

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de la Aplicación de Biozyme TF Sobre la Germinación de Semilla de
Moringa oleífera Lam.

Por:

SABAS ALEJANDRO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de la Aplicación de Biozyme TF Sobre la Germinación de Semilla de
Moringa oleífera Lam.

Por:

SABAS ALEJANDRO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría



Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez
Asesor Principal



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Coasesor

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México
Febrero 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios** ,por prestarme la vida y salud durante todo este tiempo que lleno de vida, por los momentos gratos ,por ayudarme en las malas ,por cuidarme y protegerme siempre durante todo este tiempo fuera de mi hogar.

A mi **Alma Mater** por haberme dado la satisfacción de formar parte de su institución y tener la dicha de recibir la formación basada en valores y ética profesional, por haberme abrigado todo este tiempo. Y con orgullo digo buitre por siempre.

A mi asesor el Ing. **René Arturo de la Cruz Rodríguez**, por ser mi asesor de tesis, por sus consejos y comprensión en la realización de este trabajo.

A mi asesor el Dr. **Víctor Manuel Reyes Salas**, por aceptar ser parte de mis asesores de tesis, por sus consejos y esa amistad que siempre me brindo a lo largo de la carrera.

Al Dr. **Marcelino Cabrera de la Fuente**, por aceptar ser parte de mis asesores en este trabajo y compartirme experiencias, sabiduría y lo más importante brindarme su amistad y confianza durante toda mi carrera.

A la Ing. **Martina de la Cruz Casillas**, por su apoyo en el presente trabajo.

A la Lic. **Sandra López Betancourt**, por su valiosa participación en la revisión del presente trabajo de investigación.

A todos aquellos maestros que formaron parte de mi formación académica por sus conocimientos compartidos, por el apoyo que en su momento que se me brindó más que nada su estimación gracias.

A mis amigos **Candelario (knd), Erick, Ricardo, Iván Ordoñez, Francisco (El chiva) Fabián, Bonifacio, Juvenal, Mario, Misael, Miguel, Saúl, Luis, Humberto**, gracias por su amistad brindada durante este tiempo momentos y experiencias compartidas, tantos grandes amigos que faltan.

A ustedes gracias por haberme brindado su amistad y por tantos momentos inolvidables.

A todos los compañeros de la **generación CXX** por todos los momentos vividos.

DEDICATORIAS

A mi abuelo **Evaristo Hernández Ramos (+)** por enseñarme a ser un hombre de bien por sus consejos por estar ahí cuando más lo necesite por ser un ejemplo a seguir y por haber creído siempre en mí.

A mis **padres** por darme la vida, por hacer de mi lo que soy.

Rigoberto Hernández Rizo: gracias padre por ser el ejemplo de lucha ,de responsabilidad ,fortaleza, actitud y seriedad en la superación, por siempre ver por todos tus hijos y nunca rendirte ,por todos tus valores adquiridos ese es mi padre.

Ma. Concepción Hernández Lozano: gracias madre por darme la vida, porque siempre creíste en mí con tanta seguridad por tus consejos, por todo tu amor, cariño por que siempre estás ahí cuando más te necesito por eso y tantas cosas gracias mamá.

A mis **hermanos**

Jazmín y Fabián por brindarme su apoyo incondicional y motivarme en todo momento por los momentos compartidos en esta vida, gracias hermanos.

A mis **sobrinos**

Kimberly y Jesús que son la felicidad de la casa.

A mis **padrinos**

Apolonio Cuevas Pérez y Rosa María Cerna Anguiano, por darme la confianza y los consejos por esa motivación que me inculcaron a ser lo que hoy soy, gracias padrinos.

A **Soledad Briceño,** por estar conmigo en las buenas y en las malas, por siempre apoyarme y creer en mí.

A todos ustedes que son lo más importante les doy gracias por existir por ser mi motor, por ser mi motivo de superación.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo bajo dos condiciones uno en laboratorio de semillas y el otro en invernadero 2 de área de investigación del departamento de Fitomejoramiento, en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con el objetivo de estudiar el efecto del producto comercial **Biozyme TF** en la germinación de semilla de *Moringa Oleífera*. Los tratamientos evaluados fueron: testigo (t1); Biozyme TF 1ppm (t2); Biozyme TF 3ppm (T3); Biozyme TF 5ppm (T4); Biozyme TF 6ppm (T5) aplicados antes de sembrar la semilla.

En el laboratorio se evaluó a los 14 días de siembra el porcentaje de germinación, Plántulas anormales, semillas sin germinar y/o muertas, longitud de plántula, longitud de radícula. En el invernadero se evaluó por un periodo de 30 días las variables, porcentaje de germinación, índice de velocidad de germinación peso fresco, peso seco y para la longitud de plántula y radícula se tomaron 10 plantas al azar en cada repetición por tratamiento se utilizó un diseño completamente al azar, se usó el programa estadístico SAS 9.4 mediante la prueba de tukey con significancia de 0.01.

En lo que respecta a la prueba de germinación se llevó a cabo de acuerdo a las reglas de la ISTA (2012).

Los resultados obtenidos indicaron que el tratamiento 5 a 6ppm de Biozyme TF, sobresalió en la, mayoría de las variables evaluadas principalmente en el porcentaje de germinación, siendo así que a mayor concentración de Biozyme TF se incrementa el porcentaje de germinación.

Palabras clave: Moringa oleífera, germinación, Biozyme TF, ppm.

Correo electrónico; Sabas Alejandro Hernández Hernández sabashernandez@outlook.com

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Aspectos generales del cultivo	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica	5
2.1.3 Descripción Botánica.....	6
2.1.4 Características morfológicas	6
2.2 Concepto de semilla	7
2.2.1 Calidad de semilla	9
2.2.3 Clasificación de las semillas	10
2.3 Concepto de germinación.....	11
2.3.1 Factores que impiden la germinación	12
2.3.1.2 Factores internos	14
2.4 Tipos de germinación	14
2.5 Vigor de la semilla	15
2.5.1 Factores que Influyen en el Vigor de la Semilla.....	15
2.5.1.2 Deterioro de la semilla	15
2.6 Tipos de latencia en las semillas	17
2.6.1 Latencia por la cubierta de las semillas o exógena	17
2.6.1.1 Tratamientos para eliminar la latencia	17
2.6.1.2 Estratificación	18

2.6.1.3 Escarificación.....	18
2.6.2 Letargo en la semilla.....	18
2.7 Clasificación de las plántulas.....	19
2.7.1 Plántulas normales	19
2.7.2 Plántulas anormales	19
2.8 Fitorreguladores complejos	20
2.8.1 Efectos biológicos.....	21
2.8.2 Biozyme TF	21
2.8.2.1 Componentes del BiozymeTf.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Localización del experimento	22
3.2 Material utilizado.....	22
3.3 Descripción de tratamientos	23
3.4 Aplicación de los tratamientos	23
3.5 En laboratorio	23
3.5.1 Proceso de siembra.....	23
3.6 En invernadero	24
3.6.1Proceso de siembra.....	24
3.7Parámetros a evaluar en laboratorio.....	25
3.7.1 porcentaje de germinación	25
3.7.2 Longitud Media de Plúmula	25
3.7.3 Longitud Media de Radícula	25
3.8 Parámetros a evaluar en invernadero.....	25
3.8.1Porcentaje de Germinación	25
3.8.2 Índice de Velocidad de Emergencia	26
3.8.3 Longitud Media de Plúmula	26
3.8.4 Longitud Media de Radícula	26
3.8.5 Peso Fresco de la Plántula.....	26
3.8.6 Peso Seco de Plántula	26
3.9 Diseño experimental	27
IV. RESULTADOS	28
4.1 Laboratorio	28

4.2 Porcentaje de Germinación	30
4.4 Semillas sin Germinar.....	32
4.5 Longitud Media de Plúmula	33
4.6 Longitud Media de Radícula	34
4.8 Invernadero	35
4.9 Porcentaje de Germinación	37
4.10 Índice de Velocidad de Emergencia	38
4.11 Longitud Media de Plúmula	39
4.12 Longitud Media de Radícula	40
4.13 Peso Fresco de la Plántula.....	41
4.14 Peso Seco de la Plántula.....	42
V .DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES	46
LITERATURA CITADA.....	47
APÉNDICE	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el experimento.....	23
Cuadro 2.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plántulas de Moringa oleífera tratadas con diferentes concentraciones de Biozyme tf	28
Cuadro 2.2. Comparación de medias para las variables evaluadas en el laboratorio en semilla de Moringa oleífera con diferentes concentraciones de Biozyme tf	29
Cuadro 2.3 Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plántulas de Moringa oleífera tratadas con diferentes concentraciones de Biozyme tf.	35
Cuadro 2.4 Comparación de medias para las variables evaluadas en el laboratorio en semilla de Moringa oleífera con diferentes concentraciones de Biozyme tf.....	36
Cuadro A1. Análisis de varianza realizado para la variable de Porcentaje de Germinación en la etapa de laboratorio.	51
Cuadro A2. Análisis de varianza realizado para la variable de Plántulas Anormales en la etapa de laboratorio.	51
Cuadro A3. Análisis de varianza realizado para la variable de Semillas Sin Germinar en la etapa de laboratorio.	51
Cuadro A4. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Radícula en la etapa de laboratorio	52
Cuadro A5. Análisis de varianza realizado para la variable Longitud Media de Plúmula en la etapa de laboratorio.	52
Cuadro A6. Análisis de varianza realizado para la variable de Porcentaje de Germinación en la etapa de invernadero.	52
Cuadro A.7 Análisis de varianza realizado para la variable de Índice de Velocidad de Emergencia en la etapa de invernadero.....	52

Cuadro A8. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Radícula en la etapa de invernadero.	53
Cuadro A9. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Plúmula en la etapa de invernadero	53
Cuadro A10. Análisis de varianza realizado para la variable de Peso Fresco en la etapa de invernadero	53
Cuadro A11. Análisis de varianza realizado para la variable de Peso Seco en la etapa de invernadero	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de distribución natural de <i>Moringa oleífera</i>	4
Figura 2. Zonas donde se utiliza la <i>Moringa oleífera</i> actualmente	5
Figura 3. Porcentaje de Germinación en semilla de <i>Moringa oleífera</i> en laboratorio tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluado a 14 días después de la siembra.....	30
Figura 4. Porcentajes de Plántulas Anormales de semilla de <i>Moringa oleífera</i> en laboratorio, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluado 14 días después de la siembra.	31
Figura 5. Porcentajes de Semilla Sin Germinar de <i>Moringa oleífera</i> , en laboratorio, tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluado 14 días después de la fecha de siembra.	32
Figura 6. Longitud Media de Plúmula (cm) en plántulas de <i>Moringa oleífera</i> , en laboratorio, tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.	33
Figura 7. Longitud Media de Radícula (cm) en plántulas de <i>Moringa oleífera</i> , en laboratorio, tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas 14 días después de la fecha de siembra.	34
Figura 8. Porcentaje de Germinación en semillas de <i>Moringa oleífera</i> , tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero.....	37
Figura 9. Porcentaje de Índice de Velocidad en Plántulas de <i>Moringa oleífera</i> , en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero.....	38
Figura 10. Longitud de Media de Plúmula de <i>Moringa oleífera</i> en invernadero tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero	39
Figura 11. Longitud Media de Radícula de plántulas de <i>moringa oleífera</i> , en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero.	40

Figura 12. Peso Fresco de plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero. 41

Figura 13. Peso Seco de plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme, tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero..... 42

I. INTRODUCCIÓN

Moringa oleífera Lam es un género con especies numerosas distribuidas por zonas áridas y semiáridas de Asia, África y Madagascar. Es un árbol de la familia Moringaceae, y se le conoce con los nombres de moringa, marango, resedá, árbol de rábano, árbol de baqueta, angela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol be, , y otros nombres (Madrigal & Avalos, 2011). *Moringa oleífera* es la especie más conocida del género *Moringa* ya que todas las partes de la planta son comestibles, el contenido de proteínas, vitaminas y minerales es sobresaliente; también se pueden emplear como árboles ornamentales de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva, incluso como rompe vientos, como leña proporciona un combustible aceptable, las semillas cuentan con un 35% de aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73% de ácido oleico, siendo de similar calidad que el aceite de oliva, así como también se emplean en la depuración y purificación de aguas fluviales y aguas turbias; entre otros usos como forraje, árbol melífero y usos medicinales (Bioplanet, 2011).

Moringa oleífera es de muy rápido crecimiento, alcanza hasta los 5 metros por año, es ideal para programas de reforestación ya que aporta gran cantidad de nutrientes al suelo y lo protege de la erosión. Se trata de una especie tolerante a las altas temperaturas y a sequías, y resistente a plagas y enfermedades. Probablemente desde tiempos de la conquista Española, la moringa fue introducida a México, desde entonces se han encontrado ejemplares adaptados a las condiciones climáticas regionales, por ejemplo de Sinaloa (Pérez *et al.*, 2011).

Se ha demostrado que la velocidad de germinación de la *Moringa oleífera* está influenciado por las condiciones de almacenamiento de la semilla antes de la

Siembra (Silva *et al.*, 2012), por las condiciones de manejo del almacigo y por el sustrato usado en el proceso de producción de la plántula, reportándose además que el tipo de sustrato usado influye en el desarrollo de la plántula (Araújo *et al.*, 2007). Investigaciones realizadas han demostrado que la germinación de *Moringa oleífera* está influenciado por la profundidad de siembra y posición de la semilla (Cardoso *et al.*, 2006); estudios realizados con otra especie de la misma familia (Moringaceae) *Moringa peregrina* indican que el tamaño de la semilla está directamente relacionado con la velocidad de germinación (Gomaa and Picó, 2011).

En México se tienen registros de plantaciones de moringa, sin embargo no se cuenta con suficiente información sobre el cultivo, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación de la semilla de moringa con diferentes concentraciones de Biozyme TF, para diagnosticar cual es la concentración adecuada para obtener una buena germinación.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del producto comercial Biozyme TF en la germinación y desarrollo inicial de la semilla y plántula de Moringa oleífera.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto del producto comercial Biozyme TF a diferentes concentraciones sobre la germinación en semilla de Moringa oleífera.

Determinar la influencia de los tratamientos en el crecimiento del sistema radicular y área foliar de las plantas de Moringa oleífera.

1.3 HIPÓTESIS

La aplicación de producto comercial Biozyme TF vía absorción en el cultivo de Moringa oleífera incrementará la germinación de la semilla y el crecimiento inicial de las plántulas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales del cultivo

2.1.1 Origen

En la actualidad se distribuye por todo el mundo, en los trópicos y subtrópicos. La *Moringa oleífera* se asocia morfológicamente con la *Moringa concanensis* y con la *Moringa peregrina*, y se denominan "árboles esbeltos", por su figura estilizada y alta. Son especies principalmente asiáticas, originarias de las faldas del sub Himalaya (valles sub Himalayos), en el norte de la India, aunque pueden encontrarse hoy día a lo largo de todo el planeta (Fuglie, 2001).

Se cultiva en las regiones tropicales de todo el mundo, la *Moringa oleífera* puede crecer en cotas de hasta 1,200 m sobre el nivel del mar, en colinas o laderas, aunque lo más normal es encontrarla en praderas y orillas de río. Puede llegar a alcanzar los seis o siete metros de altura en un año, con una recepción media anual de agua de 400 mm. En la figura 1. Se puede apreciar la distribución de esta familia (Hernández, 1997).



Figura 1. Área de distribución natural de *Moringa oleífera* (Hernández, 1997).

La *Moringa oleífera* crece y se utiliza en muchas zonas áridas del mundo: desde África hasta Asia pasando por América Latina, como puede apreciarse en la figura 2 (Cavallini, 2001).



Figura 2. Zonas donde se utiliza la *Moringa oleífera* actualmente (Cavallini, 2001).

2.1.2 Clasificación taxonómica

La taxonomía más reciente para el género *Moringa* por encima de especies es:

Reino: Plantae

División: Embryophyta

Sub-división Diploidalia

Clase: Dicotyledoneae

Sub-clase Archichlamydeae

Orden: Rhoedales

Familia: Moringaceae

Género: *Moringa*

Especie: *Moringa oleífera*

(Alfaro 2006)

2.1.3 Descripción Botánica.

La *Moringa oleífera* es un árbol siempre verde o perenifolio de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto. Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinadas en tres, y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso. Se valora principalmente por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas. (Cáceres y Díaz, 2005).

2.1.4 Características morfológicas

Raíz.

La raíz principal mide varios metros y es carnosa en forma de rábano. Es pivotante y globosa lo que le brinda a la planta cierta resistencia a la sequía en períodos prolongados. Cuando se le hacen cortes, produce una goma color rojizo parduzco.

Hojas.

Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro; tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes. El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C.

Flores.

Las flores son de color crema, numerosas, fragantes y bisexuales. Miden de 1 a 1.5 cm de largo. Éstas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son un poco más grandes que los sépalos.

Tallo.

La corteza es blanquecina, el tronco generalmente espeso e irregular en tamaño y forma y la corona pequeña y densa, rara vez sobrepasa los 10 metros de altura.

Fruto.

Las frutas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5 cm de ancho que dan apariencia de vaina. Si se corta transversalmente se observa una sección triangular con varias semillas dispuestas a lo largo. Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento.

Semilla.

Las semillas son carnosas, cubiertas por una cascará fina de color café. Poseen tres alas, o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo. Al quitar la cascara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso. (Alfaro y Martínez, 2008; Folkard y Sutherland, 1996; Parrotta, 1993).

2.2 Concepto de semilla

La semilla es el óvulos fertilizado y maduro que contiene un embrión, así como distintas cantidades de endospermo y/o perispermos y tegumentos, que sirven de protección a dichas estructuras (Niembro,1998).

Bradber (1998) mencionó que la semilla es el producto del ovulo fertilizado, dónde en las gimnospermas se logra ver a simple vista las escalas que constituyen el cono y en las angiospermas las semillas están formadas dentro de un ovario. Estas eventualmente logran germinar o dar un individuo nuevo.

Semilla es la estructura formada por la maduración del ovulo de las plantas con semillas después de la fecundación (Raven et al., 1991).

Moreno (1996) explicó que desde el punto de vista agronómico y comercial se considera semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad de semillas) que se emplean en siembras agrícolas sin embargo por el lado botánico, se dice que es un embrión en estado latente acompañado o no de tejido nutricio y protegido por el epispermo.

El termino semilla. También se ha logrado definir como insumo estratégico, al que se le ha ofrecido una atención muy peculiar en la época moderna; por tal motivo se dice que es la relación entre la generación tecnológica y la creciente necesidad de producción de alimentos y otros productos del campo para la creciente población mundial (Rincón et al.1999).

Desde otro punto de vista la semilla se considera que es el resultado terminado y formado por el embrión, albumen y tegumento después del proceso de la fecundación donde el nuevo cigoto diploide, el núcleo endospermico primario y todos los tejidos maternos unidos inician la mitosis y la diferenciación que fabrican al embrión de la planta y sus sistemas de soporte (Wallace et al 2003)

Flores (2004) refirió que hay diferentes descripciones de semilla; ovuló maduro fecundada, estructura vegetal que da origen a una planta unidad de diseminación de la especie. Sin embargo en el área de la tecnología de semillas se considera como la unidad básica de vida, un embrión o parte de la planta que dará origen a una planta de características superiores (mejorada), que proveerá una ventaja adicional a las variedades existentes, lo cual estimulará su siembra; de esa manera la empresa destinada a la producción de semillas cuenta con expectativa importantes para la venta de este producto.

2.2.1 Calidad de semilla

Delouche (1971), menciona que la calidad de la semilla es el producto de la historia de un cultivo con sus respectivos factores que determinan su calidad tales como la calidad genética, La contaminación en el campo con el polen de variedades afines, las condiciones bióticas durante la pre cosecha, la forma de cosecha, el secado de la semilla, la forma de efectuar el acondicionamiento, las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, la uniformidad del lote de las semillas y la selección del suelo para la siembra.

La calidad es el complejo de atributos que caracterizan a un lote de semillas; término compuesto que se refiere a múltiples características físicas y fisiológicas que determinan su valor. Por esta razón los tecnólogos en semillas han establecido procedimientos o técnicas normalizadas de análisis para la evaluación de los diferentes componentes de calidad (Sánchez y Ferguson 2003).

El concepto de calidad de semillas es complejo pero alude fundamentalmente a tres factores: viabilidad, potencial de germinación y vigor del lote de semillas (Giafelici, 2003 sin embargo Poulsen 1999) al definir semilla de calidad, refirió que el porcentaje de germinación no es suficiente para expresar la calidad de la semilla debido a que también implica calidad genética y aspectos de calidad fisiológica además de la germinación.

Hampton (1995), añadió que a medida que declina la calidad de un lote de semillas, merma el porcentaje de plántulas normales y se incrementa el número de plántulas anormales y/o semillas muertas.

Cuando se mantienen ciertas características básicas en las semillas, éstas le generan una calidad determinante, entre las cuales se encuentran la calidad genética, sanidad, pureza, contenidos de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso por miligramos y pesos volumétrico; así como la integridad física o ausencia de daño mecánico, ausencia de dormancia y composición química; resumiendo estas características se han agrupado en 4 componentes como genético, fisiológico, sanitario y físico. (Flores, 2004).

Por otra parte la calidad de una semilla se le ha asignado como la suma de los atributos genéticos, físicos, biológicos y sanitarios que llevan a producir plántulas exitosas cuando se les brindan las condiciones necesarias (Ciotti et al., 2006).

La calidad de las semillas en sí son un conjunto de cualidades deseables que deben tener para el establecimiento de plantas vigorosas, obteniéndose cultivos con altos rendimientos; y para esto se requiere involucrar un proceso de manejo del potencial genético del mejoramiento y mantenerlo a través de la producción y poscosecha, para lograr como producto final una semilla de alta calidad (Peralvo, 2008).

De acuerdo a lo antes expuesto, al contar con semillas de buena calidad, permitirá a los productores o personas del campo obtener plantaciones uniformes con crecimientos y desarrollos normales, con mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, que se verá en una buena cosecha.

2.2.3 Clasificación de las semillas

Semilla dura

Moreno (1996), menciona que las semillas duras son aquellas que no han absorbido agua como consecuencia de la impermeabilidad de sus cubiertas y por lo tanto permanecen duras después de la prueba de germinación un ejemplo podría ser en el caso de las familias leguminaceae y malvaceae, siempre una prueba de germinación debe registrar un porcentaje de semillas duras.

Semillas latentes

Hartman y Kester(1982), dicen que las semillas viables que no germinan cuando las condiciones ambientales son favorables se consideran latentes.

Este estado de la semilla quizá se deba a causas físicas (por ejemplo: cubierta dura, impermeable al agua etc.) o causas fisiológicas como los inhibidores químicos en el fruto y la semilla y los embriones inmaduros.

Moreno (1996), afirma que las semillas viables son diferentes a las semillas duras, aun cuando las condiciones sean favorables para cierta especie, éstas no germinan, y se les denomina semillas latentes. Para determinar la viabilidad de las semillas, existe la prueba de tetrazolio, o bien, para acelerar la germinación puede ser por medio de la escarificación o aplicando sustancias promotoras de dicha germinación. Cuando se hagan pruebas de germinación, se debe registrar el porcentaje de las semillas latentes. Para Flores (2004), la latencia es la capacidad que tienen las semillas para poder atrasar o retrasar su germinación hasta que el tiempo y lugar sean favorables y lo representa como un mecanismo de sobrevivencia de las plantas.

Semillas muertas

Según Moreno (1996), las semillas muertas son consideradas aquellas que no germinen, diferentes de las semillas latentes o duras. Además, Moreno (1976), dice que son las que presentan un aspecto descolorido y están blandas y frecuentemente están invadidas por mohos.

2.3 Concepto de germinación

Para que la germinación se realice, autores como Hartmann y Kester (1971), indicaron que es necesario que la semilla sea viable, que disponga de temperatura, aireación y humedad adecuada, logrando destruir los bloqueos fisiológicos presentes que impiden el proceso de la germinación.

Por su parte Duffus y Slaughter (1985), defendieron a la germinación como el proceso de cambio de una pequeña estructura inactiva que vive con abastecimiento mínimo a una planta que crece activamente, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen.

También se le ha conocido como el inicio de activación del crecimiento de una espora, semilla, yema u otra estructura (Raven et al., 1991).

Moreno (1996), estipuló que la germinación se conoce como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de las semillas para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Según Wallace et al., (2003), la geminación es el comienzo del crecimiento de una semilla, una reanudación de la actividad metabólica, el desadormecer del embrión, alguna vez activo y ahora latente.

Es el término en porcentaje, de las semillas puras obtenidas en el análisis de pureza física que producirán plantas normales, tanto en ambientes que se encuentren en el laboratorio como en condiciones ideales para la germinación de dicha especie, pero no todas las semillas que germinan en el laboratorio (condiciones controladas), se convertirán en plantas cuando estén sembradas en el campo, donde las condiciones son seguramente más adversas que aquellas sobre las cuales fueron sometidas en el laboratorio (Pro semillas, 2002).

Otra definición sobre germinación se dice que es la sucesión secuenciada de eventos morfogénicos, tales como imbibición del agua, actividad enzimática, iniciación del crecimiento del embrión, ruptura de la cubierta de la semilla y emergencia de la plántula y el establecimiento de plántulas; que resultan en la modificación de un embrión en una plántula. Dicho proceso abarca la división y expansión celular y la formación de órganos de la planta como hojas, tallos y raíces (Flores 2004).

2.3.1 Factores que impiden la germinación

Devlin (1982), Bidwell (2002) y Upv (2003), han hecho referencia acerca de los principales mecanismos o factores internos y externos que logran impedir la geminación en las semillas mencionándose a continuación los siguientes:

2.3.1.1 Factores ambientales o externos

Luz: las exigencias específicas ,hacen que la germinación tienda a variar ,ya que algunas requieren mayor o menor cantidad para germinar ,de lo contrario actuaría como inhibidora; además existe una relación con la respuesta del fotoperiodo en las alternancias de períodos de luz y oscuridad en los días largos y cortos ;en este último se induce el letargo en especies leñosas; en ambos el fotoperiodo se percibe en hojas, pero en yema y el ápice se inicia la respuesta de una germinación positiva o negativa. De esta manera el efecto de la imbibición, el efecto inversión y el factor tiempo son muy considerados en las respuestas de las semillas en la luz roja.

Temperatura: En cuanto a este requerimiento específico se ha descrito que tiene mucha importancia en la prolongación o interrupción del reposo donde algunas requieren de un tiempo de preenfriamiento en ambiente húmedo antes de ser llevada a un lugar especial para que germinen .las exigencias de frío con la edad de las semillas; esto sustituye a la necesidad de la luz roja especialmente en semillas de lechuga.

Humedad: Es uno de los primeros pasos y el más importante para que dé inicio, la semilla absorba el agua, rehidrate sus tejidos y se active para recuperar su metabolismo. Dando comienzo a la germinación.

El agua al entrar al interior de la semilla genera una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea y cuando la radícula emerge, es porque el agua llegó al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; pero un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para germinación, ya que dificulta la llegada de oxígeno al embrión.

2.3.1.2 Factores internos

Cubierta seminal dura: Es una característica que mantiene el reposo por tres caminos: impide el paso del agua a la semilla, limita tanto el intercambio gaseoso, así como el crecimiento del embrión inmaduro.

Embrión inmaduro; Muchas veces no llega a germinar por el desarrollo parcial del embrión; pero al formarse completamente comienza su germinación, por lo que en la semilla al encontrar un medio favorable tendera a su desarrollo.

Posmaduración: En muchas plantas, las semillas no logran germinar de inmediato, pero si después de encontrar condiciones normales, durante este tiempo solo existe una mínima actividad fisiológica.

Presencia de inhibidores: Estos pueden encontrarse en las pulpas y frutos de las semillas ,cubierta seminal ,endospermo, embrión, en estructuras que cubren las semillas ;así como en las glumas de los granos de avena dentro de los más conocidos están la cumarina y el ácido parasorbico entre otros.

Este fenómeno de igual forma puede deberse a la baja concentración del etileno.

2.4 Tipos de germinación

Thomson (1979), menciona que la germinación puede ser hipógea cuando los cotiledones permanecen bajo el suelo y la plúmula es llevada a la superficie por la elongación del epicótilo, es decir, el tallo por encima de los cotiledones o escutelo. En los cereales la germinación es hipógea y el escutelo permanece bajo el suelo en contacto con el endospermo, que está contenido en los restos de la cubierta de la semilla. Epígea, cuando los cotiledones emergen a la superficie del suelo, entonces, se vuelven verdes, y funcionan durante un cierto tiempo como hojas foliares, contribuyendo al crecimiento de la plántula mediante la fotosíntesis.

2.5 Vigor de la semilla

Copeland y McDonald (1985), menciona que en 1979, the Association of Official Seed Analyst's, define vigor de semilla como aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para una rápida emergencia, uniforme y crecimiento normal de semillas bajo un amplio rango de condiciones de campo. Por su parte, *Jiménez (1990)*, hace mención que la capacidad germinativa de un lote de semillas indica su poder para formar plántulas con buenas condiciones de campo; el vigor se refiere a este mismo poder en malas condiciones. A su vez, *Moreno (1996)*, menciona que en 1977 el comité de Pruebas de Vigor (ISTA), definen vigor de la siguiente manera: el vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla durante su germinación y emergencia de la plántula. Las que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor.

2.5.1 Factores que Influyen en el Vigor de la Semilla

Copeland y McDonald (1985), mencionan que el crecimiento de una semilla comprende una serie de importantes escenarios, tanto genéticos, nutricionales y fisiológicos. Cada uno de estos escenarios representa un cambio en la morfología y fisiología genética, donde estas pueden alterar el rendimiento potencial de la semilla. La cúspide en que la semilla alcanza su máximo peso seco es llamada madurez fisiológica. En esta cima, está el mayor potencial para tener una máxima germinación y vigor.

2.5.1.2 Deterioro de la semilla

Philpott (1981), indica que durante la vida de la semilla se presentan muchos factores que afectan su calidad. Sin embargo, actualmente se han investigado de forma minuciosa todos los aspectos que determinan el deterioro de una semilla cuando ésta enfrenta ciertas condiciones adversas. Las condiciones y el

equipo usado durante el manejo físico de la semilla antes de que sea almacenada, son factores que determinan e influyen en su deterioro.

Delouche (1973); Soplin (1980) y Mendoza (1985), hacen mención que el deterioro en semillas es considerado como un proceso inexorable, inevitable e irreversible que involucra cambios detrimentales que causan la reducción en la calidad de la semilla, luego alcanzado su nivel máximo y culmina con la pérdida completa de su viabilidad. El deterioro es mínimo en la etapa de madurez fisiológica y la tasa de deterioro es variable entre especies, variedades, híbridos y lotes de semilla de una misma especie e inclusive varía dentro de semillas individuales de un mismo lote.

Besnier (1989), afirma que las causas básicas que ocasionan el deterioro de las semillas se encuentran en dos categorías:

- 1) Los tejidos de éstas pueden deteriorarse debido al envejecimiento y fisiológicamente las plantas muestran considerablemente este problema.
- 2) El deterioro de la semilla también puede ser causado por deterioro y Latencia

Según Hartley (1993), el período de latencia es afectado por varios factores como la humedad, la luz, la concentración de gases y de otras sustancias, que en ocasiones pueden ser manipulados para alterar este estado.

Salisbury (1994), define latencia como la condición que tiene la semilla al no poder germinar, aun teniendo una humedad determinada externa, y además expuesta a condiciones atmosféricas que tienen los suelos bien aireados y a temperaturas ideales para cierta especie en su actividad fisiológica. A su vez, Thomson (1979), menciona que latencia es uno de los métodos naturales de daño de los tejidos por microorganismos, insectos o roedores. Preservar las especies y que es debida, en parte al menos, a sustancias inhibidoras que se desarrollan durante la maduración en el campo y la cantidad de inhibidor parece estar afectado por las condiciones ambientales. En tiempo seco y cálido se produce relativamente poca cantidad de sustancias inhibidoras. La latencia se

puede superar por medio del raspado de las paredes externas de la testa, lo cual implica el riesgo de dañar el embrión.

2.6 Tipos de latencia en las semillas

A continuación se detallan los tipos de latencia (Hartmann y Kester, 1988; Willan, 1991):

2.6.1 Latencia por la cubierta de las semillas o exógena

Latencia física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de las cubiertas de la semilla son impermeables.

El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.

Latencia mecánica. En ésta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de latencia, ya que en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

Latencia química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en la testa de las semillas.

2.6.1.1 Tratamientos para eliminar la latencia

De acuerdo a Patiño *et al.*, (1983); Hartmann y Kester (1988), los tratamientos para eliminar la latencia son:

2.6.1.2 Estratificación

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación varía según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión. Y existen dos tipos:

1. Estratificación cálida.
2. Estratificación fría.

2.6.1.3 Escarificación

Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases. Y existen los siguientes tipos de escarificación:

1. Escarificación mecánica.
2. Escarificación con agua caliente.
3. Escarificación con ácido.
4. Lixiviación.
5. Hormonas y otros estimulantes químicos.

2.6.2 Letargo en la semilla

Blanco (1992), define letargo como el estado de crecimiento y metabolismo suspendidos, puede ser impuesto por las condiciones desfavorables, pero los tejidos en ese estado a menudo siguen sin crecer aunque se les ubique en condiciones ideales. Esto indica que el letargo puede ser impuesto desde dentro y controlado por mecanismos del tejido. Muchas semillas están inicialmente (o entran) en ese estado de modo que no germinan por un período de tiempo.

El letargo en la semilla es de importancia crítica para la supervivencia de las plantas. Existen diversos mecanismos que causan letargo en la semilla (Exigencia de luz para la germinación, altas temperaturas y ausencia de agua) y los factores internos (Testa de la semilla: impide el intercambio gaseoso, testa de la semilla: efectos mecánicos, baja concentración de etileno, presencia de inhibidores y la ausencia de promotores de crecimiento).

2.7 Clasificación de las plántulas

2.7.1 Plántulas normales

Besnier (1989), dice que las plántulas normales son las que se cultivan en buen suelo, libre de patógenos y de semillas extrañas y en condiciones favorables de luz, temperatura, y humedad, que muestren capacidad para continuar su desarrollo hasta convertirse en plantas normales. Las estructuras de las plántulas normales son:

- Un sistema radicular bien desarrollado.
- Un eje caulinar con hipocótilo o epicótilo bien desarrollado.

Moreno (1996), dice en forma general, que se consideran plántulas normales aquellas que contienen las estructuras que son esenciales para producir, en un suelo de buena calidad, además de condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación sea en sustrato artificial, se les debe de llamar plántulas normales a todas aquellas que presenten las siguientes estructuras:

- a) Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto aquellas plantas, como son las gramíneas, donde generalmente presentan raíces seminales, de las cuales se pretende que estén presentes por lo menos dos de ellas.
- b) Hipocótilo bien desarrollado e intacto y un epicótilo sin daño alguno en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una planta normal.
- c) Plúmula intacta en las gramíneas, que deben presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o que esté emergiendo del coleóptilo.
- d) Un cotiledón en las monocotiledóneas y dos cotiledones en las cotiledóneas.

2.7.2 Plántulas anormales

Moreno (1996), considera a las plántulas anormales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y en condiciones favorables de agua,

luz y temperatura. Las que presenten los siguientes defectos al germinar sobre un sustrato artificial.

a) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con lesiones o fisuras que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde está estructura es esencial; excepto en *Pisum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Vigna*, *Glycine*, *Arachis*, *Gossypium*, *Zea* y todas las cucurbitáceas, en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.

b) Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas, hipocótilos y epicótilos poco desarrollados; talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas coleótilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien, plántulas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

c) Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

2.8 Fitorreguladores complejos

Rojas y Ramírez (1989), hacen mención de que años atrás se hicieron estudios, donde fueron apareciendo Fitorreguladores de gran complejidad tanto porque llevan otras fracciones metabólicamente activas, además de hormonas, porque uno de sus componentes es un extracto vegetal que contiene muchísimas moléculas bioactivas y probablemente es variable.

2.8.1 Efectos biológicos

En la Gaceta agrícola (1981), dicen que el Biozyme es un estimulante del crecimiento vegetal, que se utiliza para proteger los cultivos de ciertas condiciones adversas durante su crecimiento y desarrollo, permitiendo que las plantas tratadas toleren condiciones adversas de frío, humedad y sequía, mejor que las plantas no tratadas.

2.8.2 Biozyme TF

Bioenzymas (1989), menciona que Biozyme TF. Es un regulador de crecimiento de origen natural constituido por un complejo hormonal de giberelinas, auxinas y citocininas y cuyo uso es exclusivo para tratamiento de semillas de las diferentes especies cultivadas. Tiene la propiedad de activar los procesos bioquímicos como lo son, las reacciones enzimáticas, lo cual permite mejorar y acelerar la conversión de la reserva energética necesaria para el crecimiento y desarrollo del embrión cuando recibe el estímulo de la humedad, obteniendo de ella una rápida y uniforme germinación, además de favorecer el crecimiento de la plántula en su fase inicial (raíz y talluelo), permitiendo así un mayor establecimiento de cultivo al inicio y mayor resistencia a condiciones ambientales adversas, garantizando de esta manera una mayor población de plantas por unidad de superficie.

2.8.2.1 Componentes del BiozymeTf

El Biozyme TS contiene extractos de origen vegetal como fuente de fitohormonas y enzimas ocupando un 80.83 %; mientras que de giberelinas (74.4 ppm), ácido indolacético (33.0 ppm) y de zeatina (128.7 ppm), ocupan el 0.02355 %; y los diluyentes y acondicionadores el 19.17 %, sumando todo esto el 100 %.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en Saltillo, Coahuila durante el ciclo primavera - verano del año 2015, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el laboratorio de tecnología de semillas y en el invernadero número 2 del departamento de Fitomejoramiento ubicado bajo las siguientes coordenadas geográficas 25° 21'latitud norte y 101°01'oeste y con una altura media sobre nivel del mar de 1779msnm (Google earth, 2015).

3.2 Material utilizado

En laboratorio

Semilla de moringa oleífera, papel anchor biozyme tf, probeta, regla de 30cm cámara germinativa.

En invernadero

Semilla de moringa oleífera, biozyme tf, charola de polietileno, sustrato de peatmoss, probeta regla de 30 cm.

3.3 Descripción de tratamientos

El trabajo se estableció bajo un sistema completamente al azar con 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Tanto en el laboratorio como en el invernadero.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el experimento

Tratamiento	Contenido de producto comercial Biozyme tf
T1 (testigo)	Sin aplicación
T2	1ppm Biozyme tf
T3	3 ppm Biozyme tf
T4	5 ppm Biozyme tf
T5	6 ppm Biozyme tf

3.4 Aplicación de los tratamientos

Se aplicó producto comercial biozyme tf la aplicación con sus diferentes concentraciones se realizaron vía absorción. La aplicación consistió en poner las semillas en un recipiente donde se les añadió la dilución del producto se dejó reposar un minuto y luego se pasó al taco de papel anchor y a las charola de polietileno.

3.5 En laboratorio

3.5.1 Proceso de siembra

La siembra se realizó el día 18 de abril de 2015 en la cual se elaboraron tacos, usando papel de germinación. Se trazó una línea horizontal a lo largo de la hoja y a partir de ésta se trazaron líneas perpendiculares a cada 2 cm de acuerdo a

las reglas del ISTA (como la prueba de vigor de longitud media de plúmula), esto con el propósito de facilitar la toma de datos en las variables que se evaluaron. En la línea que se trazó al centro de las hojas se colocaron 50 semillas con el embrión orientado en sentido contrario del rayado. Una vez colocadas las semillas en la hoja de germinación fueron humedecidas y se cubrieron con otra hoja, la cual también fue humedecida, posteriormente se enrolló y se marcó en la parte inferior del taco de acuerdo al sentido en que fue colocado el embrión de la semilla, esto se realizó en cada uno de los tratamientos.

Se trabajó con 5 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, éstos se colocaron en bolsas de polietileno, las cuales fueron identificadas de acuerdo al tratamiento que contenían y posteriormente se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura de 25 °C. Para mantener la humedad del taco, se aplicó un riego con agua al quinto día después de la siembra.

3.6 En invernadero

3.6.1 Proceso de siembra

La siembra se llevó a cabo el día 19 de abril de 2015, para lo cual se emplearon charolas germinadoras de 38 cavidades y sustrato de peatmoss, que una vez que se humedeció, se le colocó en las charolas y después se prosiguió a realizar la siembra.

Se sembraron 12 semillas por repetición un total de 38 semillas por de cada uno de los tratamientos, depositando una semilla en cada una de las cavidades de la charola, completando un total de 5 charolas sembradas que posteriormente al terminar la siembra fueron acomodadas en la cama del invernadero. Al término de la siembra, durante el establecimiento en invernadero y hasta el día de evaluación se le proporcionó humedad a las charolas con la finalidad de conservar la humedad necesaria para el desarrollo del cultivo.

3.7 Parámetros a evaluar en laboratorio

Las variables fueron evaluadas a los 14 días posteriores a la siembra (el día 2 de mayo de 2015), y fueron las siguientes:

3.7.1 Porcentaje de germinación

Para determinar la capacidad germinativa se usó la metodología propuesta por la ISTA (1996), donde se utilizaron 5 tratamientos con tres repeticiones cada uno y tres tacos por repetición (50 semillas por taco) sembradas en papel para germinación, se enrollaron y se formaron los tacos que se colocaron en una parrilla, posteriormente fueron llevados a la cámara germinadora a 25°C, durante 14 días, se tomaron datos:

- Plántulas normales.
- Plántulas anormales.
- Semillas sin germinar.

3.7.2 Longitud Media de Plúmula

Se midió en todas las plántulas normales por cada uno de los tratamientos y repeticiones a los 14 días después de la siembra.

3.7.3 Longitud Media de Radícula

Esta se midió en las mismas plántulas normales de la variable anterior, a los 14 días después de la siembra.

3.8 Parámetros a evaluar en invernadero

Las variables fueron evaluadas a los 21 días posteriores a la siembra (el día 10 de Mayo de 2015), y fueron las siguientes:

3.8.1 Porcentaje de Germinación

Se obtuvo contabilizando todas aquellas plántulas que hayan emergido superando la superficie del suelo, no tomando en cuenta si éstas se

presentaban como plántulas anormales y/o normales, los datos que se obtuvieron de ésta variable se representaron en porciento.

3.8.2 Índice de Velocidad de Emergencia

Se logró obtener a través de los conteros diarios de plántulas emergidas con 4 milímetros de longitud sobre la superficie del sustrato, hasta los 21 días.

Se utilizó la fórmula de (Maguire, 1962):

$$Ive = \sum \frac{No\ p/d}{d} + \dots + \frac{No\ p/d}{d}$$

Donde:

Ive = Índice de velocidad de emergencia.

No p = Número de plantas emergidas.

d = días después de la siembra.

3.8.3 Longitud Media de Plúmula

Fueron tomadas al azar 10 plantas normales por repeticiones y tratamientos; se obtuvo a los 21 días después de la siembra.

3.8.4 Longitud Media de Radícula

Esta se midió en las mismas 10 plantas antes mencionadas y se evaluó a los 21 días después de la siembra.

3.8.5 Peso Fresco de la Plántula

Para la evaluación de este parámetro se pesó toda la planta de Moringa oleífera en una balanza analítica electrónica de la marca Velab ve 1000. Esta se realizó a los 21 días después de la siembra.

3.8.6 Peso Seco de Plántula

Para la determinación de este parámetro se dejaron secar las muestras, y después se utilizó de igual manera una balanza analítica electrónica de la marca velab ve 1000 para sacar el peso seco. Los resultados se expresan en $g \cdot planta^{-1}$.

3.9 Diseño experimental

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANVA), donde se evaluó el efecto de los tratamientos. Usando el programa SAS versión 9.4 (statistical analysis system) posteriormente se realizó la comparación de medias, empleando la prueba de medias de Tukey al 0.01%.

IV. RESULTADOS

4.1 Laboratorio

Como se pudo observar, en el cuadro 2.1 se muestran los cuadrados medios y el nivel de significancia del análisis de varianza realizado en los parámetros evaluados en laboratorio en semillas y plántulas de Moringa oleífera, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf. Dicho cuadro nos indica que existen diferencias significativa ($\alpha=0.05$), para las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula mientras que en porcentaje de germinación y plántulas anormales se encontró diferencia altamente significativa ($\alpha=0.01$). para semillas sin germinar no se detectó diferencia significativa. Los coeficientes de variación oscilaron entre 3.66 a 12.42% lo que nos indica que el trabajo se llevó adecuadamente.

Cuadro 2.1. Cuadros medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plántulas de Moringa oleífera tratadas con diferentes concentraciones de Biozyme tf.

PARÁMETROS						
F.V	G.L	Porciento de Germinación (%)	Plántulas Anormales	Semillas sin Germinar	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)
Tratamientos	4	221.90**	153.56 **	0.40 ^{NS}	8.37 *	7.78*
Error Exp.	10	92.13	1.73	0.06	0.36	0.052
C.V	(%)	4.18	12.42	12.18	3.66	8.66

**altamente significativo ($\alpha=0.01$), *significativo, (0.05) ^{NS} No significativo.

Debido a que el análisis estadístico realizado se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de las variables evaluadas, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias, mediante la prueba de tukey ($\alpha=0.05$) y tukey ($\alpha =0.01$).

Cuadro 2.2. Comparación de medias para las variables evaluadas en el laboratorio en semilla de Moringa oleífera con diferentes concentraciones de Biozyme tf.

Tratamientos	P.G (%)	P.A (%)	S.S.G (%)	L.M.R (cm)	L.M.P (cm)
T1 (testigo)	46.00 C	39.32 A	5.32	4.16 D	4.33 D
T2 (B 1ppm)	64.00 B	26.66 B	4.26	5.00 C	6.66 C
T3 (B 3 ppm)	66.66 B	26.66 B	4.12	6.60 B	7.46 AB
T4 (B 5ppm)	82.66 A	8.66 C	3.72	7.33 AB	7.50 AB
T5 (B 6ppm)	90.00 A	4.66 C	3.40	8.03 A	8.86 A

Los valores con la misma letra mostradas en las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba tukey.

4.2 Porcentaje de Germinación

El ANVA detecta diferencia altamente significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 4.18% (ver cuadro 2.1) esto indica que el porcentaje de germinación está influenciada por el biozyme tf.

Al realizar una prueba de comparación de medias (tukey $\alpha= 0.01$), se visualiza que para la variable porcentaje de germinación los tratamientos 5 y 4 (T5 biozyme tf 6 ppm ,T4biozymetf 5 ppm) sobresalieron de los demás superando al testigo con más de 40 % con 90y 82.66 % de germinación, seguidos por los tratamientos 3 Y 2 (T3 biozyme tf 3 ppm, T2 biozyme tf 1 ppm) con 66.66 y 64 % respectivamente mientras el tratamiento que dio menor resultado fue el tratamiento (T1 testigo absoluto) con 46 % de germinación. (Figura. 3).

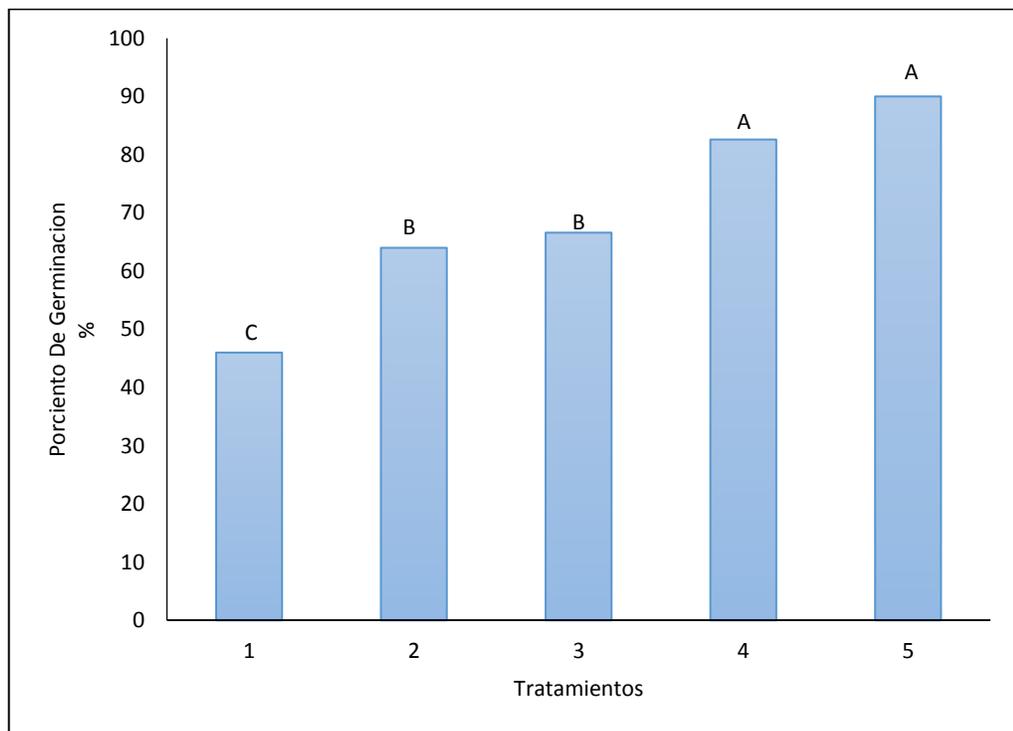


Figura 3. Porcentaje de Germinación en semilla de Moringa oleífera, en laboratorio tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.

4.3 Plántulas Anormales

El ANVA detecta diferencia altamente significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 12.42% (ver cuadro 2.1) esto indica que el porcentaje de plántulas anormales está influenciado por el biozyme tf.

La prueba de comparación de medias realizada para esta variable nos indica que el tratamiento que produce mayor porcentaje de plántulas anormales es el tratamiento 1 (T1 testigo absoluto), con 36.32%, seguido de los tratamientos 2 y 3 (T2 biozyme tf 1 ppm, T3 biozyme tf 3 ppm), los cuales son estadísticamente iguales, con 26.6 %, los tratamientos que produjeron menor porcentaje de plántulas anormales fueron los tratamientos 4 y 5, (T4 biozyme tf 5 ppm, T5 biozyme tf 6 ppm), con 8.66 y 4.66% respectivamente. (Figura.4).

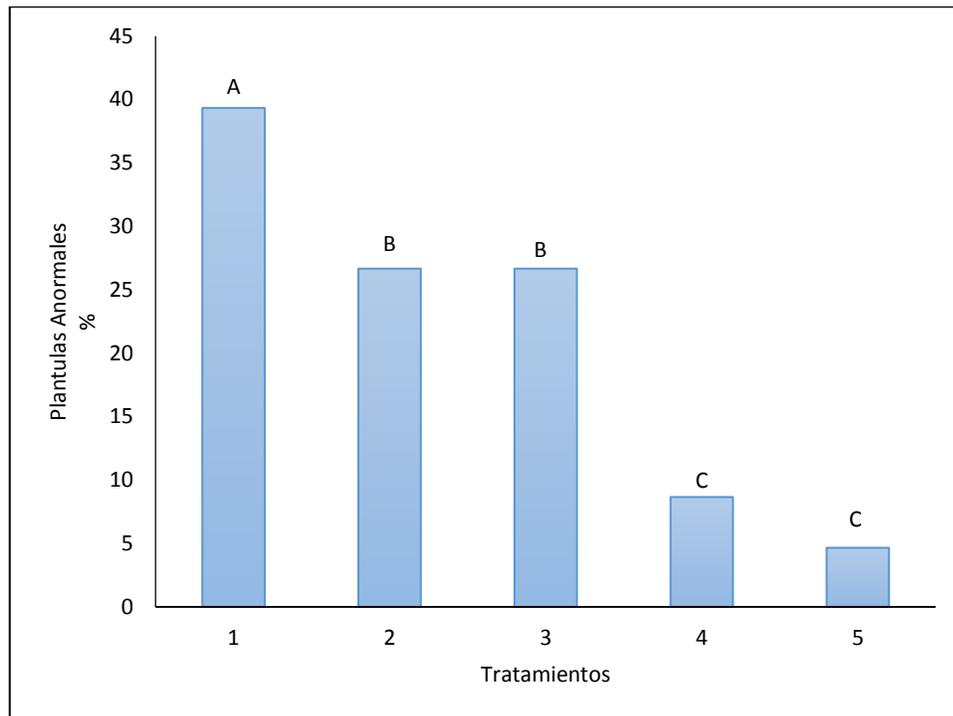


Figura 4. Porcentajes de Plántulas Anormales de semilla de Moringa oleífera, en laboratorio, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.

4.4 Semillas sin Germinar

El ANVA no detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 12.18% (ver cuadro 2.1) esto indica que el porcentaje de semillas sin germinar se ve influenciado a la falta de biozyme tf para su estimulación.

Para esta variable el análisis de varianza no detecto diferencia significativa por lo que estadísticamente se considera que son iguales ,sin embargo las medias del cuadro 2.2 muestra que los tratamientos con menor porcentaje de semillas sin germinar fue el tratamiento 5(T5 biozyme tf 6 ppm), con 3.40 %, seguido de los tratamientos 2, 3, y4(T2 biozyme tf 1 ppm,T3 biozymetf3 ppm,T4 biozyme tf 5 ppm), los cuales son estadísticamente iguales con 4.26%,4.72%y 3.72% y el tratamiento que obtuvo un mayor número de semilla sin germinar fue el tratamiento 1 (testigo absoluto), con 5.32% de semillas sin germinar (Figura. 5).

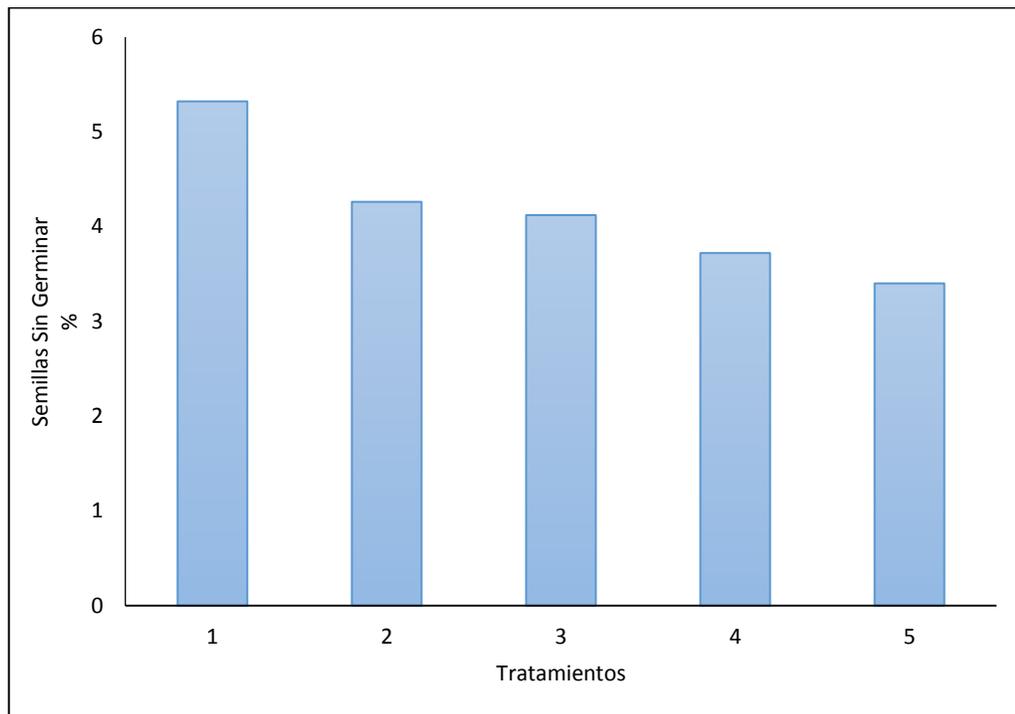


Figura 5. Porcentajes de Semilla Sin Germinar de Moringa oleífera, en laboratorio, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.

4.5 Longitud Media de Plúmula

El ANVA detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 3.66% (ver cuadro 2.1) esto indica que la longitud media de plúmula está influenciada por la aplicación de biozyme tf.

En la prueba de comparación de medias (tukey $\alpha=0.05$), para la longitud media de plúmula, el tratamiento 5 (T5,biozyme tf 6 ppm), fue el que presento una mejor respuesta en la elongación de plúmula al dar una media de 8.66 cm seguido por los tratamientos 3 y 4 (T3,biozyme tf 3 ppm), (T4,biozyme tf 5 ppm), con 7.46 y 7.50 cm respectivamente, en cambio los tratamientos que dieron menor respuesta a la elongación de plúmula fueron los tratamientos 2 y 1 , (T2,biozyme tf 1 ppm ,T1, testigo absoluto) ,con 6.66 y 4.33 cm.(Figura. 6).

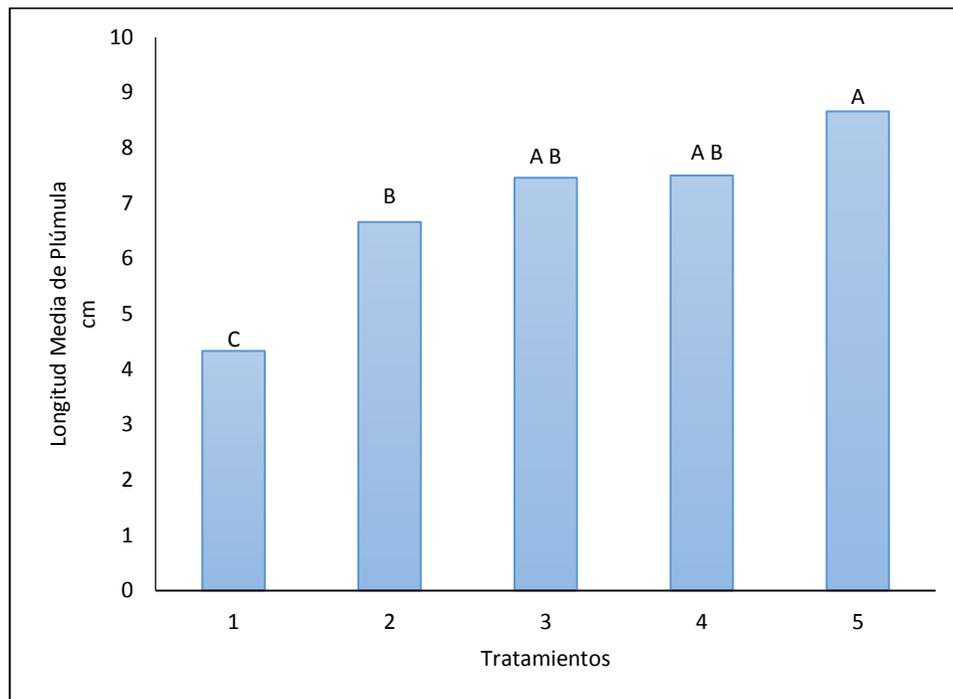


Figura 6. Longitud Media de Plúmula (cm) en plántulas de Moringa oleífera, en laboratorio, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.

4.6 Longitud Media de Radícula

El ANVA detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 8.66% (ver cuadro 2.1) esto indica que la longitud media de radícula se ve influenciada por la aplicación de biozyme tf.

La prueba de medias (tukey $\alpha=0.05$), en la longitud media de radícula, muestra que los tratamientos 5 y 4 (T5,biozyme tf 6 ppm, T4,biozyme tf 5 ppm), sobresalieron al registrar 8.03 y 7.33 cm seguidos por el tratamiento 3 (T3,biozyme tf 3 ppm),el cual registro 6.60cm los tratamientos de menor respuesta a la elongación de radícula fueron el 2 y 1 , (T2,biozyme tf 1 ppm, T1,testigo absoluto), con 5.00 y 4.16 cm respectivamente (figura.7).

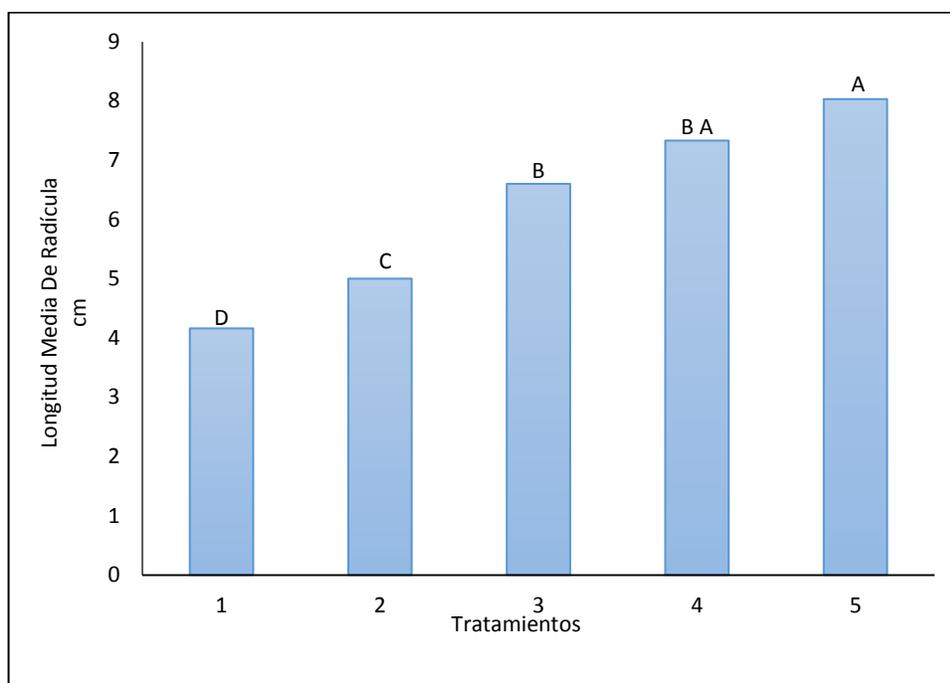


Figura 7. Longitud Media de Radícula (cm) en plántulas de Moringa oleífera en laboratorio, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada 14 días después de la fecha de siembra.

4.8 Invernadero

Como se puede observar en el cuadro 2.3 se muestran los cuadrados medios y el nivel de significancia del análisis de varianza realizado en los parámetros evaluados en invernadero en semillas y plántulas de *Moringa oleífera*, tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, dicho cuadro nos indica que existe diferencia altamente significativa ($\alpha = 0.01$) para la fuente de tratamientos en la variable de porcentaje de germinación, longitud media de plúmula y longitud media de radícula, , mientras que índice de velocidad de emergencia , peso fresco y peso seco presentan resultados significativos ($\alpha = 0.05$). Además estos resultados nos indican confiabilidad ya que los coeficientes de variación fluctuaron de 6.30 a 20.44%, que permanecen dentro del rango permitido.

Cuadro 2.3 Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plántulas de *Moringa oleífera* tratadas con diferentes concentraciones de Biozyme tf.

Parámetros							
F.V	G.L	Porcentaje de Germinación (%)	Índice De Velocidad de Emergencia (%)	Longitud Media de Plúmula (Cm)	Longitud Media de Radícula (Cm)	Peso Fresco de Plántula (Gr)	Peso Seco de Plántula (Gr)
Tratamientos	4	214.26**	1.81*	34.98**	31.63**	0.12 *	0.01 *
Error Exp.	10	8.46	0.10	1.25	1.29	0.01	0.001
C.V	(%)	10.19	6.30	7.57	15.35	8.88	20.44

**altamente significativo, *significativo, ^{NS} No significativo

Debido a que el análisis estadístico realizado se encontraron diferencias altamente significativas en tres variables y diferencia significativa en una variable, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias para dicha variables, mediante la prueba de tukey ($\alpha=0.05$) y tukey ($\alpha =0.01$).

Cuadro 2.4 Comparación de medias para las variables evaluadas en el laboratorio en semilla de Moringa oleífera con diferentes concentraciones de Biozyme tf.

Tratamiento.	P.G (%)	Í.V.E	L.M.R (cm)	L.M.P (cm)	P.F (gr)	P.S (gr)
T1(testigo)	43.46 C	4.04 C	4.06 B	10.66 C	1.027 B	0.120 C
T2(B 1ppm)	62.93 CB	4.44 CB	4.36 B	13.33 CB	1.142 B	0.141 CB
T3(B 3 ppm)	83.46 AB	5.31 AB	7.53 AB	15.35 B	1.144 B	0.148 CB
T4(B 5 ppm)	91.53 A	5.66 A	10.26 A	14.50 B	1.176 B	0.180 AB
T5(B 6 ppm)	98.66 A	5.82 A	11.03 A	20.00 A	1.339 A	0.221 A

Los valores con la misma letra mostradas en las columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba tukey.

4.9 Porciento de Germinación

El ANVA detecta diferencia altamente significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 10.19% (ver cuadro 2.3) esto indica que el porciento de germinación está influenciada por el biozyme tf.

Al realizar una prueba de comparación de medias (tukey $\alpha=0.01$), se visualiza que para la variable porciento de germinación los tratamientos 5,4 y 3 (T5 biozyme tf 6 ppm,T4 biozyme tf 5 ppm y T3 biozyme tf 3 ppm), sobresalieron de los demás superando al testigo con más de 40% con 98.66,91.53 y 83.46 % de germinación, seguidos por el tratamiento 2, (1ppm)la cual registro 62.93% de germinación respectivamente mientras el tratamiento que dio menor resultado fue el tratamiento (1 testigo absoluto) con 43.46% de germinación. (figura.8).

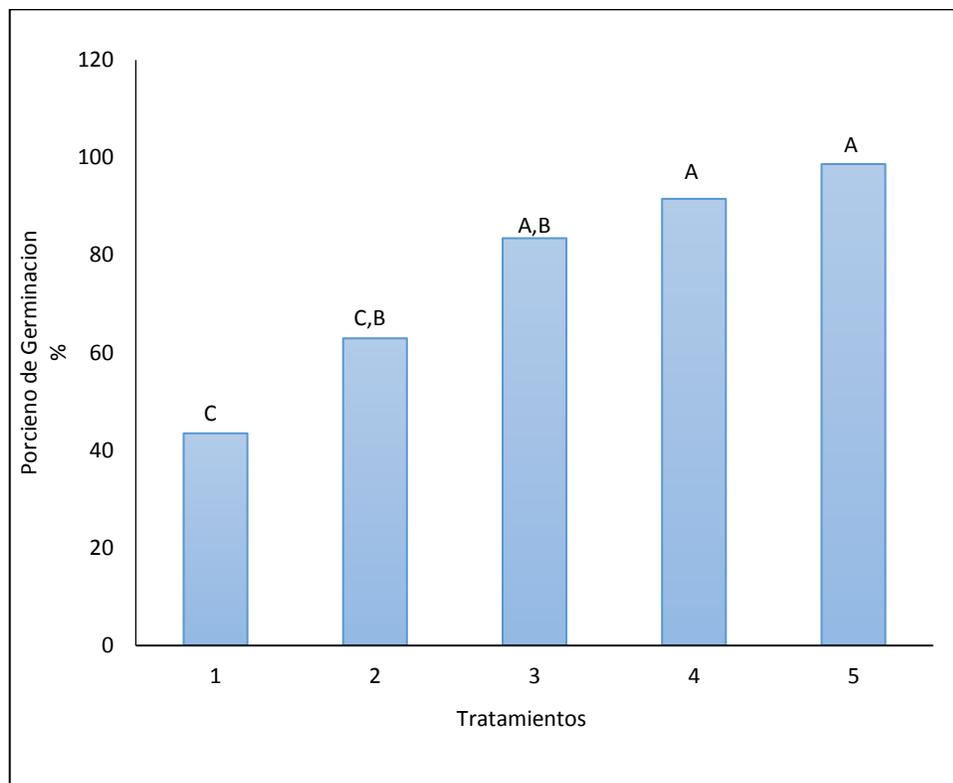


Figura 8. Porciento de Germinación en semillas de Moringa oleífera, tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra en invernadero.

4.10 Índice de Velocidad de Emergencia

El ANVA detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 6.30% (ver cuadro 2.3) esto indica que el índice de velocidad se incrementó al usar biozyme tf.

Al realizar una prueba de comparación de medias (tukey $\alpha=0.05$), para identificar dicha diferencia se observan tres grupos donde los tratamientos 5, 4 y 3 (T5 biozyme tf 6 ppm, T4 biozyme tf 5 ppm, T3 biozyme tf 6 ppm), superan a los otros dos grupos y estos resultaron ser los de mayor índice de velocidad registrando 5.82, 5.66 y 5.31 respectivamente el último grupo lo conforman los tratamientos 2 y 1 (T2 biozyme tf 1 ppm, T1 testigo absoluto), donde estos resultaron ser lo de menor índice de velocidad registrando 4.44 y 4.04 respectivamente (figura 9).

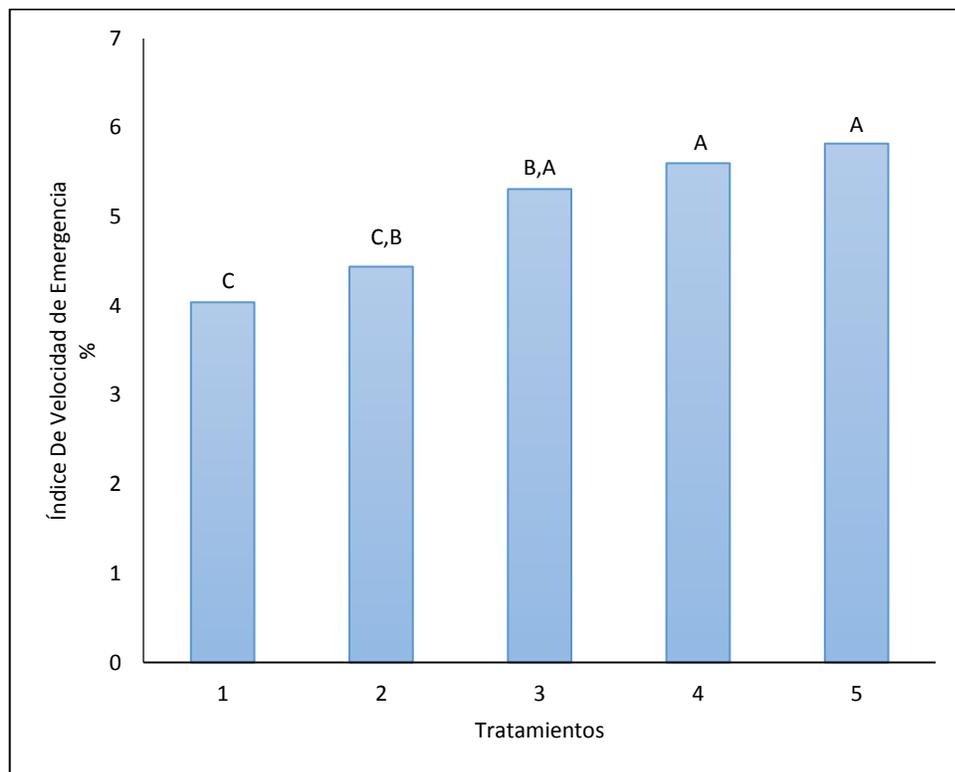


Figura 9. Porcentaje de Índice de Velocidad de Emergencia en Plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluadas a los 21 días después de la fecha de siembra

4.11 Longitud Media de Plúmula

El ANVA detecta diferencia altamente significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 7.57% (ver cuadro 2.3) esto indica que la longitud media de plúmula se ve influenciada por el biozyme tf.

Para está variable la prueba de comparación de medias ($\alpha=0.01$)

Encontró que el tratamiento 5 (T5biozyme 6 ppm), obtuvo mejor respuesta, el cual proporcio un valor de 20 cm seguido del tratamiento 3(T3biozyme 3 ppm), con un valor de 15.35 cm, los tratamiento 4 y 2(T4 biozyme tf 5 ppm, T2 biozyme tf 1 ppm), se comportaron estadísticamente iguales reportando 13.33 y 14,50 cm respectivamente, el tratamiento que produjo menos longitud media de plúmula fue el tratamiento 1 (T1 testigo absoluto) con 10.66 cm. (figura 10).

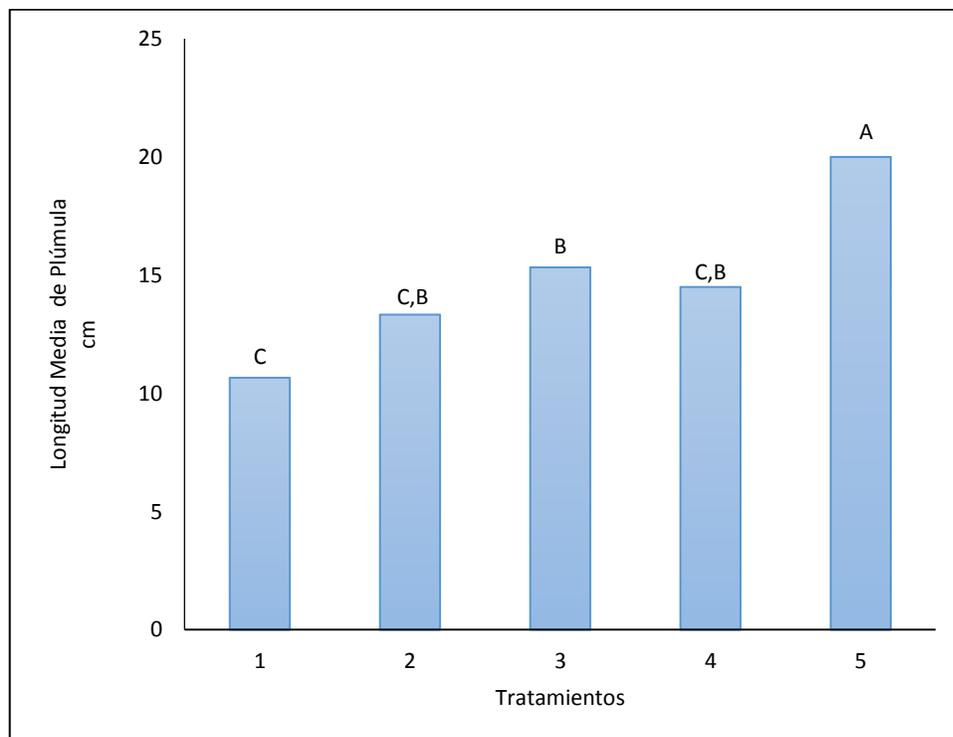


Figura 10. Longitud de Media de Plúmula de Moringa oleífera en invernadero tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada a los 21 días después de la fecha de siembra.

4.12 Longitud Media de Radícula

El ANVA detecta diferencia altamente significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 15.35% (ver cuadro 2.3) esto indica que la longitud media de radícula se ve influenciada por el biozyme tf.

Para está variable la prueba de comparación de medias ($\alpha=0.01$)

Encontró que los tratamientos 5 y 4 (T5 biozyme tf 6 ppm, T4 biozyme tf 5 ppm), obtuvieron mejor respuesta, los cuales proporcionaron un valor de 11.03 y 10.26 cm seguido por el tratamiento 3 (T3 biozyme tf 3 ppm) el cual reporto un valor de 7.53 cm, sin embargo los tratamientos 2 y 1 (T2 biozyme tf 1 ppm, T1 testigo absoluto), se comportaron estadísticamente iguales los cuales registraron 4.44 y 4.06 cm respectivamente (figura.11).

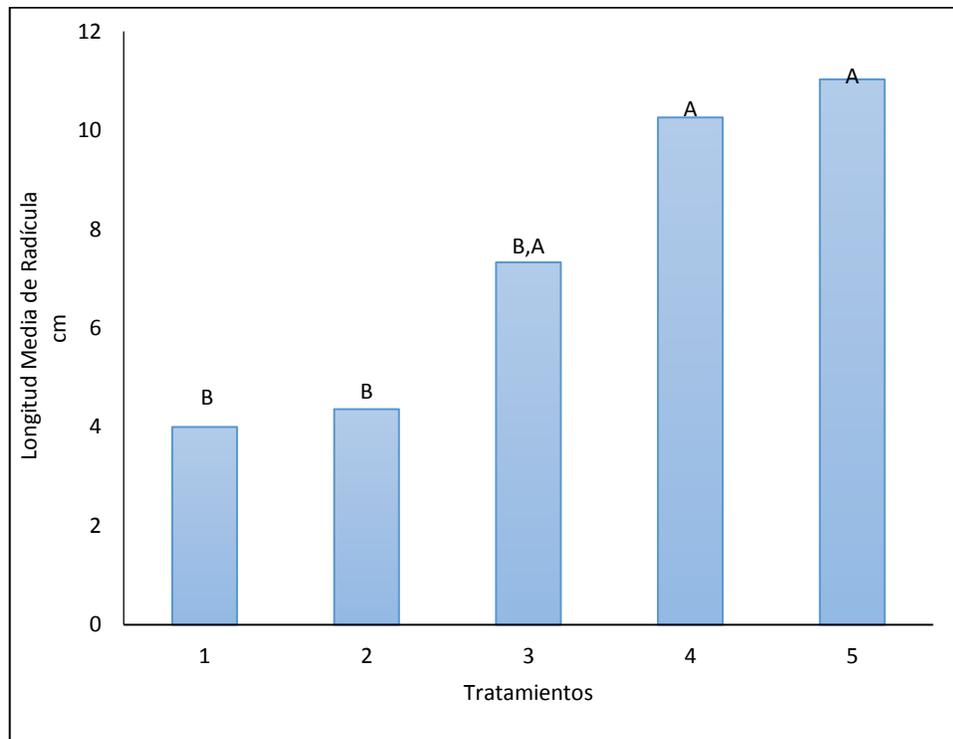


Figura 11. Longitud Media de Radícula de plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada a los 21 díasdespués de la fecha de siembra.

4.13 Peso Fresco de la Plántula

El ANVA no detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 8.88% (ver cuadro 2.3)

Al realizar la prueba de comparación de medias tukey ($\alpha=0.05$) para la variable de peso fresco el tratamiento 5 (T5 biozyme tf 6 ppm) fue el que presento mejor respuesta para esta variable al dar una media de 1.339 gr seguido por los demás tratamientos (T4 biozyme tf 5 ppm, T3biozymetf 3 ppm, T2 biozyme tf 1 ppm, T1 testigo absoluto), los cuales se portaron estadísticamente iguales registrando un valor d 1.176, 1.144,1.142 y 1.027 gr. (figura 12).

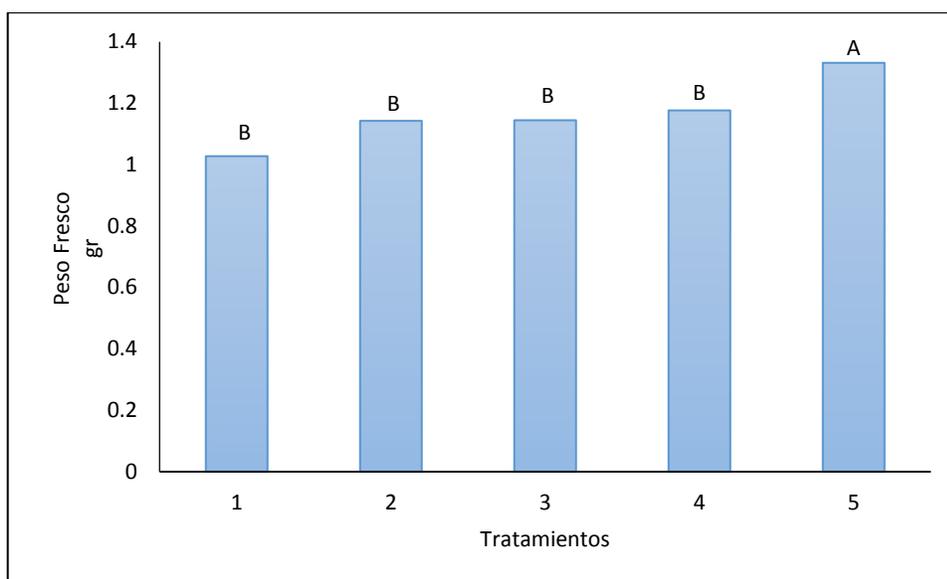


Figura 12. Peso Fresco de plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratada con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada a los 21 días después de la fecha de siembra.

4.14 Peso Seco de la Plántula

El ANVA no detecta diferencia significativa para la variable, con un coeficiente de variación de 20.44% (ver cuadro 2.3)

Al realizar la prueba de comparación de medias tukey ($\alpha=0.05$) para la variable de peso fresco el tratamiento 5 (T5 biozyme tf6 ppm) registrando un valor de 0.221 gr, seguido por el tratamiento 4 (T4 biozyme tf 5 ppm), con un valor de 0.180 gr, los tratamientos 3 y 2 (T3 biozyme tf 3 ppm, T2 biozyme tf 1 ppm), se comportaron estadísticamente iguales registrando un valor de 0.148 y 0.141 gr, el tratamiento que registro menor peso seco fue el tratamiento 1 (T1 testigo absoluto) con 0.120 gr respectivamente (figura 13).

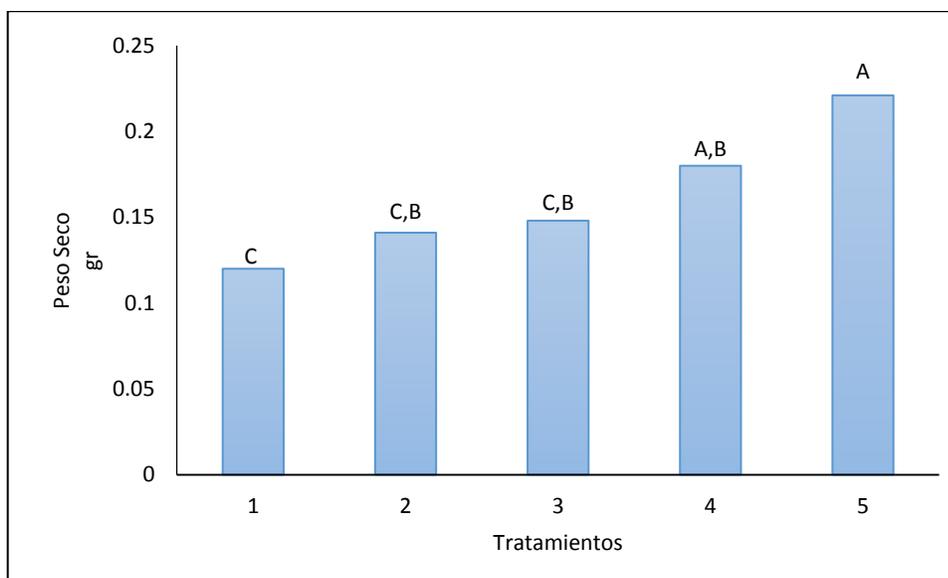


Figura 13. Peso Seco de plántulas de Moringa oleífera, en invernadero tratadas con diferentes concentraciones de biozyme tf, evaluada a los 21 días después de la fecha de siembra.

V .DISCUSIÓN

El producto empleado para la prueba de germinación, presento un mejor efecto en todas las variables con la concentración más alta.

El biozyme tf si presenta efectos positivos en la germinación de semilla observándose que conforme se incrementaba la concentración se incrementaba la respuesta de la semilla y planta, y la mejor respuesta fue con 6 ppm ,ya que si se aplican concentraciones másbajas como 1 ppm, se presentan efectos mucho menores y se observa que la caída de los valores es progresiva conforme disminuye la concentración y estos efectos son similares en los dos ambientes en que se realizó la prueba (laboratorio – invernadero), con un valor alto de 90 y98.66% de germinación en ambas pruebas, con la concentración de 6 ppm de biozyme fue con la que se obtuvieron estos resultados, el hecho de que el biozyme tf incrementara la germinación es por los componentes que contiene como :auxinas ,giberelinas,citocininas y elementos menores ,también por el hecho de ser liquido ya que tiene una mayor penetración sobre la semilla, el biozyme tf no solo incremento la germinación sino también todas las demás variables evaluadas como, el índice de velocidad de emergencia, la longitud media de raícescomo la longitud media de plántula y por lo tanto disminuyo el resultado en las variables,plántulas anormales y semilla sin germinar esto es lo esperado cuando un producto incrementa la germinación. Esto coincide con Hernández (2002),el encontró que utilizando ácido giberelico y biozyme ts en dosis de 600 ppm obtuvo un valor de 99%de germinación en cultivo de maíz, en comparación con dosis menores, en semilla de más de un año de cosechada.

Según Hernández (2002), para la variable longitud de plántula, encontró los siguientes resultados aplicando ácido giberélico y biozime se obtuvieron longitudes similares oscilando estas de 8.25 a 8.84 cm. Estos coinciden con los datos obtenidos con el presente trabajo en el cual se empleó biozime tf donde se obtuvieron longitudes de 8.66 a 20 cm, así mismo para la variable longitud media de radícula encontró que utilizando biozime pp en dosis de 1 gr/litro obteniendo 13.735 cm esto es similar a los datos obtenidos utilizando biozime tf en dosis de 5 y 6 ppm proporcionando un valor que oscila de 8.03 a 11.03 cm.

El biozime a la concentración mayor también incrementa tanto el peso fresco como el peso seco de las partes de la plántula, ya que al germinar más rápido la semilla puede incrementar su biomasa al tiempo de evaluación.

VI. CONCLUSIONES

La investigación realizada demostró aumentos significativos en los parámetros evaluados con la dosis más alta de biozyme superando a las dosis menores y al testigo. En este trabajo se evaluaron diferentes variables pero el objetivo principal de este trabajo fue incrementar la germinación de la semilla de *Moringa oleífera* por lo que en base a los resultados asumimos que el mejor tratamiento para los objetivos de este trabajo fue la aplicación de biozyme en 6 ppm con un 90 y 98.66% de germinación seguido por el tratamiento 4 con la aplicación de 5 ppm de biozyme con 82.66 y 91.55% de germinación,

Al incrementar la germinación con la aplicación de un producto, por consecuencia se disminuye el número de plantas anormales y de semilla sin germinar, esto también tiene efecto incrementando el índice de velocidad de emergencia (o germinación) lo cual permite a la plántula incrementar su desarrollo tanto aéreo como radicular por lo cual también se incrementa tanto el peso fresco como seco de las partes de ella en comparación con los tratamientos en que la germinación fue más lenta.

De esta manera se acepta que los objetivos planteados para este trabajo de investigación quedan satisfactoriamente comprobados y así mismo se cumplen las hipótesis planteadas evidenciando que el biozyme a una determinada concentración estimulan la germinación de semilla de *moringa oleífera* siendo mejor en los tratamientos para promover la germinación, y tiene efectos sobre las etapas de crecimiento inicial de la plántula.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de biozyme tf a 6 ppm para promover la germinación de semilla de Moringaoleífera, ya que esta semilla aunque no presenta latencia y es fácil de germinar, añadiendo productos hormonales aumenta su germinación también se observó que el tiempo de germinación se reduce considerablemente, además este tipo de productos influyen positivamente en el desarrollo inicial de la plántula originando por consiguiente un mejor desarrollo del cultivo.
- También se recomienda aumentar las dosis de biozyme para verificar si a mayor concentración se incrementa todavía más la respuesta de la germinación de la semilla y desarrollo de la plántula.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, C. N. 2006.** Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala. CONCYT, SENACYT, FONACYT, INCAP. GUATEMALA. 150 p.
- Araújo N., N. N.; Andrade N., T.; Cardoso R., M. C.; Lima O., G.; Cabral da S., C. 2007.** Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* Lam. Caatinga (Mossoró, Brasil), 20:63-67.
- Besnier R. F., 1989.** Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi prensa.
- Bidwell, R.G.S. 1996.** Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura 8a Reimpresión, Ed. Trillas. México. Pp 461-463.
- Bioenzymas ,1989.** Suplemento especial 1979-1989. Saltillo Coahuila, México pp.15.
- Bioplanet 2011.** *Moringa oleifera*. En: <http://www.bioplanet.com.mx>, consultado en línea el 05 de julio del 2015
- Blanco, M. V. 1992.** Uso de Ga₃ para promover la germinación en semillas de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Tesis de licenciatura UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México
- Bradbeer, j,w 1998.** Seed dormancy and germination published in the USA by Chapman and Hall New York.
- Cáceres Montes, C. M., Díaz Ayala, J. C. 2005.** Propuesta de Tratamiento de Aguas de Desecho de una Industria Química de Adhesivos utilizando Extracto Acuoso de la Semilla de *Moringa oleifera* (Teberinto), Trabajo de Grado, Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
- Cardoso R., M. C.; Medeiros da C., D.; Carvalho M., V. H.; Sousa A. H. 2006.** Profundidad y posición de la semilla en la emergencia y desarrollo de plántulas de *Moringa*. Centro Agrícola, 33: 5-8.
- Cavallini, R. 2001.** La *Moringa oleifera*, iL Materiali di ACRA copriamo

- Cioti, E.M S, Altuve y F, Reyes. 2000.** Calidad de semillas en stylosanthes guianensis cv Graham universidad del noreste comunicaciones científicas y tecnológicas
- Deloche, J. 1971.** Determinants of seed quality seed technology laboratory. Mississippi State University USA 53-68p.
- Díaz López, F. J. 2003.** Innovación Tecnológica y Ambiente: La Industria Química en México, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.
- Duffus, C y Slaughter, C. 1985.** Las semillas y sus usos. AGT. Editor, S. A. México, D.F.
- Gomaa N. H. and Picó, F. X. 2011.** Seed germination, seedling traits, and seed bank of the tree *Moringa peregrina* (Moringaceae) in a hyper-arid environment. American Journal of Botany 98: 1024–1030
- Ferguson, J. 1995.** An introduction to seed vigour testing. In: seed vigour testing seminar, 1995. Copenhagen. [proceedings...] Zurich: International seed. Testing Association, 1995. 2p.
- Flores. N., A. 2004.** Efecto de abonos orgánicos y productos comerciales hormonales en el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Foidl N., Mayorga L. & Vásquez W., 2003.** Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Nicaragua. En: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Foidl16.htm>, Consultado en línea el 5 de agosto de 2015.
- Fuglie, L. J. 2001.** The Miracle Tree. The Multiple Attributes of Moringa. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Gaceta Agrícola 1981.** Dirección de Investigación y Desarrollo, Suplemento Especial.
- Hartley, C. W. S. 1993.** La palma de aceite. C.E.C.S.A., México, 181-191p.
- Hartmann T., H. y Kester E., D 1982.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. Compañía editorial continental, S. A de C.V. Tercera impresión. México.

- Hernandez G.G.A., 2002.** Estimulación de la germinación de la semilla de Maíz (*Zea Mays L.*) Y Trigo (*Triticum Aestivum L.*) mediante biorreguladores sintéticos. Tesis de licenciatura UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ISTA, 1996.** International Seed Testing Association. Internacional rules for seed testing, Rules Zurcí, Swithzerlan.
- Madrigal H. & Avalos T., 2011.** Validación de la tecnología de *Moringa oleífera*. INIFAP Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Moreno M., E. 1996.** Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Programa universitario de alimentos. Tercera edición. UNAM. México.
- Niembro.R.A. 1998.** Semillas de arboles y arbustos ontogenia y estructura ed. Limusa S.A. de C.V. primera edición Méxicod.f p.p.271
- Parrota,j.a,1993.** Leucenaleuccocephala (lam) de wit. Leucaena, tantan. So-itffsm-52 New Orleans la: U.S department of agricultura, forest service southern forest experiment station 8.p.
- Pérez Á., R.; Cruz B., J. O.; Vázquez G., E.; Obregón J. F. 2011.** *Moringa oleífera* una nueva alternativa forrajera para Sinaloa. Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A. C. Culiacán, Sinaloa, México 29p.
- Philpott, R. 1981.** Seed Pathology Laboratory. Mississipi State. United state V. 13 of April, 81.
- Raven,p.h.f.e.ray y e.susan 1991.** Biología de la planta .tomo II Ed reverté S.A primera edición .Méxicod.f pp.734-743.
- Rincón.S.F Ruiz T.N.A y serrato .C.V.M 1991.** Semillas transgénicas X curso de actualización en tecnología de semillas .CCDTS-UAAAN
- Rojas G. y H. Ramírez. 1993.** Control hormonal de desarrollo de las plantas. 2da edición. Ed. Limusa. México. 263. P.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994.** Fisiología Vegetal. Versión en Español Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Silva P. C. da C.; Andrade L. A.; Vênia C. de Souza; Fabricante J. R.; Silva M. L. M. 2012.** Comportamiento germinativo de sementes de *Moringa oleífera* L. em diferentes ambientes e tempos de armazenamento. Agropecuária Científica no Semi-Árido, 8:1-06.
- Thomson, J. R. 1979.** An introduction to seed technology. Editorial, Blackie Group (Leonarhill) Zaragoza, España.

Wallace R.A j.I King y G.P Sanders 2003.Plantas y animales la ciencia de la vida primera reimpresión. Ed. Trillasa de c.vpp 65-73.

William, B, C, 1974. Plant growth regulatory substances in commercial seaweed extracts, eighth international seaweed symposium, Bangor, Wales.

APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza realizado para la variable de Porcentaje de Germinación en la etapa de laboratorio.

F.V	GL	S.C	C.M	F.C	Pr > F
tratamientos	4	887.60	221.90	104.02**	< 0.0001
Error exp.	10	21.33	2.13		
Total	14	908.93			

c.v (%) 4.18

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A2. Análisis de varianza realizado para la variable de Plántulas Anormales en la etapa de laboratorio.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	614.26	153.56	88.60**	< 0.0001
Error exp.	10	17.33	1.73		
Total	14	631.60			

c.v (%) 12.42

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A3. Análisis de varianza realizado para la variable de Semillas Sin Germinar en la etapa de laboratorio.

F.V	G.L	SC	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	1.61	0.402	6.23	0.0088
Error exp	10	0.64	0.064		
Total	14	2.25			

c.v (%) 12.18

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A4. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Radícula en la etapa de laboratorio.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	31.12	7.78	149.66**	<0.0001
Error exp.	10	0.52	0.05		
Total	14	31.64			

c.v (%) 3.66

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza realizado para la variable Longitud Media de Plúmula en la etapa de laboratorio.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	33.50	8.37	22.97	<0.001
Error exp.	10	3.64	0.36		
Total	14	37.15			

c.v (%) 8.66

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A6. Análisis de varianza realizado para la variable de Porcentaje de Germinación en la etapa de invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	PR > F
Tratamientos	4	857.06	214.26	23.31	<0.0001
Error exp.	10	84.66	8.46		
Total	14	941.73			

c.v (%) 10.19

**altamente significativo; * significativo;^{NS} no significativo

Cuadro A7. Análisis de varianza realizado para la variable de Índice de Velocidad de Emergencia en la etapa de invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	7.27	1.81	17.87	0.0002
Error exp.	10	1.01	0.10		
Total	14	8.29			

c.v (%) 6.30

**altamente significativo; * significativo;^{NS} no significativo

Cuadro A8. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Radícula en la etapa de invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	126.55	31.63	24.51	<0.0001
Error exp.	10	12.90	1.29		
Total	14	139.46			

c.v (%) 15.35

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A9. Análisis de varianza realizado para la variable de Longitud Media de Plúmula en la etapa de invernadero

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	139.93	34.98	27.99	<0.0001
Error exp.	10	12.50	1.25		
Total	14	152.43			

c.v (%) 7.57

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A10. Análisis de varianza realizado para la variable de Peso Fresco en la etapa de invernadero

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	0-50	0.12	11.74	<0.0001
Error exp.	10	0.48	0.01		
Total	14	0.98			

c.v (%) 8.88

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo

Cuadro A11. Análisis de varianza realizado para la variable de Peso Seco en la etapa de invernadero

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamientos	4	0.061	0.015	14.00	<0.0001
Error exp.	10	0.049	0.001		
Total	14	0.111			

c.v (%) 20.44

**altamente significativo; * significativo; ^{NS} no significativo