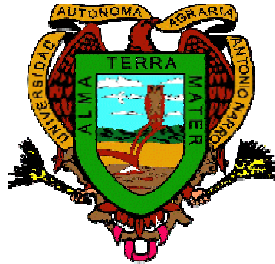


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**GERMINACIÓN EN SEMILLA DE CHILE COMO RESPUESTA A
LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICO -
HORMONALES**

Por:

J. JESÚS REYNAGA GÓMEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**GERMINACIÓN EN SEMILLA DE CHILE COMO RESPUESTA A LA
APLICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICO - HORMONALES**

Por:

J. JESÚS REYNAGA GÓMEZ

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el comité asesor, conformado:

PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. René A. De la Cruz Rodríguez

SINODAL

SINODAL

Dr. Mario E. Vázquez Badillo

Ing. Ángel R. Rivera Muñiz

SINODAL

Ing. Nelson Alonso Ruiz

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

MC. Arnoldo Oyervides García

Buнавista, Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2006

INDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	IV
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Concepto de Semilla	4
Clasificación de las semillas	4
Semillas frescas	4
Semillas duras	5
Semillas latentes	5
Semillas muertas	6
Semilla de calidad	6
Germinación	6
Proceso de Germinación	7
Imbibición	8
Activación enzimática	8
Iniciación de crecimiento del embrión	9
Factores que afectan a la germinación	9
<u>Factores internos</u>	9
Madurez de las semillas	9
Viabilidad de las semillas	11
<u>Factores externos</u>	11
Humedad	11
Temperatura	12
Gases	12
Tipos de Germinación	13
Germinación epigea	13
Germinación hipógea	14
Clasificación de plántulas	14
Plántulas Normales	14
Plántulas Anormales	16
Crecimiento de la plántula	17
Latencia	19
Causas de la Latencia	19
Embrión inmaduro o rudimentario	20
Impermeabilidad al agua	20
Impermeabilidad al oxígeno	20
Restricciones mecánicas	20
Embrión formante	21
Combinación de causas	21
Tipos de latencia	21
Impuesta	21
Innata o verdadera	21

Relativa	21
Métodos para romper la latencia	22
Escarificación mecánica	22
Escarificación ácida	22
Lavado en agua corriente	22
Secado previo	22
Preenfriamiento	22
Estratificación	22
Imbibición en nitrato de potasio	22
Exposición a la luz	22
Vigor	23
Factores que afectan el vigor	24
Genotipo	24
Madurez de la semilla	24
Condiciones ambientales	24
Tamaño de la semilla	24
Daño mecánico	24
Envejecimiento	24
Ataque de microorganismos	24
Factores que influyen en el vigor de la semilla	24
Deterioro	25
Síntomas del deterioro	26
Agricultura orgánica	26
Beneficios de la agricultura orgánica	27
Materia orgánica	28
La composta	29
Proceso de composteo	30
Lombricomposta	31
Humus	32
Biodigestados líquidos	32
Las Sustancias Húmicas	33
Ácidos húmicos	33
Las sustancias húmicas en el crecimiento vegetal	35
Ácidos Fulvicos	35
Trabajos Realizados en la Germinación de Semillas	37
MATERIALES Y MÉTODOS	39
Ubicación del sitio experimental	39
Material Genético	39
Descripción de los Tratamientos	39
Biodigestado líquido de lombricomposta	40
Lombricomposta en polvo	40
Biodigestado líquido de composta	40
Biodigestado líquido mixto	40
Sedimento de Composta	41
Sedimento de Lombricomposta	41
Sedimento Mixto	41
Biozyme TS (Testigo Relativo 1)	41
Biozyme PP (Testigo Relativo 2)	42
Agua (Testigo absoluto)	42
Extracto de sábila (adherente)	42

Trabajo en laboratorio	45
Siembra	45
Preparación de la semilla con los tratamientos	45
Variables Evaluadas	46
Germinación estándar	46
Longitud media de plúmula y radícula	46
Peso fresco de plántula	46
Peso seco de plántula	47
Diseño experimental	47
RESULTADOS	50
Germinación Estándar (GS)	50
Longitud Media de Plumula (LMP)	51
Longitud Media de Radícula (LMR)	52
Peso fresco de Plántula (PFP)	53
Peso Seco de Plántula (PSP)	54
DISCUSIÓN	55
CONCLUSIÓN	58
RECOMENDACIONES	59
LITERATURA CITADA	60
CITAS DE INTERNET	63
APÈNDICE	

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
Cuadro 3.1 Actividad biológica – hormonal de los productos orgánicos evaluados en el laboratorio de investigación biológica de GBM (2005).....	43
Cuadro 3.2 Características minerales de los productos orgánicos – hormonales utilizados en el presente trabajo de investigación (GBM 2005).....	43
Cuadro 3.3 Descripción de tratamientos utilizados en la semilla de chile en el presente trabajo.....	44
Cuadro 4.1 Cuadros medios del análisis de varianza para las variables evaluadas con productos orgánicos – hormonales.....	48
Cuadro 4.2 Comparación de medias (Tukey) de las diferentes Variables evaluadas, en la semilla de chile tratadas con productos orgánicos – hormonales.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
Figura 2.1. Molécula del ácido húmico.....	34
Figura 2.2. Molécula del ácido fúlvico.....	36
Figura 4.1 Germinación Estándar de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánico – hormonales.....	50
Figura 4.2 Longitud Media de Plúmula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánico – hormonales.....	51
Figura 4.3 Longitud Media de Radícula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánico – hormonales.....	52
Figura 4.4 Peso Fresco de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánico – hormonales.....	53
Figura 4.5 Peso seco de plántulas de <i>capsicum annum</i> tratada con productos orgánico – hormonales.....	54

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo principalmente a **Dios Nuestro Señor**, por darme la oportunidad de tener vida y salud para culminar mis estudios, por brindarme la dicha de gozar de unos ejemplares padres, hermanas, amigos y una excelente familia, además por las bendiciones que he recibido durante toda mi vida, por eso y mucho más, mil gracias padre santo.

A Mis Padres: Sra. Rebeca Gómez Barragán

Y

Sr. Vicente Reynaga Beleche

Por todo el amor, apoyo y esfuerzo que siempre me han brindado para realizarme como persona y poder lograr mis metas, por ser las personas que admiro y respeto los cuales me dieron la vida y la oportunidad de cumplir una de mis anheladas metas y así formar un hombre de bien. Estoy muy agradecido con ustedes, Dios me los bendiga y conserve por mucho tiempo los quiero mucho.

A ti padre. Por inculcarme la vida del campo, naciendo así en mí, la vocación hacia la agronomía, por ser una persona a quien admiro y respeto, por tu amor y apoyo, por tu gran esfuerzo por sacar adelante a la familia. Gracias Padre y que Dios te bendiga.

A ti madre. Quien has sido un ejemplo de superación para tus hijos, por su gran apoyo moral, por su amor y ternura, por su gran esfuerzo para realizar mi formación profesional y la superación como ser humano, por inculcarme el respeto, humildad y sencillez hacia las personas. Gracias, te amo y que Dios te bendiga.

A Mis Hermanas: Sra. Ana Rosa Reynaga Gómez

Y

Srita. Rebeca Reynaga Gómez

A ellas con todo mi cariño y amor a quienes quiero y respeto mucho, por sus valores, enseñanzas y por la fortaleza que como familia nos une en los momentos de alegría y tristeza, las quiero mucho y que reciban las bendiciones de Dios nuestro señor.

A Mi Abuelitos:

Sra. Ana María Barragán Arreola y Rafael Gómez Vidrio.

Y

Sra. Ramona Beleche Ibarra y Reyes Reynaga (†)

Gracias por todos sus consejos y sus plegarias, por su ejemplo de sencillez y humildad, por ser parte de mi formación haciendo de mi una persona de bien que Dios los bendiga hoy y siempre.

A Toda Mi Familia: Por su gran apoyo y por su cariño inmenso durante toda mi vida, e inculcarme las cosas buenas de éste mundo, mil gracias, y que Dios los bendiga.

A Sra. Trinidad Frías. Y Sr. Isidro Lorenzana. Por su gran apoyo y su amistad además de brindarme cariño, consejos y su gran animación para seguir siempre luchando y culminar mis estudios profesionales, gracias por todo y que Dios los bendiga.

A mis amigos: Gera, Neto, Eligio, Rubén Frías, Horacio, Jaime, Juan, Diana, Mariela, Joaquín Meza, Oscar Madrigal, Ramiro, Horacio Vargas, Jacinto y Luis Alberto. Gracias por lo momentos que compartimos y sobre todo por la amistad que hemos logrado y como alguien dijo que la amistad es como una llave de cristal, abre las puertas de la compañía y cierra las de la soledad. Pero si esta llave se rompe, nadie podrá arreglarla ojalá y esta amistad perdure y que dios los bendiga.

Este trabajo esta dedicado fundamentalmente a todos ustedes, dignos de ejemplo, honradez, calidad humana y sencillez, que Dios bendiga a todos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (Nuestra “Alma Terra Mater”), por darme la oportunidad de alcanzar los conocimientos necesarios para mi formación profesional y poder llegar a cumplir uno de los más grandes deseos en mi vida.

A Todos Mis Compañeros y Amigos de la Especialidad de Producción por su gran amistad y aprecio durante los años de estancia en la Universidad. En especial a: Francisco Olivares, Carlos Amado, Sergio Arturo, Ernesto Pantoja, Juan Luís Cabello, Guillermo Pacheco, Raúl Barbosa, Feliciano, Daniela, Roxana, Carlos Ribera, Gerardo Choca, Cuellar y Layner por su gran amistad y apoyo, les deseo lo mejor de esta vida y espero que nunca se pierda la amistad.

Con profunda admiración y respeto al **Ing. Ángel R. Rivera Muñiz**, por su desinteresada colaboración y correcciones del trabajo, además por su ayuda incondicional para la estructuración de este trabajo, por sus buenas orientaciones y sobre todo por su amistad.

Agradezco de manera muy especial al **Ing. Nelson Alonso Ruiz**, por su valiosa amistad y apoyo brindado en la realización y recomendaciones de la estructuración de este trabajo.

Al Ing. René De la Cruz Rodríguez, por su gran esfuerzo y dedicación, durante la realización del presente trabajo, por sus conocimientos brindados, por su gran amistad como persona y maestro. Muchas gracias.

Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo, por la valiosa colaboración en la revisión de este trabajo. Muchas Gracias.

Sra. Estela Herrera y familia, por la confianza, amistad y apoyo que e recibido por parte de su en mi estancia y sobre todo por permitirme entrar en su casa como otro miembro de su familia.

A todos mis maestros de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me impartieron clases y sus conocimientos que sirvieron para lograr mi formación profesional. Muchas Gracias.

A la **Ing. Martina De la Cruz Casillas**, por su valiosa participación en la realización de este trabajo de investigación. Muchas Gracias.

INTRODUCCIÓN

Las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados hace aún más necesario la producción agrícola en forma eficiente y competitiva para poder elevar la productividad de los cultivos en forma sostenible y así afrontar los cambios tomando en cuenta la protección del medio ambiente, que éste debe y deberá ser una de las prioridades que se fomenten hasta constituirse como parte de una cultura de la especie humana.

La importancia de la semilla hortícola en los últimos años ha sido un hecho indiscutible, tomando en cuenta que una sana cosecha comienza con una semilla de calidad. La calidad de la semilla es un factor de suma importancia para una mejor rentabilidad de los cultivos.

El cultivo del chile es uno de los cultivos hortícolas más importantes de nuestro país y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado de diversas formas, de acuerdo a estadísticas nuestro país ocupa el primer lugar mundial en cuanto a diversidad del éste cultivo, seguido por China, Turquía, Indonesia, España, Nigeria y USA (USDA, 2003). En cuanto a la producción nacional, el 57%, se encuentra en los estados de Sinaloa, Querétaro, Estado de México, Guanajuato, Jalisco y Morelos.

En México, en los últimos años gracias al auge de la agricultura sostenible, el uso de sustancias húmicas, fúlvicas y bioestimulantes orgánicos han producido múltiples beneficios, ya que éstas sustancias intervienen directa e indirectamente en el desarrollo vegetal.

Uno de los principales problemas de la calidad de la semilla es el deterioro de la misma, ocasionado principalmente por el manejo inadecuado en precosecha, durante la cosecha y almacenamiento, afectando así el porcentaje de germinación y por ende genera una reducción de producción por unidad de superficie.

Debido al problema antes mencionado se tiene la necesidad de encontrar una solución mediante técnicas en base al uso de productos orgánicos, aprovechando los beneficios de estos, los cuales se pueden obtener de manera sencilla y económica.

Por ello, se realizó el presente trabajo de investigación con el propósito de buscar un nuevo producto orgánico-hormonal en base de la lombricultura para el tratamiento de semillas, formulado a base de sustancias orgánicas como lo es la composta, lombricomposta y sus derivados, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

- Obtener un producto orgánico-hormonal a base de lombricomposta y sus derivados que estimule la germinación en la semilla de chile siendo competitivo con los comerciales.

Objetivos específicos

- Determinar el ó los mejores productos que muestren mayor respuesta en las dosis y parámetros evaluados.
- Conocer el efecto de los productos orgánicos sobre la germinación de semilla de chile con bajo poder germinativo y el desarrollo inicial de la plántula.
- Evaluar el efecto de productos orgánicos en comparación con los productos comerciales, sobre la germinación de la semilla.

HIPÓTESIS

- Los productos orgánicos pueden proporcionar un efecto positivo, igual o mejor que el que producen los productos comerciales, en la germinación de semilla de chile.
- Al menos uno de los productos orgánico-hormonales se comportará mejor o igual que los productos comerciales.

REVISION DE LITERATURA

Concepto de Semilla

Moreno (1996), menciona que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Por su parte, Camacho (1994), define a la semilla en un sentido botánico estricto como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal.

Serrato (1994), dice que una semilla verdadera es un óvulo fecundado que posee una planta embrionaria. Es un cigoto formado por la unión de los gametos masculino y femenino.

Clasificación de las semillas

Semillas frescas

La Internacional Seed Testing Association (ISTA 1996), menciona que las semillas frescas son aquellas que han absorbido agua pero que están aletargadas y no han pasado de esta fase inicial de la germinación.

Semillas duras

En este rubro, la ISTA (1996), menciona que son aquellas semillas que no han absorbido agua como consecuencia de la impermeabilidad de sus cubiertas.

A su vez, Moreno (1996), menciona que son aquellas que permanecen duras hasta el final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen una cubierta impermeable. Por ejemplo, en las familias *Leguminosae* y *Malvaceae* se debe registrar el porcentaje de semillas duras, que a su vez es una manifestación de latencia endógena y/o erógena. En este sentido, las:

Semillas latentes

Se les denomina así a las semillas viables (diferentes de las semillas duras) pero que no germinan, aun cuando estén bajo las condiciones de germinación ideales que se especifican para dicha especie.

La viabilidad de estas semillas se puede determinar con la prueba topográfica de sales de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancias promotoras de la germinación.

Semillas muertas

Son aquellas semillas que no germinan y que no se les clasifique como latentes o duras, las cuales se les deberán ser consideradas como semillas muertas.

Semilla de calidad

Moreno (1996), Menciona que la pureza física, pureza varietal, poder germinativo, el vigor, la sanidad y el contenido de humedad, definen la calidad de las semillas. La FAO (1985), reporta que las propiedades que determinan la calidad de la semilla son las propiedades internas (Pureza varietal “potencial genético”, carencia de enfermedades, alta germinación y vigor) y externas de la semillas (Pureza analítica, clasificación por tamaño, peso de 1000 granos o semillas, peso volumétrico y contenido de humedad).

Germinación

Moreno (1996), la define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables de humedad, temperatura, luz y oxígeno. En este mismo sentido, Serrato (1994), define a la germinación como el crecimiento y continuación del desarrollo del embrión, hasta el momento de romper sus envolturas (pericarpio o testa) para que la radícula y el talluelo o gémula broten y salgan.

De igual manera Camacho (1994), menciona que la germinación es el proceso mediante el cuál un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que la convertirán en una planta adulta. Por otra parte, la International Seed Testing Association (1996), define la germinación de semilla como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables del suelo y clima. Por su parte Hartmann y Kester (1999), dicen que para que la germinación dé inicio se deben cumplir tres condiciones:

- 1) La semilla debe ser viable; esto quiere decir que el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar.
- 2) Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables; deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas para que ocurra la germinación.
- 3) La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, como la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces luz con adecuada intensidad.

Proceso de Germinación

Hartmann y Kester (1999), dividen el proceso de germinación en tres etapas, las cuales son:

1. **Imbibición.** La absorción inicial implica la imbibición de agua por los coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de la misma e hidrata al protoplasma.

La absorción del agua depende de:

- Composición de la semilla. El componente responsable de la imbibición de agua son las proteínas.
 - Permeabilidad de la cubierta de la semilla. El área micropilar es el área por donde entra la humedad de la semilla, aunque también puede hacerse por la cubierta.
 - Disponibilidad de humedad del suelo.
 - Grado de contacto de la semilla con el suelo.
 - Temperatura del suelo.
2. **Activación enzimática.** Al iniciarse la imbibición, ciertas enzimas empiezan a romper el alimento almacenado (enzimas hidrolíticas como fosfatasa, ribonucléasa degradan carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.) a formas solubles y las translocan a los puntos de crecimiento del embrión.

3. Iniciación del crecimiento del embrión. La primera evidencia del proceso de germinación es la protusión de la radícula a través de la cubierta de la semilla, posteriormente emerge la plumula. Cada uno continúa su desarrollo y crecimiento (tamaño y peso): la radícula para dar suficiente anclaje a la plántula y habilidad de toma de nutrientes y agua la plumula al emerger sobre la superficie del suelo inicia el proceso de fotosíntesis, dejando de depender de sus reservas e inicia el proceso de fotosíntesis, dejando de depender de sus reservas e inicia a consumir agua y nutrientes y a elaborar su propio alimento, con ello empieza a crecer y a establecerse en el suelo una nueva planta.

Factores que afectan a la germinación

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos (<http://www.euita.upv>):

Factores internos (intrínsecos): propios de la semilla: madurez y viabilidad de las semillas.

Madurez de las semillas

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el

embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. También, se le relaciona con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla.

La madurez se suele alcanzar sobre la misma planta, sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes de que se alcance, como ocurre en las semillas de *Ginkgo biloba* o de muchas orquídeas, que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados (<http://www.euita.upv>).

Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas.

Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras.

En general, las semillas necesitan reajustes en el equilibrio hormonal y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas. La madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, en la mayoría de las especies cultivadas; o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas.

Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

Salisbury (1992), reporta que la viabilidad de la semilla se pierde a menudo con más rapidez si las semillas se almacenan en aire húmedo y en temperaturas de 35 °C o más cálidas. Parte de la pérdida, quizá se deba a organismos patógenos internos.

Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

Humedad

La absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo, es necesaria la rehidratación de sus tejidos.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia del potencial hídrico entre la semilla y el medio que la rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión.

Temperatura

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación.

La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables. La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cuál la germinación no se produce, y la máxima, aquella por encima de la cuál se anula el proceso. La temperatura óptima, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

Gases

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂. 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 O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20%. Los casos mejor conocidos son: *Typha latifolia* (espadaña) y *Cynodon dactylon* (grama), que germinan mejor en presencia de un 8% de O₂. Para que la germinación tenga éxito, el O₂ disuelto en el agua de imbibición debe llegar hasta el embrión.

Además, hay que tener en cuenta, que la cantidad de O₂ que llega al embrión disminuye a medida que aumenta la disponibilidad de agua en la semilla. A todo lo anterior hay que añadir que la temperatura modifica la solubilidad del O₂ en el agua que absorbe la semilla, siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

Tipos de Germinación

Hay básicamente dos tipos de germinación (que a veces presentan algunas variantes), la germinación epígea y la hipógea.

Germinación epígea

El hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo, los cotiledones tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula, la testa se desprende lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias.

Germinación hipógea

El hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste. En este caso, las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes, La testa de la semilla puede permanecer cubriendo los cotiledones (<http://oMega.ilce.edu>).

Clasificación de plántulas

Moreno (1996), clasifica a las plántulas en normales y anormales:

Plántulas normales

Las plántulas normales son aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir plantas normales en condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación haya sido realizada en sustrato artificial, se consideran plántulas normales a aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales:

1. Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que generalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.
2. Hipocótilo bien desarrollado e intacto y/o un epicotilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.

3. Plúmula intacta en las gramíneas, que debe presentar una plúmula verde bien desarrollada dentro o emergiendo.
4. Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.
5. Aquellas que presenten los siguientes defectos ligeros, siempre y cuando el resto de sus estructuras revele un desarrollo vigoroso y balanceado.
 - a) Plántulas de todas las especies de malváceas y todas las leguminosas de semilla grande que presenten una raíz primaria dañada, con raíces adventicias y laterales lo suficientemente largas y vigorosas como para sostener la plántula en el suelo.
 - b) Plantas con daño superficial o deterioro en el hipocótilo, epicótilo o cotiledones, siempre y cuando el daño no afecte a los tejidos conductores.
 - c) Plántulas dicotiledóneas que presenten solamente un cotiledón y sano.
6. Aquellas que estén invadidas por hongos o bacterias, siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la misma semilla, y que estén presentes las estructuras esenciales.

Plántulas anormales

1. Las que no se pueden clasificar como normales 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.

2. Las que presenten los siguientes defectos al germinar en un sustrato artificial:
 - a) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con fisuras o lesiones que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura es esencial.

 - 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 sin hojas verdes; plantas acuosas o bien plántulas que no presenten desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

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

Crecimiento de la plántula

Hartmann y Kester (1999), indican que el desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento. Finalmente, los tejidos de almacenamiento de la semilla dejan de intervenir en las actividades metabólicas, excepto en aquellas plantas en que los cotiledones salen a la superficie del suelo y se vuelven activos en la fotosíntesis.

En el punto de crecimiento de la raíz, la radícula, emerge de la base del eje embrionario. El punto de crecimiento del tallo, la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario arriba de los cotiledones. El tallo de la plúmula se divide en la sección que está debajo de los cotiledones (hipocótilo) y la sección que está arriba de los cotiledones (epicótilo).

Las etapas más críticas en el proceso de la germinación son las dos etapas iniciales. La diferencia entre el éxito y el fracaso de la germinación depende de que en esta se puedan mantener y desarrollar bajo condiciones óptimas de humedad, oxígeno, temperatura y luminosidad. Jann y Amen (1977), listan los sucesos más comunes en que se realiza la germinación de semillas, los cuales son:

- Imbibición de la semilla
- Diseminación de los aminoácidos del eje embrionario.
- Utilización en la glicólisis de los monómeros obtenidos a partir de los aminoácidos.
- Reducción de los nucleótidos de la piridina mediante las pentosas fosfatadas y la glicólisis.
- Oxidación de los nucleótidos de la piridina mediante el sistema nitrato reductasa con formación de ATP.
- Asimilación de los monómeros para la elongación celular (Éste paso es inducido por las auxinas).
- Hidrólisis de los polímeros de los tejidos nutritivos (Éste paso es inducido por las giberelinas).
- Translocación de los monómeros de los tejidos nutritivos al eje embrionario.
- Aumento de la actividad del ciclo de Krebs.
- Incremento de la transcripción del ADN en el embrión.
- Síntesis de nuevas proteínas en el embrión.
- Réplica del ADN y división celular en el embrión, lo que es inducido por las citocininas.
- Incremento de la respiración y síntesis de nuevas proteínas en el embrión, para que por último se inicie un crecimiento visible con la emisión de la radícula.

Latencia

Flores (2004), define a la latencia, como la capacidad de la semilla para retrasar su germinación hasta que el tiempo y lugar sean propicios y representa un mecanismo de sobrevivencia de la semilla. La latencia es un fenómeno complejo que resulta en un desafío para los investigadores y analistas de semillas. Serrato (1994), menciona que la latencia, es la habilidad de la semilla para retrasar su germinación, hasta que se presenten las condiciones adecuadas, es un mecanismo importante de sobrevivencia, las plantas con una larga historia de domesticación muestran menor latencia que las que se encuentren en medio naturales.

Salisbury (1992), define a la latencia como la condición de una semilla que no puede germinar aún cuando disponga de una amplia humedad externa, esté expuesta a condiciones atmosféricas típicas propias de suelos bien aireados o en la superficie de la tierra, y que la temperatura esté dentro del rango comúnmente asociado con la actividad fisiológica.

Causas de la Latencia

Según el origen de las causas de la latencia en semillas, pueden ser incluidas en alguna de las siguientes categorías:

Embrión inmaduro o rudimentario

En esta categoría, el embrión no está completamente desarrollado cuando la semilla se desprende de la planta. Si estas semillas se colocan a germinar bajo condiciones favorables, la germinación se retrasa hasta que el embrión sufra las modificaciones anatómicas y fisiológicas que le permitan completar su diferenciación y crecimiento (<http://www.virtual.unal>).

Impermeabilidad al agua

Las semillas pueden poseer un tegumento que impide la absorción de agua y la ruptura de la testa, e iniciar la germinación.

Impermeabilidad al oxígeno

Se da cuando las estructuras como el pericarpio o tegumento impiden el intercambio gaseoso. Esta forma de latencia es común en gramíneas.

Restricciones mecánicas

El tegumento o cubierta protectora puede presentar resistencia mecánica capaz de impedir el crecimiento del embrión. Esta dormancia puede ser superada removiendo o perforando la cubierta protectora de la semilla (<http://www.virtual.unal>).

Embrión formante

Se caracteriza porque la causa de la latencia está en el embrión. Estas semillas presentan exigencias especiales en cuanto a luz o temperatura, para superar la latencia causada por inhibidores químicos.

Combinación de causas

La presencia de una causa de latencia no elimina la posibilidad de que otras causas estén presentes.

Tipos de latencia

Según serrato (1994), las clasifica en:

- **Impuesta:** Es cuando el medio ambiente restringe o limita su germinación.
- **Innata o verdadera:** Es cuando la semilla podría germinar o no, bajo condiciones favorables. Cuando la semilla tiene un período establecido de latencia, el embrión no está bien desarrollado y entra en un período para desarrollarse. Esta se rompe dejando a la semilla un período de tiempo para que ésta se rompa.
- **Relativa:** Cuando la semilla necesita ser sujeta a un tipo de estrés o tratamiento químico para poder germinar.

Métodos para romper la latencia

El método a seguir depende del tipo de latencia; las técnicas más empleadas son:

- **Escarificación mecánica:** Consiste en pasar las semillas por superficies abrasivas, con el fin de causar daño en la testa pero sin tocar el embrión (<http://www.virtual.unal>).
- **Escarificación ácida:** Consiste en sumergir las semillas en H_2SO_4 por un tiempo determinado, luego se lavan con agua corriente y se dejan secar.
- **Lavado en agua corriente:** Algunas sustancias inhibitoras son solubles en agua y pueden ser removidas por el simple lavado de las semillas.
- **Secado previo:** Las semillas recién cosechadas pueden perder la latencia si se secan por algunas semanas en una cámara a $40^{\circ}C$.
- **Preenfriamiento:** Algunas semillas pierden la latencia sometiéndolas a bajas temperaturas.
- **Estratificación:** Este tratamiento se emplea con el fin de inducir procesos fisiológicos en el embrión, necesarios para la germinación.
- **Imbibición en nitrato de potasio:** Algunas semillas superan la latencia con este tratamiento.
- **Exposición a la luz:** Las semillas requieren de un determinado tratamiento de luz para poder germinar (<http://www.virtual.unal>).

Vigor

Moreno (1996), menciona que en 1977, el comité de Pruebas de Vigor de la ISTA definió vigor como 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.

Serrato (1994), dice que es el potencial para una rápida y uniforme germinación y rápido crecimiento de plántulas bajo condiciones de campo. Por su parte, Moreno (1996), menciona que las causas de la variabilidad del vigor de la semilla son las siguientes:

- Genotipo.
- Medio ambiente y nutrición de la planta.
- Estado de madurez en el momento de la cosecha.
- Tamaño, peso y peso volumétrico.
- Daño físico.
- Deterioro y envejecimiento.
- Patógenos presentes en las semillas.

Factores que afectan el vigor

- **Genotipo.** La constitución genética determina el vigor de las plántulas.
- **Madurez de la semilla.** Según madura la semilla su potencial para germinación y vigor aumenta. Las semillas maduras dan su máxima expresión de vigor en contraste con semilla inmadura.
- **Condiciones ambientales.** Temperatura y disponibilidad de humedad. Temperatura del aire y disponibilidad de humedad en el suelo durante el desarrollo, afectan el tamaño de la semilla, rendimiento posterior, germinación y vigor.
- **Tamaño de la semilla.**
- **Daño mecánico.** Semillas dañadas mecánicamente pueden parecer normales, pero presentan menor vigor que las semillas sin dañar. Puede ser en la trilla, limpieza, tratado, envasado, transporte, siembra.
- **Envejecimiento.** Al envejecer la semilla, involucra una disminución en su vigor
- **Ataque de microorganismos.**

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 genéticos desde una fertilización, para la acumulación de nutrientes, semilla seca, dormancia.

Cada uno de estos escenarios representa un cambio en la morfología y fisiología genética, donde estas pueden alterar el rendimiento potencial de la semilla. El pico en que la semilla alcanza su máximo peso seco es llamado madurez fisiológica. En este vértice, está el mayor potencial para tener una máxima germinación y vigor.

Deterioro

De manera práctica, el deterioro de semillas puede ser visto como un complejo de cambios que ocurren con el pasar del tiempo, causando perjuicios a sistemas y funciones vitales, resultando en la disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla.

Flores (2004), define al deterioro de semillas como la incapacidad morfológica y/o fisiológica para la germinación y desarrollo normal de la plántula. El deterioro engloba todos los cambios progresivos negativos de la semilla hasta que ésta muere. Además cita las características que distinguen al fenómeno de deterioro, las cuales son:

- 1) Es inexorable.
- 2) Es irreversible.
- 3) Es mínimo el tiempo en que la semilla alcanza su madurez fisiológica.
- 4) Varía entre especie.
- 5) Lotes de la misma especie.
- 6) Semillas de un mismo lote.

Anderson y Baker (1982), indican que los procesos de deterioro pueden ocurrir en el campo después de que la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica particularmente si la cosecha se realizó en temporada lluviosa y en el almacén cuando las condiciones de humedad y temperatura son elevadas.

Síntomas del deterioro

Los Síntomas fisiológicos del deterioro según Copeland y McDonald (1985), son la baja actividad enzimática, la reducción en la respiración y los cambios de color asociados con el envejecimiento.

Eventualmente el deterioro de la semilla se observa en su bajo funcionamiento durante la germinación. Las plántulas que no germinan inmediatamente están entre los primeros síntomas, seguido por un lento crecimiento de la planta y un decremento en la germinación.

Agricultura orgánica

FAO/WHO (2001), menciona que se refiere al proceso de los sistemas de producción que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento. La producción orgánica no sólo se ocupa del producto, sino también de todo el sistema que se usa para producir y entregar el producto al consumidor final.

Beneficios de la agricultura orgánica

IFOAM (2002), hace mención de los beneficios de la agricultura orgánica son:

- Eleva la productividad de los sistemas agrícolas de bajos insumos.
- Proporciona oportunidades comerciales.
- Brinda la ocasión de descubrir, combinando los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna, tecnologías innovadoras de nuevas producciones.

El sistema de producción orgánica, procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por lo tanto es el resultado de la interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente.

Por su parte, Brown y Reyes (2003), definen que la orgánica es en definitiva un concepto diferente del actual. No es una nueva técnica agrícola ni es algo retrógrado; por el contrario, es creativa, científica y avanzada y permite la solución de graves problemas ambientales, sanitarios y sociales, producidos por el desequilibrio de los monocultivos convencionales. Al no usar agroquímicos, ahorra dinero al productor, que utiliza para la fertilización los subproductos de la finca, con lo que evita además que contaminen. Mejora la salud de productores y consumidores al evitar biocidas y otros productos tóxicos, y mejora la calidad alimentaria.

Materia orgánica

Schnitzer (2000), señala que el término materia orgánica del suelo (MOS), se refiere al conjunto de sustancias orgánicas que contienen carbón. Química y físicamente, consiste en una mezcla de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente de productos desmenuzados y de cuerpos vivos y muertos de microorganismos y pequeños animales que permanecen descompuestos. Por convención, es dividida en dos grupos: sustancias no húmicas y húmicas.

Yano *et al.*, (1998) mencionan que las sustancias no húmicas son los carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y ácidos orgánicos de bajo peso molecular éstos son relativamente fácil de descomponer por los microorganismos, por lo que tienen poca duración en el suelo, mientras que la celulosa, hemicelulosa y lignina por su estructura molecular son difíciles de alterar.

Fründ *et al.*, (1994) reportan que la transformación de las sustancias no húmicas en húmicas se efectúan en dos procesos: La mineralización y la humificación.

1. es la formación de compuestos, en general solubles (nitratos y fosfatos) o gaseosos (CO₂), por la acción de microorganismos.

2. consiste en la síntesis y/o unión química y/o biológica de compuestos de la degradación de residuos de plantas y animales, por la actividad enzimática de los microorganismos.

Schnitzer (2000), menciona que la humificación origina las sustancias húmicas (SH), las cuales son una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y mas estable que su forma original, provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos.

La composta

La composta proviene de la palabra latín "*compositus*" (compuesto) es el producto de la degradación de desperdicios orgánicos. Con esto se intensifica y acelera el logro de humus natural, que es materia orgánica de fácil descomposición por integración en los sedimentos de las capas superficiales de tierra para enriquecer suelos para el crecimiento vegetal mejorado (<http://www.parque-ecologico-irapuato>).

Según Haug (1997), la composta es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener "compost" abono excelente para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión, mejora la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Jeavons (1994), define la composta como una biomasa completamente digerida y/o una materia orgánica que posee la estructura del humus. Por su parte, Deffis (1991), define a la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos, al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante por su aportación de micro elementos al suelo, y su valor es muy apreciado.

Proceso de composteo

Gliessman (2000), menciona que el proceso de la composta se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, esos seres microscópicos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora, necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

El proceso de composteo empieza con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias. Los microorganismos se desarrollan y comienzan el proceso de descomposición en el momento en que se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad microbiana producirá un aumento de temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica esta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir la descomposición.

Lombricomposta

Sanzo y Ruben (1999), mencionan que la vermicomposta es un biofertilizante producto de la digestión de la lombriz, por su composición en términos de contenido de materia orgánica y de población microbiana constituye un “fertilizante biológico” que mejora la estructura de los suelos.

Bellapart (1988), menciona que es el mejor abono orgánico existente, Completo, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la floricultura, fruticultura, horticultura y agricultura en general. Al haber pasado por el intestino de la lombriz la composta es perfecta para la nutrición inmediata de las plantas. Las deyecciones de lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez.

Gliessman (2000), menciona que las excretas de lombriz son altas en contenido de fósforo, nitrógeno y otros nutrimentos, también contienen polisacáridos que aglutinan las partículas del suelo y ayudan el desarrollo de la materia orgánica en el suelo.

Funciones que desempeña la lombricomposta en las plantas, son:

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas.
- Transmite directamente del terreno a la planta fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las

bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta (<http://dieumsnh.qfb.umich>).

Humus

Gines y Arciniega (2004), dicen que el humus es un conjunto heterogéneo de compuestos orgánicos, complejos, originados a partir de la descomposición de tejidos vegetales y animales donde éste se separa en dos grupos de sustancias: sustancias no húmicas y sustancias húmicas. Las sustancias no húmicas son los carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y ácidos orgánicos de bajo peso molecular estos son consideradas como precursores de las sustancias húmicas.

Es aquella parte de la Materia Orgánica que contribuye a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y consecuentemente al aumento de su fertilidad (<http://www.jisa.es /cast/prod014.html>).

Biodigestados líquidos

Alonso (2004), menciona que es uno de los pocos fertilizantes ecológicos con una gran flora bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cúbico) capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Aunque no sustituye totalmente a los nutrientes inorgánicos su aplicación rebaja hasta en un 40 % la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Además menciona que los biodigestados líquidos son ricos en nitrógeno,

hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Las Sustancias Húmicas

Franco y Bacom (1997), mencionan que la mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo mediante métodos bien establecidos, o por extensión de materiales orgánicos más o menos humificados puede denominarse: “sustancias húmicas solubles”. Estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humus y están formados por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y algunos otros componentes no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos.

Ácidos húmicos

Franco y Bañom (1997), mencionan que la mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo mediante métodos bien establecidos, o por extensión de materiales orgánicos más o menos humificados puede denominarse: “sustancias húmicas solubles”. Estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humus y están formados por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y algunos otros componentes no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos.

Schnitzer y poapst (1967), encontraron que los compuestos húmicos son sustancias ácidas que se presentan en la materia orgánica del suelo en concentraciones que van de casi cero hasta cerca del 100 %.

Stevenson (1981), menciona que en estado natural todas estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, etc.) y el papel de los distintos componentes del humus es difícil de determinar. De hecho, las diferentes fracciones húmicas representan un sistema de polímeros que varían en cuanto a su composición elemental, acidez, grado de polimerización y peso molecular. Dentro de los ácidos fúlvicos se pueden distinguir el ácido crénico (amarillo claro) y el ácido apocrénico (amarillo-pardo). Las huminas son de color negro. La distribución de estos distintos tipos de sustancias húmicas en los suelos naturales y en la materia orgánica descompuesta es variable y es característica del tipo de suelo o sustrato (<http://www.terralia.com>).

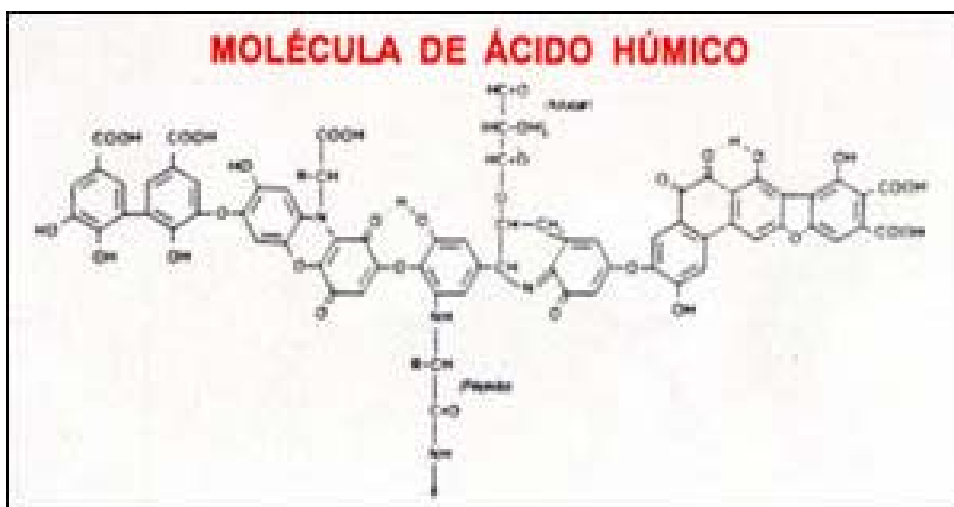


Figura 2.1. Molécula del ácido húmico (<http://www.jisa.es/cast/prod014.htm>).

Las sustancias húmicas en el crecimiento vegetal

Salisbury y Ross (1994), menciona que para los fisiólogos vegetales el criterio fundamental del crecimiento es el aumento en tamaño del vegetal completo, aunque en ocasiones es difícil de medir sobre todo por la distribución de la raíz.

Vaughan y Malcolm (1985), mencionan que al incremento en longitud y peso fresco y seco, las sustancias húmicas pueden ejercer un efecto favorable en el desarrollo de raíces adventicias, en soluciones nutritivas.

Schnitzer (1991), encontró que en raíces de tomate, producidas en solución nutritiva, los ácidos húmicos fueron mas efectivos que los ácidos fúlvicos en el aumento del crecimiento sin embargo, podría parecer que estas dos fracciones húmicas influyen diferentes aspectos del crecimiento y solo los ácidos húmicos aumentan la elongación celular, mientras que los ácidos fúlvicos producen efectos opuestos.

Ácidos Fúlvicos

GBM (1997), menciona que constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos.

Los ácidos fúlvicos son más eficientes como potencializadores de aplicaciones foliares que los ácidos húmicos, además que el pH no afecta la solubilidad de los ácidos fúlvicos en la solución de aspersión, en cambio los ácidos húmicos tienden a precipitarse en soluciones ácidas.

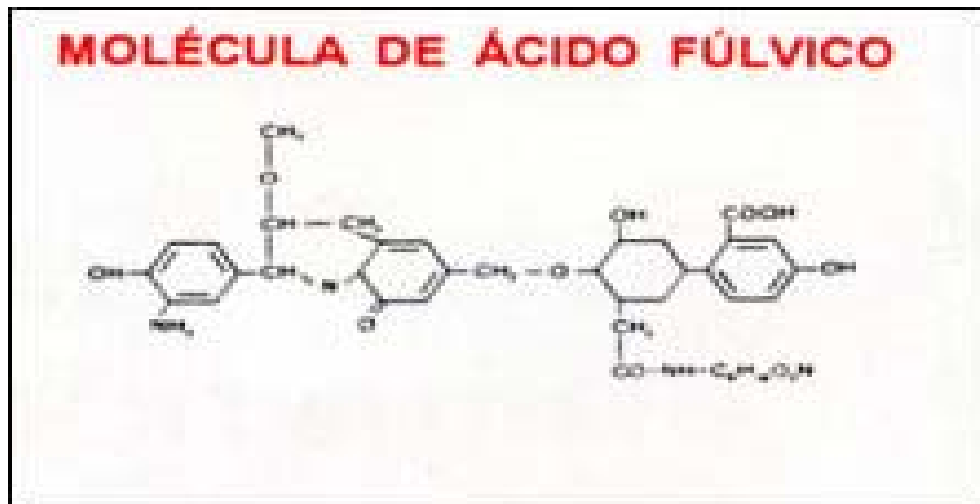


Figura 2.2. Molécula del ácido fúlvico (<http://www.jisa.es/cast/prod014.htm>).

- Sparks (2000), enlista las funciones y usos de los ácidos fúlvicos y húmicos.
- Son sustancias que ejercen efectos físicos, químicos y biológicos en la calidad de los suelos al servir como acondicionadores, además son fuentes de nutrientes y substratos por microorganismos.
- Contribuyen al mantenimiento de una estructura adecuada y estable del suelo al actuar como agentes de unión en la formación de agregados de suelo, asegurando así la aireación satisfactoria, previendo protección contra la erosión y realzando las propiedades

mecánicas del suelo, además jugando un papel importante en la retención del agua.

- Actúa como fuentes y almacenes de N, P, S y de micronutrientes esenciales para las raíces de la planta y microorganismos.
- También pueden ejercer efectos fisiológicos directo en las plantas.
- Estimulan la germinación.
- Activación de la flora microbiana.

Trabajos Realizados sobre Germinación de Semillas.

Rauthan y Schnitzer (1981), presentan los efectos de los ácidos fúlvicos en el crecimiento de pepinos, en este caso, a concentraciones de 100 mg L^{-1} incrementaron la longitud de raíz en 31 %, el peso del tallo en 81 %, el peso seco de la planta en 130 %, el número de hojas por planta en 40 % y el número de flores por planta en 145 %.

Carballo (2001), al trabajar con reguladores del crecimiento para la estimulación fisiológica de semillas de maíz, trigo, sorgo y arroz, encontró que el Biozyme PP y GBM-044 en dosis altas provocaron los mejores efectos en maíz, trigo y sorgo en el cultivo de arroz los productos Biozyme PP y Biozyme TS en sus dosis medias fueron los más eficientes en germinación.

Pimienta (2004), menciona que la combinación de sustancias húmicas de origen orgánico e inorgánico (fertilizantes químicos comerciables), permiten una mejor nutrición que es reflejada en el crecimiento, desarrollo y mejor calidad de plántula.

Flores (2004), encontró que la lombricomposta y el líquido de composta son los abonos orgánicos con los mejores resultados sobre la velocidad de germinación, emergencia y desarrollo de la plántula de tomate y en algunas variables que confieren calidad de plántula, como peso fresco y peso seco.

Rivera (2004), menciona que al tratar semillas deterioradas de tomate con bajo porcentaje de germinación con extracto de humus de estiércol y extracto de lombricomposta tiene una gran respuesta en la germinación ya que hay un incremento muy notable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25°22" de latitud norte, y 101°00" de longitud oeste con una altura de 1743 msnm, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material genético

El material usado para la presente investigación fue semilla de chile (*Capsicum Nahum, L.*), la cuál tenía un porcentaje de germinación de 32 %, de acuerdo a los resultados obtenidos en una prueba preliminar de germinación.

Descripción de los tratamientos

Se utilizaron siete materiales orgánico-hormonales, con los que se crearon diferentes mezclas para obtener 15 tratamientos a la par se trabajó con tres testigos, de los cuales dos fueron relativos comerciales (Biozyme

TS y Bizyme PP) y un testigo absoluto (agua + adherente) sumando 18 tratamientos con 4 repeticiones cada uno.

Biodigestado líquido de lombricomposta

Es un líquido que se obtiene al separar la parte humificada y mineralizada de la composta, generada a partir de los escurrimiento de los riegos, los cuales se llevó acabo en la cama de lombricomposta, ya que para una buena actividad de la lombriz roja de california (*Eisenia foetida*), esta debe de tener alta humedad, aproximadamente un 80%.

Lombricomposta en polvo

Es el resultado del estiércol procesado por medio de la lombriz (*Eisenia foetida*) y los microorganismos presentes en la cama de siembra, es el abono orgánico rico en compuestos húmicos y elementos minerales. Se extrae directamente de la cama, se seca y es tamizada para su uso.

Biodigestado líquido de composta

Este se origina a partir de la composta, la cual se somete a un proceso de inmersión en agua para separar los compuestos humificados y mineralizados de dicho material orgánico.

Biodigestado líquido mixto

Es la combinación entre el líquido de composta y el de lombricomposta, en una relación de 1:1, los cuales se complementan uno a otro en función de los nutrientes.

Sedimento de composta

Es el precipitado que resulta a partir del biodigestado líquido de composta cuando es llevado a una estufa a 45 °C, posteriormente éste es tamizado para su uso y aplicación en polvo.

Sedimento de lombricomposta

La forma de obtención es igual que el de sedimento de composta sólo que éste se genera del biodigestado líquido de lombricomposta, su utilización es también en polvo.

Sedimento mixto

Este se da a partir de la mezcla de los biodigestados líquidos de composta y lombricomposta en la relación antes mencionada, dicha combinación se lleva a una estufa a 45 °C y su posterior sedimento es tamizado para su presentación en polvo.

Biozyme TS (Testigo relativo 1)

Es un producto comercial del Grupo Bioquímico Mexicano, exclusivo para el tratamiento de semillas, estimulante de la germinación y principio de desarrollo de plántulas, es un regulador de crecimiento vegetal, líquido, que trabaja a partir de extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas, como giberelinas (77.4 ppm), ácido indolacético (33 ppm) y zeatina (128.7 ppm).

Biozyme PP (Testigo relativo 2)

Producto comercial de GBM, estimulante de la germinación para tratamiento de semillas. Es una fuente natural de estimulantes biológicamente activos que promueven una rápida y uniforme germinación de las semillas, un mejor desarrollo del sistema radicular y la protección de algunas condiciones adversas en las primeras fases de desarrollo de plántulas. Tiene hormonas biológicamente activas como son giberelinas (28.5 ppm), ácido indolacético (12.25 ppm) y zeatina (47.8 ppm).

Aqua (Testigo absoluto)

Es la humedad que se requirió únicamente en el papel filtro para darle las condiciones que requería la semilla.

Extracto de sábila (adherente)

Este se obtuvo cortando las pencas de sábila, las cuales fueron peladas y picadas, posteriormente se licuó y filtró para ser diluido en agua alcanzando cierta viscosidad para ser utilizado como adherente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los estudios efectuados en el laboratorio de investigación biológica de GBM (2005).

Cuadro 3.1 Actividad biológica – hormonal de los productos orgánicos evaluados en el laboratorio de investigación biológica de GBM (2005).

MUESTRAS	Actividad biológica equiv. ppm de GA₃/1 ó Kg de producto.	Actividad biológica equiv. ppm de Citocinina/1 ó Kg de producto.	Actividad biológica equiv. ppm de AIA/1 ó Kg de producto.
Bio. Liq. Comp.	0.02	5.50	0.27
Bio. Líq. Mix.	0.01	55.00	0.29
Bio. Líq. Lomb.	0.002	2.30	0.12
Sed Mix.	0.09	77.27	0.24
Sed. Liq.	1.20	9.00	3.33
Sed. Comp.	0.14	34.38	0.27
Lomb. Polvo.	0.04	0.07	2.92

Cuadro 3.2 Características minerales de los productos orgánicos – hormonales utilizados en el presente trabajo de investigación (GBM 2005).

MUESTRA	Mg ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	PH (5%)	Densidad g/ml
Bio. Liq. Comp.	30	ND	32	ND	ND	8.50	0.995
Bio. Líq. Mix.	124	ND	55	ND	ND	8.59	1.038
Bio. Líq. Lomb.	184	ND	78	ND	ND	8.56	1.080
Sed Mix.	1300	43	398	28	64	10.25	----
Sed. Liq.	1200	41	366	26	61	10.14	----
Sed. Comp.	2100	56	686	99	107	9.98	----
Lomb. Polvo.	3500	37	2800	121	133	9.83	----

Cuadro 3.3 Descripción de tratamientos utilizados en la semilla de chile en el presente trabajo.

Tratamiento	Descripción	Dosis / Kg de semilla	Dosis / tratamiento
1	Biodigestado Líquido Mixto (BLM).	2.34ml	0.0048 ml
2	Sedimento Mixto (SM).	1.66gr	0.0034 mg
3	Sedimento de Composta (SC).	3.74gr	0.0077 mg
4	Biodigestado Líquido Mixto + Biodigestado Líquido de Composta (BLM+BLC).	4.25ml	0.0044 ml 0.0044 ml
5	Biodigestado Líquido Mixto + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (BLM+BLL).	4.49ml	0.00465 ml 0.00465 ml
6	Biodigestado Líquido Mixto + Sedimento de Lombricomposta (BLM+SL).	4.02ml	0.00415 ml 0.00415mg
7	Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP).	4.67ml	0.00485 ml 0.00485mg
8	Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Composta (SM + BLC).	3.11gr	0.0032 mg 0.0032 ml
9	Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (SM+BLL).	3.23gr	0.00335mg 0.00335 ml
10	Sedimento Mixto + Sedimento de Lombricomposta (SM + SL).	2.98gr	0.0031 mg 0.0031 mg
11	Sedimento Mixto + Lombricomposta en Polvo (SM + LP).	3.32gr	0.00345mg 0.00345mg
12	Sedimento de Composta + Biodigestado Líquido de Composta (SC+BLC).	6.45gr	0.0067 mg 0.0067 mg
13	Sedimento de Composta + Biodigestado Líquido Lombricomposta(SC+BLL)	7.02gr	0.00225mg 0.00225mg
14	Sedimento de Composta + Sedimento de Lombricomposta (SC+SL).	5.93gr	0.00307mg 0.00307mg
15	Sedimento de Composta + Lombricomposta en Polvo (SC+LP).	7.47gr	0.00775mg 0.00775mg
16	Biozyme TS, Testigo Relativo 1	1ml	0.0021 ml
17	Biozyme PP, "Polvo Plus", Testigo Relativo 2.	2.69gr	0.0056 mg
18	Agua, Testigo Absoluto, (Ag).	--	--

Trabajo en laboratorio

Siembra

La siembra se realizó el día 12 de Septiembre del 2005 en el laboratorio de ensayos de semillas, para lo cual, horas antes se procedió a hacer la preparación de las semillas con los tratamientos.

Preparación de la semilla.

Se contaba con los productos y sus previas combinaciones, así también con el extracto de sábila para ser utilizado como adherente, se procedió a esterilizar el material para la siembra como lo son: las cajas petri, pinzas, papel filtro y agua en la autoclave u P=30 PSI a 170 °F ó 132 °C, por 25 minutos.

Posteriormente se trató la semilla pesando las dosis correspondientes de cada tratamiento, calculándolo para la cantidad de 1 gr de semilla, se asperjó el adherente a la semilla para ser mezclada con sus respectivos productos, una vez quedando bien adherida las mezclas a la semilla se realizó la siembra colocando 100 semillas por repetición en charolas de plástico a las que se les colocó papel filtro. Por último, las charolas fueron colocadas en una cámara de germinación a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 22 días. De acuerdo a esto, el día 5 de Octubre del mismo año se procedió a hacer la evaluación de las siguientes variables.

Variables Evaluadas

Germinación estándar

Para determinar la capacidad germinativa se utilizó la metodología propuesta por la ISTA (1996), donde se utilizaron 4 repeticiones de 100 semillas, que fueron sembradas en charolas con papel filtro previamente humedecido, luego se colocaron en la cámara germinadora a 20-25 °C durante 22 días se contabilizo únicamente las plántulas normales y fue reportado en porcentaje.

Longitud media de plúmula y radícula

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula y radícula provinieron de las plantas normales y uniformes de la prueba de germinación estándar las cuales fueron 10 plantas tomadas al azar por repetición; se midió la longitud de plúmula y radícula en milímetros con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento. Las longitudes de plúmula y radícula sólo se dividieron para la obtención de una media general por repetición para cada tratamiento.

Peso fresco de plántula

Se tomaron 10 plántulas por repetición de las pruebas anteriores de LMP y LMR cada uno de los tratamientos.

Se pesaron el una balanza analítica y el resultado fue un promedio del peso obtenido de las 10 plántulas, éste dato fue expresado en miligramos por plántula.

Peso seco de plántula

Las plántulas utilizadas fueron las mismas que para la determinación del peso fresco, pues después de haber sido llevadas a una estufa a una temperatura de 65 °C por 24 horas, fueron secadas y se procedió a pesar en una balanza analítica, el resultado fue expresado en miligramos.

Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con igual número de repeticiones para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el programa SAS versión 7.

Cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Denota la j-ésima medición del tratamiento.

μ = Es la media general.

T_i = Es el efecto de i-ésimo tratamiento.

ξ_{ij} = Error experimental de la j-ésima medición del i-ésimo tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 4.1 muestra los cuadrados medios, coeficiente de variación y nivel de significancia para cada una de las variables evaluadas. Donde podemos observar que se encontraron diferencias altamente significativas en las variables germinación estándar, longitud media de plumula, longitud media de radícula y peso fresco de plántula. Para la variable peso seco de plántula no se reportaron diferencias entre tratamientos. Los coeficientes de variación oscilaron de un 8.37% a un 32.48%.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas con productos orgánico – hormonales.

FV	GL	VARIABLES				
		GS	LMP	LMR	PFP	PSP
Tratamientos	17	47.121**	.523**	1.833**	20.037**	.110NS
Error exp.	54	17.800	.170	.584	8.246	.0873
CV %		16.94	11.76	32.48	8.37	13.64

*, **, Denotan el nivel de 0.05 y 0.01% de probabilidad.

GS = Germinación estándar.

LMP = Longitud media de Plumula.

LMP = Longitud media de Radícula.

PFP = Peso Fresco de Plántula.

PSP = Peso Seco de Plántula.

Cuadro 4.2.- Comparación de medias (Tukey) de las diferentes variables evaluadas, en la semilla de chile tratadas con productos orgánico hormonales.

TRATAMIENTO	GS	LMP	LMR	PFP	PSP
1	22.00 BA	3.36 BAC	2.53 BA	34.3 BA	2.28 A
2	26.75 BA	4.13 BA	2.98 BA	35.5 BA	2.11 A
3	21.25 BA	3.45 BAC	3.05 BA	38.0 A	2.08 A
4	23.25 BA	3.80 BAC	2.03 BA	34.7 BA	2.04 A
5	26.75 BA	3.45 BAC	2.26 BA	35.4 BA	2.35 A
6	27.00 A	3.09 BAC	1.65 BA	35.1 BA	2.51 A
7	29.75 A	4.30A	3.58 A	36.2 A	2.36 A
8	29.75 A	3.54 BAC	2.90 BA	37.0 A	1.98 A
9	29.50 A	3.25 ABC	3.30 A	34.6 BA	1.92 A
10	26.00 BA	3.41 ABC	3.27 A	34.8 BA	2.19 A
11	26.50 BA	3.14 BC	1.96 BA	32.3 BA	1.88 A
12	26.00 BA	3.91 BAC	1.86 BA	32.4 BA	2.29 A
13	18.00 B	3.24 BAC	2.04 BA	31.1 BA	2.05 A
14	20.50 AB	3.44 BAC	1.21 B	36.0 BA	2.07 A
15	25.00 BA	3.64 BAC	1.72 BA	36.0 BA	2.11 A
16	21.00 BA	3.01 BC	2.22 BA	30.1 B	2.31 A
17	22.50 BA	3.18 BA	1.69 BA	31.5 BA	2.22 A
18	26.75 BA	3.84 BAC	2.03 BA	31.5 BA	2.18 A

RESULTADOS

Germinación Estándar (GS)

Al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey) Cuadro 4.2 y apoyado con la Figura 4.1 se observó que el tratamiento que alcanzaron mejores resultados fue el tratamiento 7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP)) con 29.75 %, seguido del tratamiento 8 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Composta (SM + BLC)) con 29.75 % y el tratamiento 9 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (SM+BLL)) con 29.50 % superando el resto de los tratamientos incluyendo los testigos, se observa también que los tratamientos que reportó menor respuesta fue el tratamiento 13 (Sedimento de Composta + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (SC+BLL)) con 18.0 % de germinación.

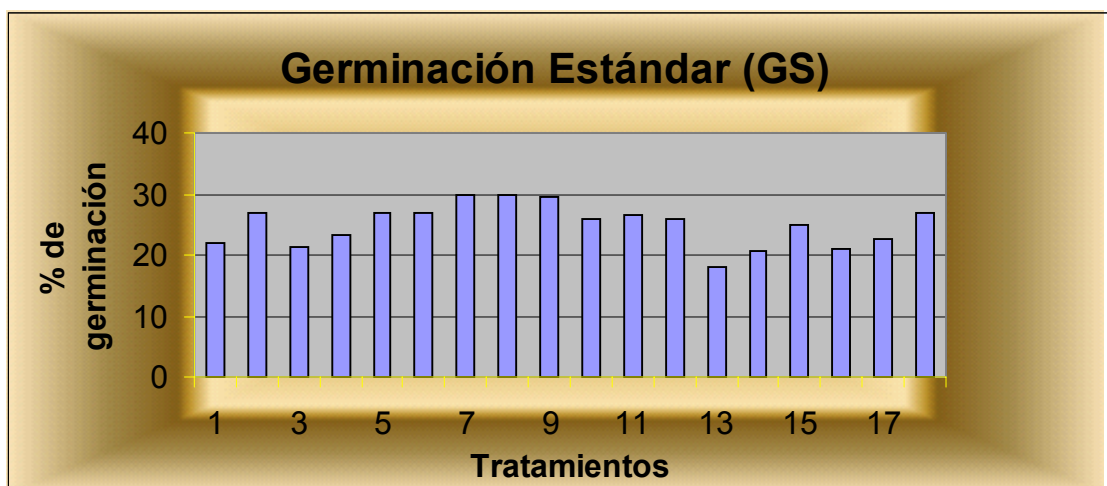


Figura 4.1 Germinación Estándar de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánico – hormonales.

Longitud Media de Plumula (LMP)

La prueba de comparación de medias (Tukey) en el cuadro 4.2 observamos que el tratamiento 7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP)) se comportó numéricamente mejor con 4.30 cm, seguido del tratamiento 2 (Sedimento Mixto (SM)) con 4.13 cm, acompañado por el tratamiento 12 (Sedimento de Composta + Biodigestado Líquido de Composta (SC+BLC)) con 3.91 cm, mientras que el tratamiento 16 (Biozyme TS, Testigo Relativo 1) tuvo 3.01 cm, el cual reporto ser el que menor respuesta tuvo en esta variable.

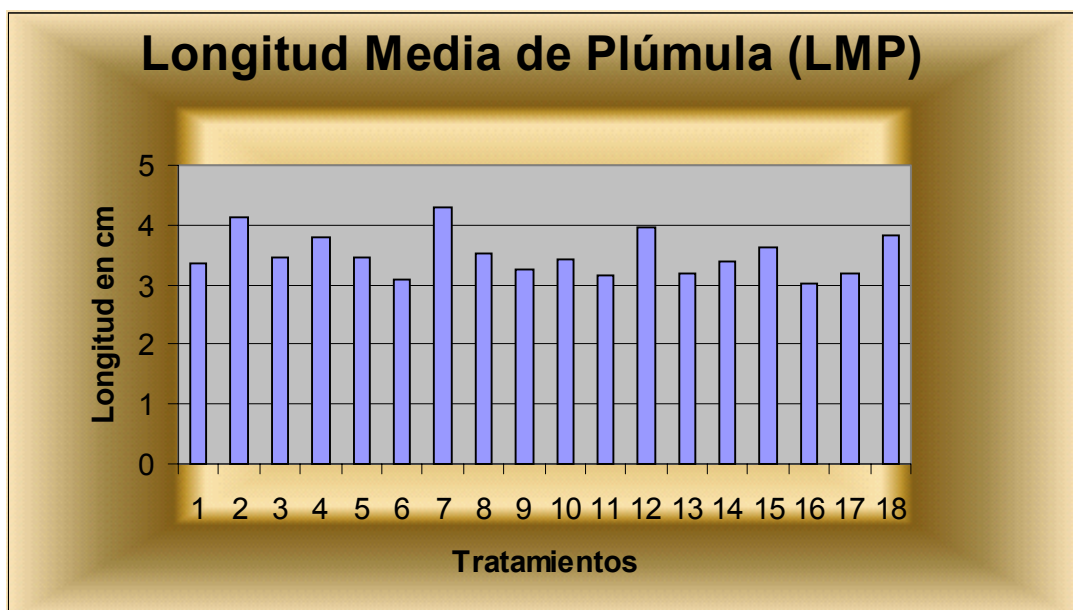


Figura 4.2 Longitud Media de Plúmula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánico – hormonales.

Longitud Media de Radícula (LMR)

Para esta variable en el cuadro 4.2, se observan diferencias altamente significativas, apreciando que el tratamiento 7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP)) se comportó mejor con un valor de 3.58 cm, seguido por el tratamiento 9 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (SM+BLL)) con 3.30 cm, superando a los testigos, el tratamiento con menor respuesta fue el 14 (Sedimento de Composta + Sedimento de Lombricomposta (SC+SL)) con 1.25 cm.

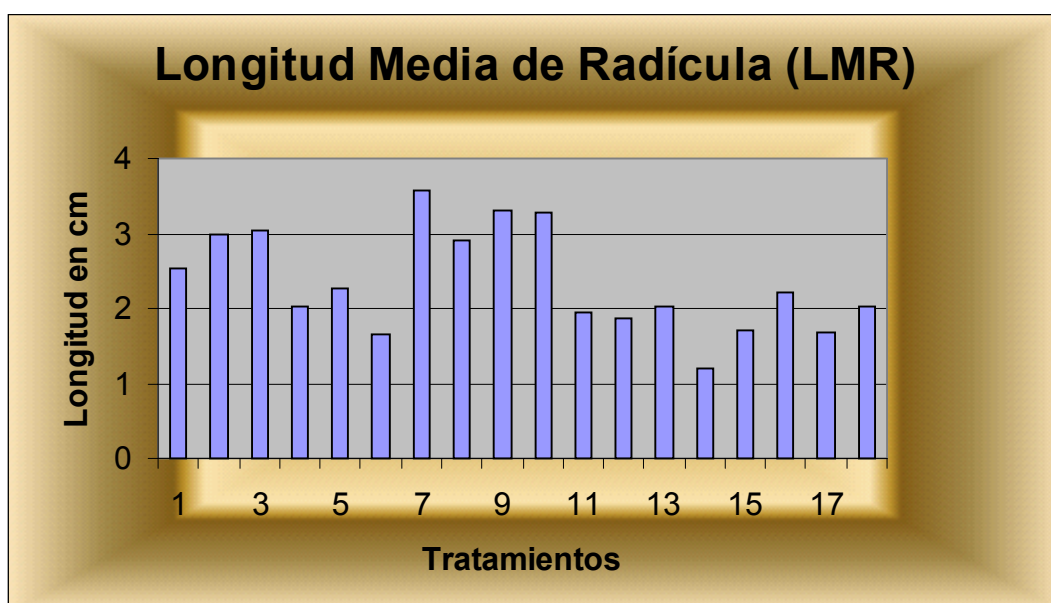


Figura 4.3 Longitud Media de Radícula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánico – hormonales.

Peso fresco de Plántula (PFP)

La comparación de medias del cuadro 4.2, muestra que los tratamientos con mejor respuesta fueron el 3 (Sedimento de Composta (SC) con 38.0 mg, seguido por el 8 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Composta (SM + BLC)) con 37.0 mg, y el 7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP)) con 36.25 mg, superando al resto de los tratamientos en forma numérica, muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 16 (Biozyme TS, Testigo Relativo 1) con 30.1 mg.

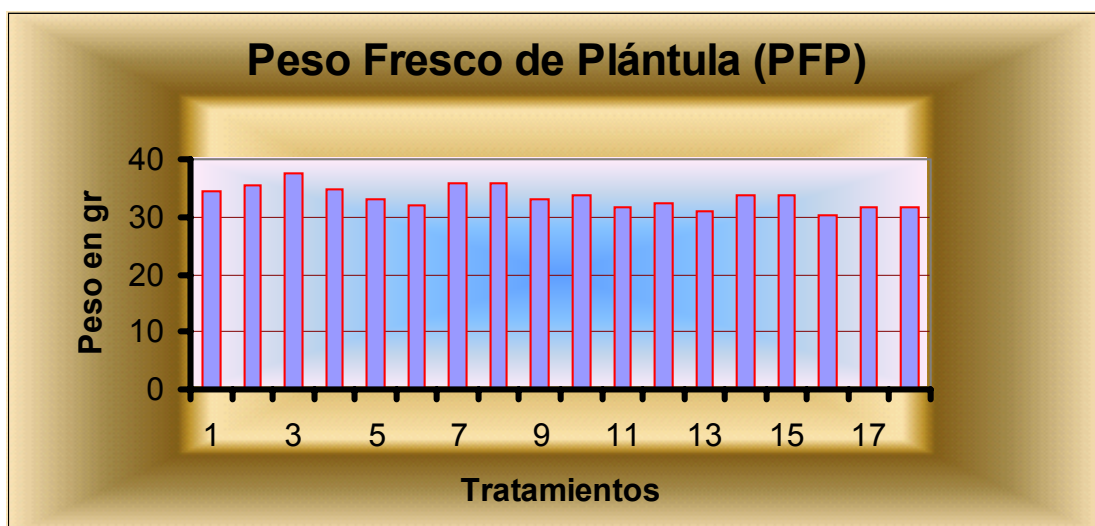


Figura 4.4 Peso Fresco de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánico – hormonales.

Peso Seco de Plántula (PSP)

En el cuadro 4.2 se observa que el tratamiento 6 (Biodigestado Líquido Mixto + Sedimento de Lombricomposta (BLM+SL)) muestra el valor más alto con 2.5 mg, seguido por el tratamiento 7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP)) con 2.36 mg, superando al resto de los tratamientos, en los cuales se encuentran los testigos mientras que el menor valor fue para el tratamiento 11 (Sedimento Mixto + Lombricomposta en Polvo (SM + LP)) con 1.88 mg.

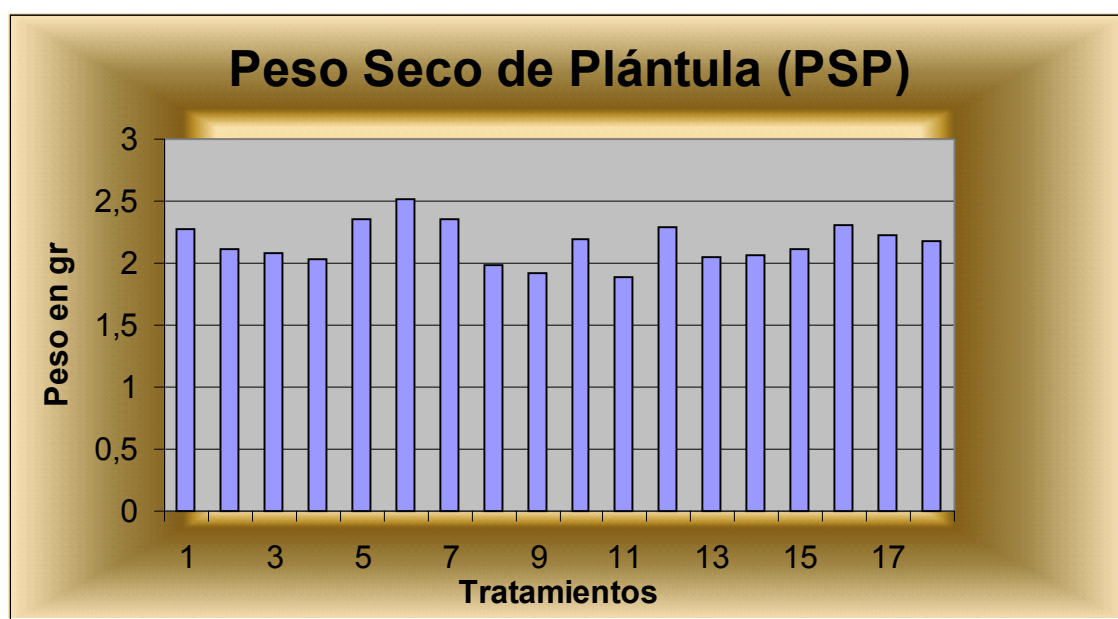


Figura 4.5 Peso seco de plántulas de *capsicum annum* tratada con productos orgánico – hormonales.

DISCUSIÓN

Al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey), los tratamientos mostraron el comportamiento diversificado de los diferentes tratamientos, observando que para las diferentes variables, los tratamientos **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))**, **8 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Composta (SM + BLC))** y **9 (Sedimento Mixto + Biodigestado Líquido de Lombricomposta (SM+BLL))**, fueron los que arrojaron los mejores resultados, siendo el tratamiento **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))** el que se presentó con mayor frecuencia con las respuestas más altas numéricamente para la semilla de Chile.

Se asume que los resultados obtenidos son debidos a las concentraciones tanto de hormonas como microelementos que conforman el tratamiento **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))** dados por parte del laboratorio de investigación biológica de GBM donde las concentraciones de Citocininas para el componente Líquido mixto fue de 55.00 ppm, más la concentración de polvo de Lombricomposta, el cual añade 0.07 ppm, además de los microelementos presentes, como lo son el Magnesio (Mg) con 124 ppm contenidas en el líquido mixto y 3500 ppm por parte de la lombricomposta, el cobre (Cu) con 37 ppm por parte de lombricomposta, el Hierro (Fe) reporta valores de 2800 ppm agregadas por la lombricomposta y el líquido mixto 55 ppm, de igual manera el Manganeso

(Mn) contiene 212 ppm para la Lombricomposta, a demás del Zinc (Zn) con 133 ppm de lombricomposta.

En base a las diferentes concentraciones de microelementos y los efectos que estos proporcionan, se asume que el cobre (Cu) en cantidades de 4 a 6 ppm en las plantas, así como el zinc (Zn) el cual ejerce un efecto catalizador en la formación de las auxinas de crecimiento, el Manganeseo (Mn) actúa de manera similar en la actividad enzimática, respecto con lo anterior, asumiendo que el tratamiento más conveniente para el caso del genero ***Capsicum*** es el tratamiento **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))**, ya que el complemento hormonal y microelemental de estos dos componentes proporcionaron mejores resultados.

Respecto a la **Germinación Estándar (GS)** se aprueba que los componentes que conforman el tratamiento **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))** así como sus concentraciones de microelementos y hormonas es la combinación que tiene mejores efectos para promover mejores resultados, atribuyendo que el Ácido giberélico (GA_3) Interrumpe el período de latencia de las semillas haciéndolas germinar y movilizando las reservas de aminoácidos, además de las citocininas las cuales revierten la dominancia apical. De esta forma se obtiene una mejor germinación puesto que la semilla tiene mayor energía para iniciar sus procesos metabólicos.

En el caso de **Longitud Media de Plúmula (LMP)**, se asume que la combinación de biodegestado Líquido Mixto + Lombricomposta en polvo, es el tratamiento con la concentración de hormonas y microelementos las cuales de alguna u otra manera tienen efectos en la estimulación del desarrollo de la plántula haciendo mención del GA_3 actúa como regulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas, Incrementando así el crecimiento en los tallos, de esta manera se asume que se refleja el efecto de mejores longitudes de plúmula.

Tomando como base el comportamiento del resto de los tratamientos se atribuye que la mezcla de **Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta (BLM+LP)** para el caso de **Longitud Media de Radícula (LMR)** fue el tratamiento que obtuvo mejores resultados, donde las concentraciones de estos componentes intervienen directamente en dicha respuesta mencionando el efecto que presenta el GA_3 en el estímulo de la formación de raíces y de meristemas. De esta forma se asume que las concentraciones de los componentes actuaron de manera positiva para esta variable.

El efecto de las variables evaluadas y al presentarse mejores longitudes de plúmula, trae como consecuente obtener altos valores de peso seco, atribuyendo que los productos orgánicos proporcionan mayores contenidos de materia seca en las plantas.

CONCLUSIÓN

La investigación fué llevada con éxito ya que se tuvieron aumentos significativos en los parámetros evaluados, superando a los testigos comerciales (Biozyme TS) con 8.75 % y al (Biozyme PP) con 7.25 % así mismo al testigo absoluto con 3 %.

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 los productos orgánicos hormonales tienen efectos positivos en la estimulación de la germinación y sus subsecuentes etapas de desarrollo de las plántulas.

Los resultados se adjudican a las concentraciones tanto de hormonas como microelementos contenidos en el tratamiento **7 (Biodigestado Líquido Mixto + Lombricomposta en Polvo (BLM+LP))** en los cuales encontramos Citocininas a demás de Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y el Zinc (Zn). Tomando como base a los efectos que estos proporcionan, se asume que las concentraciones aportadas por cada componente del tratamiento, lograron conformar las proporciones óptimas para que se suministraran los elementos necesarios para que ocurriera el proceso de germinación y sus subsecuentes etapas de desarrollo de la plántula.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de semillas con valores de germinación más altos o cercanos a los estándares recomendados para su comercialización ya que es muy difícil elevar los valores de germinación en semillas muy deterioradas, además de traer implícitos problemas fitosanitarios.
- Las dosis y combinaciones de productos son variables en cada especie por lo que se recomienda consultar o realizar pruebas preliminares a su utilización, puesto que las dosis elevadas de hormonas tienen efectos antagónicos en semillas.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook, contribution, N° 32 to the handbook on seed testing. USA.
- Anderson J., D. and J. E. Baker. 1982. Deterioration of seed during aging. *Plant physiol.* 73: 321-325. USA.
- Boswell 1961. Seeds the yearbook of agriculture edition. Centro regional de ayuda técnica: Agencia para el desarrollo internacional (AID).
- Camacho M., F. 1994. Dormición de Semillas. Editorial Trillas. México. p. 9,13.
- Carballo C., A. B. 1998. Determinación de la temperatura a base de seis genotipos de Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Copeland L., O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Bed Burges Publishing Company. Mineapolis, Minnesota, U.S.A. p. 122,146,157,160.
- Deffis, C. A. 1991. La Basura es la Solución. Editorial Concepto. México, D.F. 227p.
- Fründ, R. Guggenberg, H.Knicker, I Kögel-Knaber, H-D. Lüdeman, J. Luster, W. Zech and M.Spiteller.1994. Recent advances in the Spectroscopic characterization of soil humic substances and ecological relevance *Z. Pflanzemähr. Bodenk*, 157:175-186.
- FAO, 1985. Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas. Italia, Roma. p. 5,7.
- Flores H., A. 2004. Introducción a la Tecnología de las Semillas. 1era. Edición. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicio de la UACH. UACH, México. p. 61-78.
- 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. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Flores A., J. 1993. Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de papa. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 15-18p.
- Franco y Bañom. (1997). En línea: <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/sust-nut/ahumicos.html>.
- GBM, 1997. Sustancias húmicas y fúlvicas. Grupo Bioquímico Mexicano.
- Gliessman. 2000. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agricultural. Lewis Publishers. E. U. A.
- Giner, G. J. F .y Arciniega, F. L.2004. Extracto del artículo de “revista agrícola vergel” N.269. Pág.264-269.
- Garton.1995. El manejo cuidadoso mejora las eras de transplante, Productores de Hortalizas, Agosto, pp. 38-40. México.
- González, V.J.A. y G. Salas D, 1989. Resultados de revalidación de efectividad de biozyme TS en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) y soya (*Glycine max* L.) VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las fitohormonas, guía para el desarrollo vegetal, la convención, guía para la producción agrícola. Cuernavaca, Morelos.
- Hartman, H.T y D. E Kester 1999. Propagación de plantas 2a. Edición, Editorial CECSA. México.138-140 pp.
- Hartman, H.T y D. E Kester, D. 1982. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. p. 46.
- Harmann, H.T y D. E Kester. 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México. pp. 130-165.
- Haug, R. T. 1997. Journal of Composting Recycling Biocycle. Feedstock's, Conditioning and Fire Prevention. U. S. A.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for seed Testing. Rules 1996. Seed Sci & Technol. Zurich, Switzeland. 274: 1 – 333.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology, 13(2): 336-520. Zurich Switzeland. And Technology. 4: 1-177.
- The Netherlands International Seed Testing Association (ISTA). 1993. International rules for seed testing. Rules, Seed Sci Technol 9: 697-683p.

- Jeavons, J. 1994. Cultivo botensivo de alimentos, mas alimentos en menos espacio. Ecology actino of de mid – Peninsula Editor en Español. Impreso en USA.
- Jann, R.C. y Amen, D.R. 1977. "GAT is germination", en : Khan, A. A. (ed) Physiology and Biochemistry od Seed Dormancy and Germination, Elsevier/North Holdand Biomedical Press, Holanda. p. 7.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. p. 63,113,236.
- Pimienta, R. A. 2004. Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plantula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. Tesis. UAAAN.Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1992. Fisiología Vegetal. Ed. por Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México. p. 647 – 649.
- Sparks Donald L.. 2000. Advances in agronomy. Department of Plant and Soil Sciences. University of Delaware Network, Delaware. Volume 68 Academic Press.
- Stevenson, F. L., and Schnitzer, M. 1981. Transmission electron microscopy of extracted fulvic and humic acids. *Soil Sci.* 133: 197-185p.
- Schnitzer, M. 1991. Soil Organic Matter-the Next 75 Years. *Soil Science.*51:41-58. USA
- Sanzo y Ruben (1999); CompagnioniyPutzolu (1985), <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/Investigacion.htm>
- Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.) *Advances in Agronomy*, Academic Press. Vol. 98: 3-58.
- Schnitzer, M. and P. Poapst. 1967. Effects of a soil humic compound on root initiation. *Nature* 2134: 598-599.
- Schnitzer, M. and H. R. Schulten. 1995. Analysis of organic Matter in Soil Extracts and Whole Soils by Pyrolysis-Mass Spectrometry. *Advances in Agronomy*, Vol. 55: 167-217.
- Serrato castrillon san salvador 1994-1995. Curso de capacitación en tecnología de semillas a extencionistas.
- Vera I. colbry, thomas f. swofford Y Robert p. moore. Pruebas de germinación en el laboratorio.

Vaughan, D. and R.E.Malcolm.1985.Influence of humic Substances on Growth and Physiological prodeses.In Soil Organic Matter and Biological Activity Eds.D.Vaughan

CITAS DE INTERNET.

- <http://www.jisa.es/cast/prod014.html>
- http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm
- <http://www.parque-ecologico-irapuato.org.mx/COMPOSTA/Composta.htm>
- http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/artigocapa66_esp.shtml
- http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap02/02_04_15.htm
- <http://www.terralia.com>
- <http://www.virtual.unal>

APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza realizado para la variable de germinación estándar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr >F
Trat.	17	801.069444	47.121732	2.65	0.0034
Error Exp.	54	961.250000	17.800926		
Total	71	1762.31944			

C.V (%) = 16.94234

** Altamente significativo

* Significativos

NS No significativo

Cuadro A.2. Análisis de varianza realizado para la variable de longitud media de plúmula.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr > F
Trat.	17	8.90129028	0.52360531	3.06	0.0135
Error Exp.	54	9.22527500	0.17083843		
Total	71	38.07172037			

C.V (%) = 11.76496

** Altamente significativo

* Significativos

NS No significativo

Cuadro A.3. Análisis de varianza realizado para la variable de longitud media de radícula.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr>F
Trat.	17	31.16914028	1.83347884	3.14	0.0007
Error Exp.	54	31.56022500	0.58444861		
Total	71	62.72936528			

C.V (%) = 32.48743

** Altamente significativo

* Significativos

NS No significativo

Cuadro A.4. Análisis de varianza realizado para la variable de peso seco de plántula.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Pr>F
Trat.	17	1.8711000	0.110006471	1.26	0.2539
Error Exp.	54	4.7184500	0.08737870		
Total	71	6.5895500			

C.V (%) = 13.64828

** Altamente significativo

* Significativos

NS No significativo

Cuadro A.5. Análisis de varianza realizado para la variable peso fresco de plántula.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.c	Tr>F
Trat.	17	340.6372611	20.0374859	2.43	0.0070
Error Exp.	54	445.3350000	8.2469444		
Total	71	785.9722611			

C.V (%) = 8.376449

** Altamente significativo* Significativos

NS No significativo