruz V. 1992. Efecto de la densidad y distancia de siembra sobre la producción de semilla de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Pastos y Forrajes. 15:219-224.
- McCosker, T. H. and J. K. Teitzel. 1975. A review of Guinea grass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. 9:177-190.
- Medel, C. C. I., Joaquín T. B. M. Sánchez H. M. A. Parra L. M. L. Joaquín C. S. Gómez V. A. y Hernández G. A. 2012. Evaluación de la distancia entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Clitoria ternatea* L. cv. Tehuana. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15:489-497.
- Medel, C. C. I. 2013. Efecto de la distancia entre plantas y surcos sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Clitoria ternatea* cv. Tehuana y *Canavalia ensiformis* Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 64 p.

- Mérola, R. y Díaz S. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final de Postgrado, Facultad de Ciencias Agrarias. 41 p.
- Miles, J. W. 2008. Mejoramiento genético en plantas forrajeras de reproducción apomíctica. *Revista Argentina de Producción Animal*. 28:137-145.
- Montserrat, R. P. 1964. Ecología del pasto (Ecología de los agrobiosistemas pastorales). Centro Pirenaico de Biología Experimental. Madrid, España. 36 p.
- Morales, C. R., Enríquez J. F. Villanueva J. F. Herrera F. Quero A. R. Becerra J. Sánchez R. A. y Jurado P. 2012. Manual para el establecimiento y manejo de semilleros de especies forrajeras en México. INIFAP–CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 21. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 75 p.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. UNAM. 3ª ed. México D.F. 393 p.
- Murillo, F. J. C. 1999. Respuesta de una pradera de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda (*Cynodon dactylon*) y Guinea (*Panicum maximum*), a un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima. 119 p.

- Narcia, V. M. 2009. Técnica de escarificación en semillas de guaje (*Leucaena leucocephala* Lam.) de Wit, para aumentar la capacidad germinativa. Tesis para obtener el requisito de Maestro en Tecnología de granos y semillas. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 93 p.
- Navarro, M., Orlando M. S. y Corpas I. V. 2012. Evaluación de diferentes frecuencias de corte en Guinea cv. Mombaza (*Panicum maximum* Jacq), bajo condiciones de sol y sombra natural influenciado por el dosel de campano (*Pithecellobium saman*) en Sampúes, Sucre. Revista Colombiana Ciencia Animal. 4:377-395.
- Nogler, G. A. 1994. Genetics of gametophytic apomixis: an historical sketch. Polish Botanical Studies. 1:5-11.
- Orantes, Z.M., Vilaboa A.J. Ortega J.E. y Córdova Á.V. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región centro del estado de Chiapas. Quehacer Científico en Chiapas. 1:51-56.
- Ordoñez, H. Reyes C. y Santhirasegaram K. 1985. Distancia de siembra, producción de forraje y componentes de la planta del pasto Guinea (*Panicum maximum*). Pasturas Tropicales. 7:8-10.
- Osechas, D. 2007. Producción y comercialización de semillas forrajeras en Venezuela y América latina. Mundo Pecuario. 3:27-33.

- Osorno, A. V. 2014. Revisión sobre los impactos generados por la competencia entre plantas nativas e introducidas como base para el control de *Ulex europaeus* en la ciudad de Bogotá, D. C. Grupo de investigación agua, salud y ambiente, Universidad el Bosque. Revista de Tecnología. 13:108-113.
- Osorio, A. M. 2003. Producción bovina de doble propósito en el trópico. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del Trópico Húmedo de Tabasco. 55 p.
- Papalotla, 2002. Manual de actualización técnica. Asesoría Papalotla. Semillas Papalotla, S. A. de C. V. 20 p.
- Peralta, M. A. 1991. Producción de semilla de especies forrajeras tropicales. p 21-39. *In*: Pérez, P. J. y Herrera H. J. G. (eds.). Evaluación de praderas tropicales. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Pérez, A., Yolanda G. y Matías C. 1988. Problemática de la producción de semillas en los pastos tropicales: primera parte. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 11:1-23.
- Quero, C. A., Enríquez Q. J. Morales N. C. y Miranda J. L. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1:25-42.
- Quiroz, W. O. y Carrillo A. O. 2004. La importancia del insumo semilla de buena calidad. Oficina Nacional de semillas. Costa Rica. 7 p.

- Radosevich, S., Holt J. y Ghera C. 1997. Weed Ecology: Implications and Management. Second Ed. John Wiley and Sons. New York. 526 p.
- Ramón, M. y Mendoza C. 2002. Efecto del deterioro post-corte sobre la germinación de la semilla asexual de cinco variedades de caña de azúcar. Revista de la Facultad de Agronomía. 19:264-272.
- Raven, P., Evert R. y Eichhorn S. 1992. Biología de las plantas. Editorial reverté. S.A. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona. 750 p.
- Remy, V. A., Corbea L. A. Hernández M. Dudar Y. y Pérez A. 1983. Agrotecnia de pastos y forrajes. Ministerio de educación superior. La Habana, Cuba. 267 p.
- Rey, V. P. 2008. Curso prácticas básicas para la producción de forrajes (primera edición). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 225 p.
- Rodríguez, C. S. 1983. Pastos Guinea, y Jaragua, Capimmelao, Cadillo Bobo, Angleton, Pangola, Barrera, Ruzi, Bermuda, Estrella Africana. Puerto Rico. FONAIAP DIVULGA No. 12 Disponible en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pastos.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pastos.htm). Consultado en febrero del 2016.
- Rodríguez, L. M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corte. Instituto Tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos. 41 p.

- Román, P. S., Ruiz L. F. Montaldo H. H. Rizzi R. y Román P. H. 2013. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4:405-416.
- Sabater, F. 1977. La luz como factor ambiental para las plantas. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia. 24 p.
- Savidan, Y. H., Jank L. y Costa C. 1990. Registro de 25 accesiones seleccionadas de *Panicum maximum*. EMBRAPA-CNPQC. Campo Grande, Brasil. 68 p.
- Sbrissia, A. F. y Silva S. C. 2001. O ecosistema de pastagens e a producao animal. *In: Reun Anual de sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba, Brasil. 38: 731-754.
- Sierra, P. J. 2002. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 300 p.
- Simon, B. y Jacobs S. 2003. *Megathyrsus*, a new name for *Panicum* sub genus *Megathyrsus*. *Austrobaileya*. Nota: 6:571-574.
- Takashi, A. 2010. Producción, beneficio y tratamiento de semillas forrajeras en Brasil. Artículo técnico. 10 p.
- Urdaneta, M., Atencio J. Bárcenas J. Casanova A. Timm D. y Villasmil J. 1974. Fertilización y sistemas de pastoreo en pasto "Guinea" *Panicum maximum*, Jacq. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 2:51-63.

- Villanueva, A. J. F. 1997. Métodos de utilización de pastizales naturales y praderas cultivadas. p. 88. *In*: Bonilla, C. J. (ed.). Manejo de ganado productor de carne. INIFAP-FONAES Nayarit, México.
- Villanueva, A. J. F. 2004. Establecimiento y manejo de praderas irrigadas tropicales. Campo Experimental "El Verdineño" INIFAP. Nayarit, México. 9 p.
- Vieito, E., González P.J. Ramírez J. Pérez A. Cárdenas T. y Arzola J. 2004. Producción de semillas de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) asociada con Dolichos (*Lablab purpureus* Benth.). Pastos y Forrajes. 27:35-43.
- Vilá, M., Bacher S. Hulme P. Kenis M. Kober M. Nentwing W. Sol D. y Solar W. 2006. Impactos ecológicos de las invasiones de plantas y vertebrados terrestres en Europa. Revista Ecosistemas. 15:13-23.
- Vilaboa, A. J. y Diaz R. P. 2009. Caracterización socioeconómica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. Zootecnia Tropical. 27:427-436.
- Zuloaga, F., Morrone O. y Ramia M. 2008. Poaceae. p. 789-818. *In*: Hokche O., Berry E. y Huber O. (eds.). Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas- Venezuela. 151 p.

## APÉNDICE



Figura 1A. Rendimiento de semilla total en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas.

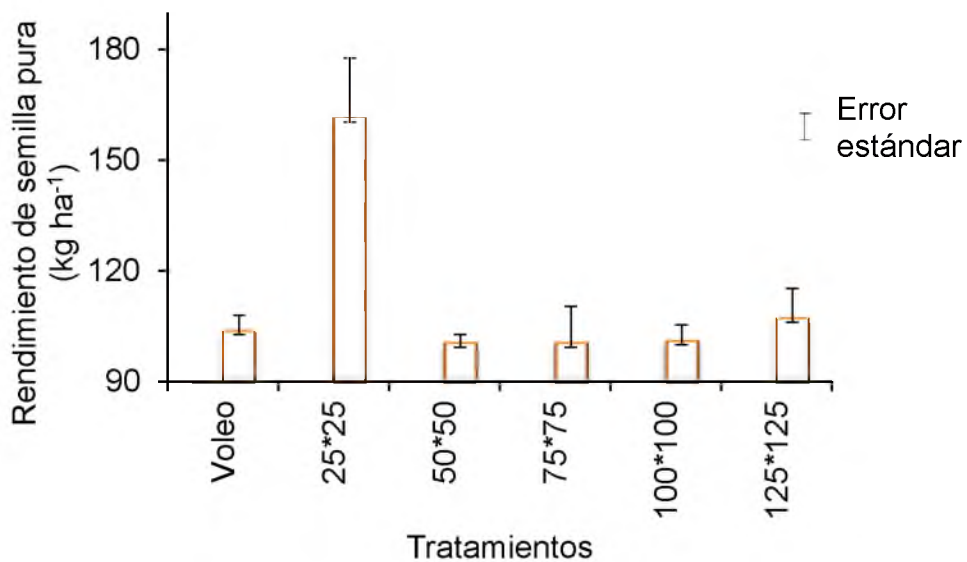


Figura 2A. Rendimiento de semilla pura en el pasto Guinea (kg ha<sup>-1</sup>) a diferentes distancias entre plantas.

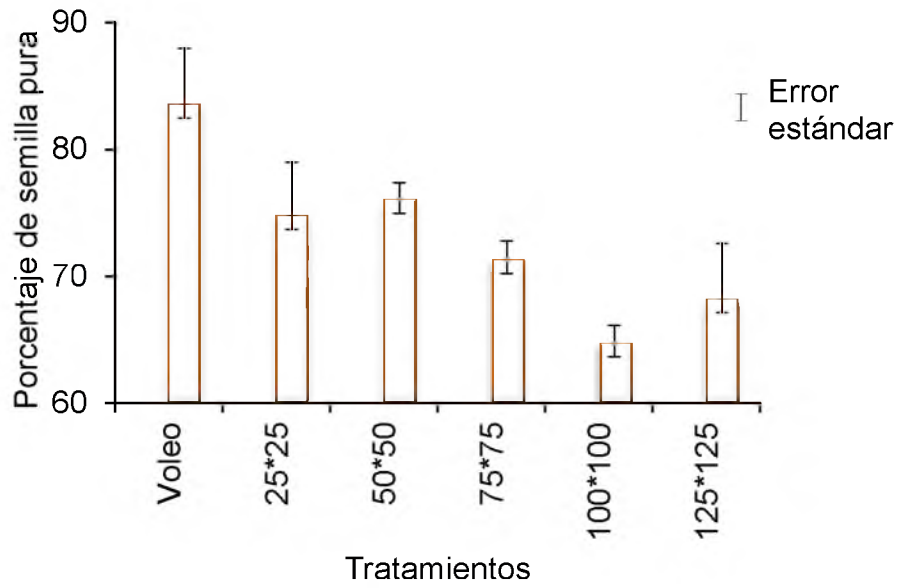


Figura 3A. Porcentaje de semilla pura en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas.

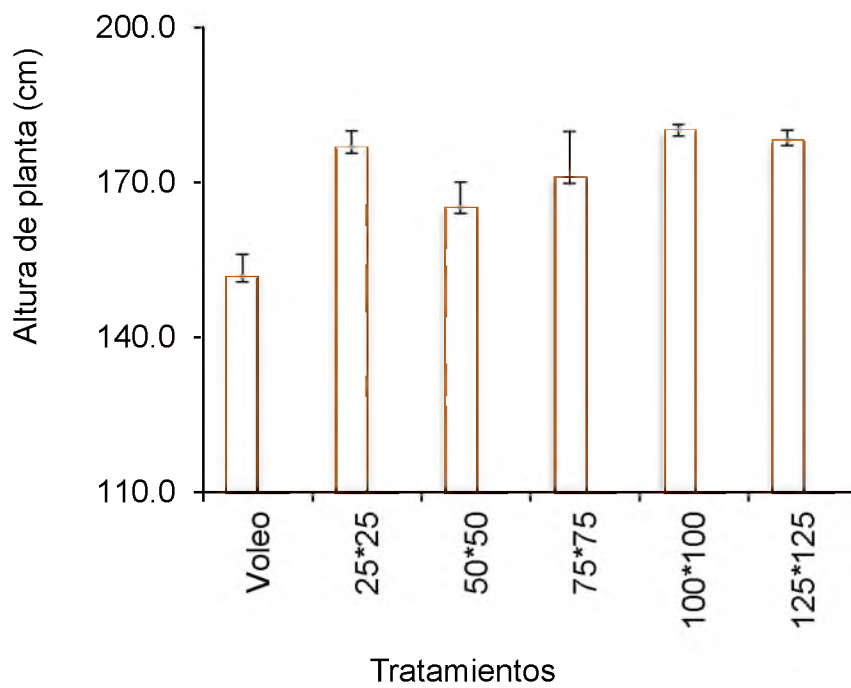


Figura 4A. Altura de planta (cm) del pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas.

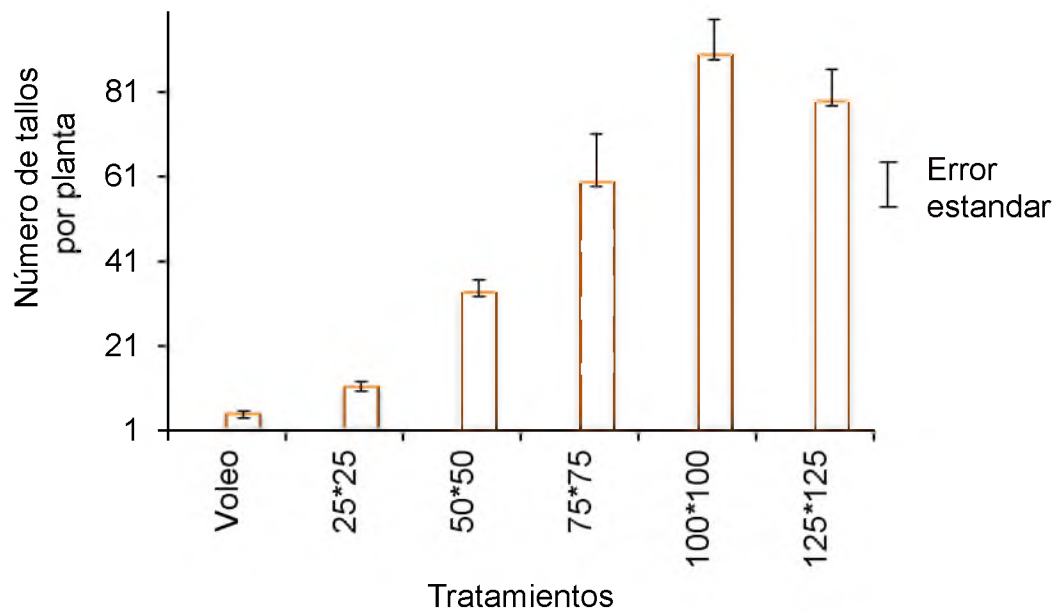


Figura 5A. Número de tallos por planta del pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas.

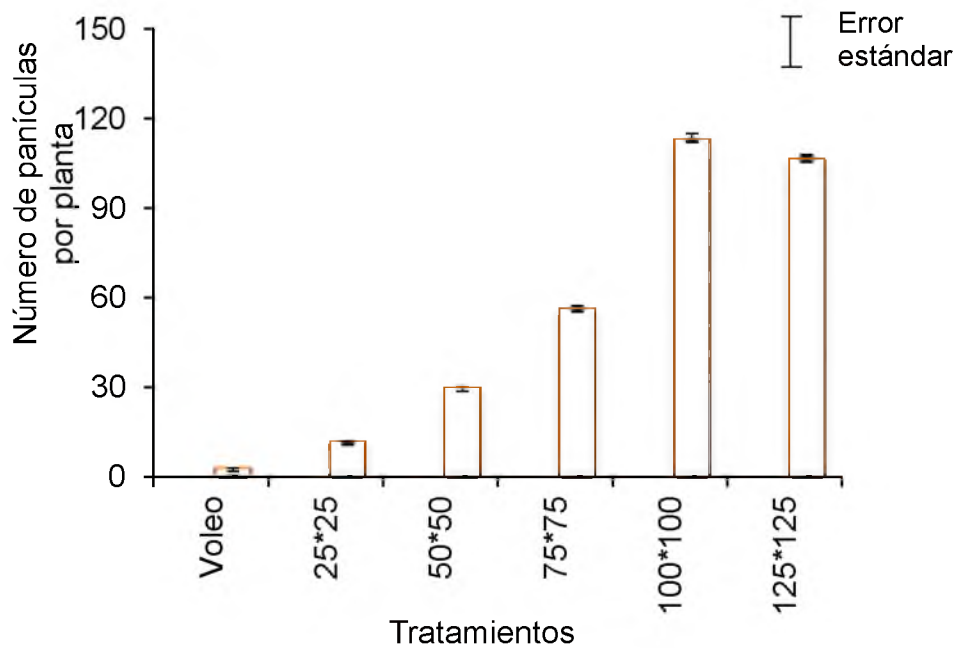


Figura 6A. Número de panículas por planta en el pasto Guinea a diferentes distancias entre plantas.

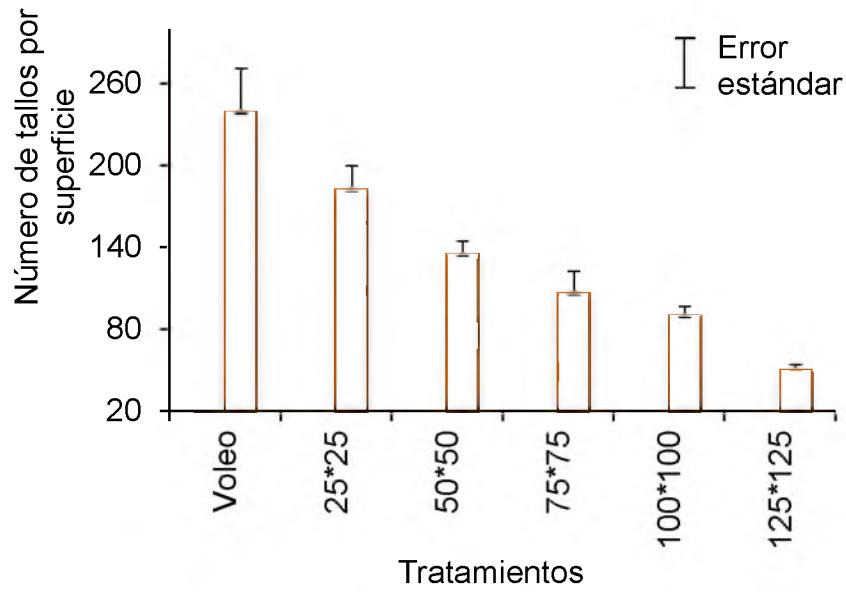


Figura 7A. Número de tallos del pasto Guinea por superficie ( $m^2$ ) a diferentes distancias entre plantas.

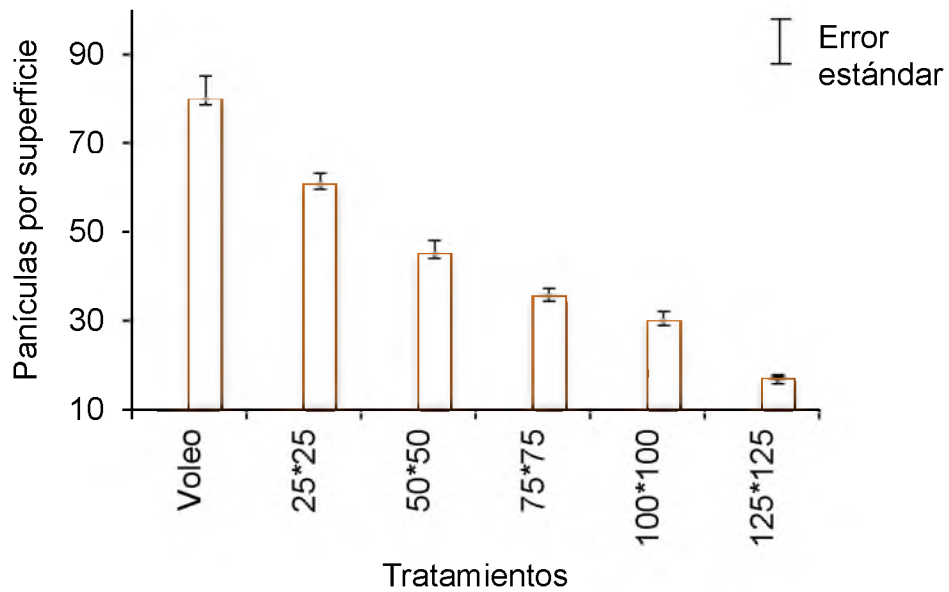


Figura 8A. Número de panículas del pasto Guinea por superficie ( $m^2$ ) a diferentes distancias entre plantas.

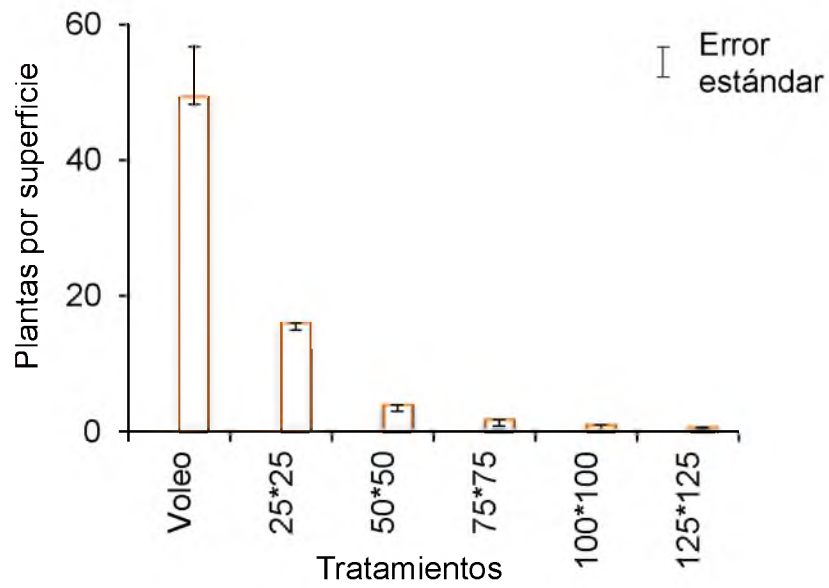


Figura 9A. Número de plantas en el pasto Guinea por superficie (m<sup>2</sup>) a diferentes distancias entre plantas.