

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Germinación de la Semilla de Chile Piquín (*Capsicum annum*) Como
Respuesta a la Aplicación Humus Líquido de Lombriz a Diferentes
Concentraciones**

POR:

Arnoldo Gómez Escobar

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Saltillo, Coahuila, México
Diciembre, 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**Germinación de la Semilla de Chile Piquín (*Capsicum annum*) Como
Respuesta a la Aplicación de Humus Líquido de Lombriz a Diferentes
Concentraciones.**

Por:

Arnoldo Gómez Escobar

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada



**Ing. René Arturo de la Cruz Rodríguez
Asesor Principal**

Asesor



**Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor**

Asesor



**Dr. Alejandro Hernández Herrera
Coasesor**

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía



**Coordinación
División de Agronomía**

**Saltillo, Coahuila, México
Diciembre, 2011**

AGRADECIMIENTOS

*Primero y antes que nada, dar gracias a **DIOS NUESTRO SEÑOR** por estar conmigo en cada paso que doy y por guiarme siempre en mi camino, por el cual hice realidad este sueño, por fortalecer mi corazón en momentos tan difíciles de mi vida e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y me han llenado de amor y felicidad.*

*A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** (Mi “**Alma Terra Mater**”), por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de alcanzar los conocimientos necesarios para mi formación profesional.*

A mis Asesores de Tesis

***Ing. René De la Cruz Rodríguez** un excelente maestro con gran valor humano gracias por brindarme la oportunidad de trabajar en este proyecto, por su colaboración para concluir este trabajo, por confiar en mí, su paciencia, por su amistad como persona y como maestro. Muchas gracias.*

***Dr. Mario E. Vázquez Badillo** por su amistad, toda su ayuda, tiempo, conocimientos y consejos que me brindo tanto en clase como en la realización de esta tesis.*

***Dr. Alejandro Hernández Herrera** por sus recomendaciones y observaciones para mejorar la información de esta tesis.*

*Con profunda admiración y respeto al MC. **Francisco Gordillo Melgoza**, por su desinteresada colaboración y correcciones del trabajo, además por su ayuda incondicional para la realización de este trabajo, por sus buenas orientaciones y sobre todo por su amistad.*

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 Todos Mis Compañeros y Amigos de la especialidad de Producción por su gran amistad durante los años de estancia en la universidad, Mónica Sosa, Yesenia Cosme, Edith Vázquez, Iris A. Silva, Antolín López, Eric Díaz, Leodan Hernández, Javier Morales, Gerardo Pariente, Uriel Villadoble, Luis A Baranda, Magni D. Roblero, Marcos, Alejandro Loyo, Carlos E. Hernández, Guillermo, Ronni González, Gerardo Lara, Caamal Dtzul, Salvador Rendón, Armando Herrera, Pedro A Sánchez, Carpio Hernández, Belisario, Chundo Bolaños, Osiel Loera, por su gran amistad y apoyo, les deseo lo mejor de esta vida y espero que nunca se pierda la amistad.

En especial a: Ana Karen Cárdenas Lugo “Karencia”, por haber participado directamente en la realización de este trabajo y por brindarme su amistad y apoyo. Muchas Gracias.

A la Ing. Martina De la Cruz Casillas, por su valiosa participación en la revisión del presente trabajo de investigación. Muchas Gracias.

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

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con amor y cariño a todas aquellas personas que siempre confiaron en mí y que no dudaron en apoyarme para que haya podido terminar mis estudios, este trabajo es también de ustedes y para ustedes, ya que todos los esfuerzos se ven reflejados en el, gracias por estar conmigo y darme su amor.

A Mis Padres

Rogelio Gómez Cano

José Ángel Barrios Becerra

Y

Y

Martha Escobar Rivera

Adela Gómez Rivera

Por todo el amor y apoyo que siempre me han brindado para realizarme como persona, son el regalo más hermoso y valioso que dios me ha concedido, gracias a ustedes soy lo que soy, porque parte de mi formación personal la adquirí en casa, donde fui inculcado de principios que nunca he de olvidar y dejare de agradecer. Personas que trabajan días enteros y que nunca dejan de luchar con tal de ver a un hijo superarse.

Gracias por permitirme ser parte de esta familia tal grande y linda, en ella me he sentido cobijado de amor y cariño de parte de todos sus integrantes y gracias por criarme como un hijo más, nunca dejare de agradecerles. Muchas Gracias.

Rogelio Gómez Cano y José Ángel Barrios Becerra Por ser las personas a quien más admiro y respeto, por inculcarme la vida del campo, naciendo así en mi la vocación por la agronomía, por su gran esfuerzo para sacar adelante a la familia, Gracias Padres, Muchas Gracias.

Martha Escobar Rivera y Adela Gómez Rivera. Por su gran amor, apoyo y ternura, cuando más lo he necesitado siempre han estado ahí para mi, por inculcarme el respeto, la humildad y la sencillez hacia mis semejantes, le doy gracias a dios por regalarme la dicha de tenerlas a mi lado, Muchas Gracias, las Amo.

A Mis Tíos

En especial a **Elsa Gómez** por el gran amor que me has brindado, por arrullarme entre tus brazos, tú eres una madre más para mi, siempre me has cuidado y has visto por mí, por tu gran corazón gracias, Dios te bendiga hoy y siempre.

Marco A. Gómez Escobar y Romelia Espinosa por darme cariño y amor, por los consejos y regaños que siempre han estado en mi mente en todo momento, dios los bendiga siempre, Muchas Gracias.

Israel Hernández (†) y Celia Barrios Becerra. Gracias por todo el amor y cariño que me han brindado, a ti tío un, día te dije que sería alguien en la vida y ya lo he logrado, sé que ya estas allá con diosito y que desde allá nos cuidas, siempre te llevare en mi corazón; y tía, gracias por los consejos, y por todo el amor y cariño que siempre me has brindado, que dios cuide siempre de usted y de toda su familia.

A Mis Primos y Hermanos

Edwin Javier

José Ángel

Carlos Raúl

Rogelio

Azucena

Marco Antonio

Juan Carlos

Oscar

Ana Jazmín

Gracias por apoyarme en todo momento, por los consejos pero sobre todo por el amor brindado hacia mi persona ustedes son una parte importantísima en mi vida, los quiero mucho, gracias por los momentos buenos y malos que hemos pasado, espero que siempre mantengamos esa unión familiar.

A Mi Novia

Yaribeth Nárcia Reynosa. *Gracias por tu amor, apoyo, comprensión y cariño incondicional, por estar conmigo en momentos difíciles, por ayudarme en momentos de tristeza y desolación, tu persona ha sido esencial para salir adelante, gracias por estar conmigo.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CUADRO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen	4
Clasificación taxonómica.....	6
Concepto de semilla.....	6
Germinación.....	7
Tipos de germinación.....	8
Requerimientos para la germinación.....	9
Proceso de germinación	11
Factores que afectan la germinación de las semillas	13
Promotores de germinación	13
Tratamientos para inducir germinación	15
Latencia en semillas.....	16
Tipos de latencia.....	18
Tratamientos para romper latencia	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
Localización del sitio experimental.....	22
Material genético	22
Descripción de tratamientos	22
Trabajo en el laboratorio.....	24
Variables evaluadas	26
Diseño experimental.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
Germinación Estándar (GS).....	30
Velocidad de Germinación (VG).....	31

Peso Fresco de Plántula o Plúmula (PFP)	32
Peso Seco de Plúmula (PSP)	33
Peso Fresco de Radícula (PFR)	34
Peso Seco de Radícula (PSR)	35
Longitud Media de la Plúmula (LMP)	36
Longitud Media de Radícula (LMR)	37
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIÓN	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII.LITERATURA CITADA	42
Citas en Internet	45
APÉNDICE	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pagina
3.1	Descripción de tratamientos utilizados en la semilla de chile piquín en el presente trabajo	23
3.2	Preparación de cada uno de los tratamientos	25
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas con el producto de humus liquido de lombriz	28
4.2	Comparación de medias (DMS) de las diferentes variables evaluadas, en germinación de la semilla de chile piquín	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No	Descripción	Pagina
2.1	Germinación epigea del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	8
2.2	Germinación hipogea del chícharo (<i>Pisum sativum</i>)	9
3.1	Ingredientes y concentraciones de el producto Biogib* 10 PS	29
4.1	Germinación Estándar de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos	30
4.2	Velocidad de Germinación de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos	31
4.3	Peso Fresco de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos.	32
4.4	Peso seco de plántulas de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos	33
4.5	Peso Fresco de Radícula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos	34
4.6	Peso Seco de Radícula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos.	35
4.7	Longitud Media de Plúmula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánicos	36
4.8	Longitud Media de Radícula de Plántula de <i>Capsicum annum</i> tratada con productos orgánico	47

I. INTRODUCCIÓN

Dávila (2005) dice que el chile Piquín (*Capsicum annum var. aviculare* Dierb D'Arcy & Eshbaugh) es considerado como el ancestro de todas las formas de chiles conocidos actualmente, se encuentra ampliamente distribuido en forma silvestre en la mayor parte de la República Mexicana y tiene un gran valor socioeconómico como recurso natural en áreas rurales, además de potencial como opción productiva en el noreste de México, ya que el fruto de este chile es apreciado y cotizado en el mercado nacional y aceptado en el mercado estadounidense como chiles exóticos o variedades (varieties o exotic peppers).

Rodríguez *et al.* (2002) dicen que el chile interviene en la dieta diaria de los mexicanos en diversas formas, ya sea en verde, seco, polvo, encurtidos, salsas, ensaladas, moles, chiles rellenos, dulces, etc.

Cedillo (2002) y Rodríguez *et al.* (2003) aseguran que uno de los principales problemas de esta especie es la dificultad que muestra la semilla para germinar, atribuido a una latencia física por la presencia de una cera epicuticular y una capa externa dura que la hace impermeable, limitando la absorción de humedad, la cual es la primera y más importante etapa del proceso de germinación.

El Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pesca (INIFAP 2002) dice que el chile piquín no se ha explotado en siembras comerciales dado que su semilla tiene una germinación inferior al 1% debido a la dureza de la capa externa y la presencia de inhibidores naturales. Por su parte Rodríguez *et*

a/. (2003) aseguran que esta baja tasa de germinación es un impedimento importante para establecer lotes de producción comercial de esta especie.

Además existen otros factores aunados a la absorción de humedad, como lo pueden ser la presencia de inhibidores o la edad de la semilla, que no permiten obtener un mayor porcentaje de germinación y un mayor número de plántulas con características favorables para garantizar, con ello un establecimiento exitoso en el campo.

La semilla de chile piquín presenta latencia y es muy difícil su reproducción, debido a una capa cerosa por la que es recubierta, es por eso que se decidió establecer este proyecto de investigación donde utilizaremos recomendaciones de trabajos relacionados y humus líquido de lombriz donde se plantearon los siguientes:

Palabras clave: germinación, humus líquido de lombriz, chile piquín, semilla dura, tratamientos para romper latencia.

Objetivos

General

-Determinar si un producto orgánico (humus líquido de lombriz) da mejores resultados que los tratamientos que se han utilizado como promotores de la germinación en chile piquín.

Específicos

- Determinar la mejor dosis de humus líquido de lombriz para mejorar la germinación de chile piquín y evaluar el efecto del producto orgánico sobre el desarrollo inicial de la plántula.
- Comparar las diferentes concentraciones de humus líquido de lombriz con el tratamiento de escarificación en agua caliente para hacer germinar la semilla de chile piquín.
- Comparar las diferentes concentraciones de humus líquido de lombriz con el tratamiento de giberelinas para hacer germinar la semilla de chile piquín.

Hipótesis

- 1.- El humus líquido de lombriz a una determinada concentración puede estimular la germinación de chile piquín igual o mejor que los tratamientos a base de GA₃ que se han utilizado para promover su germinación.
- 2.- El humus líquido de lombriz puede estimular y tener efecto sobre el crecimiento y desarrollo inicial de la plántula.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

Según Bassett, (1986) el género *Capsicum* se considera originario de los trópicos y subtropicos del nuevo mundo, encontrándose tres centros de origen. México es considerado como centro primario de *C. annum*, Guatemala como centro secundario y Perú, Bolivia y Brasil como tercer centro. Pérez *et al.* (1997) dicen que el género *Capsicum* comprende de 20 a 30 especies en los trópicos y subtropicos, reconociendo los taxónomos modernos principalmente cinco especies cultivadas:

- *Capsicum annum* L.
- *C. chinense* J.
- *C. pendulum* W.
- *C. frutescens* L.
- *C. pubescens* R.

Pickersgill (1971) cita que el centro de origen y/o domesticación de *C. annum* es Mesoamérica, más propiamente México y Guatemala. México es el país que presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas y silvestres, la cual se encuentra ampliamente distribuida en todo el país.

Morales (2003) dice que el chile “piquín” o “del monte” (*C. annum*, var. *aviculare* Dierb.), es considerado como el ancestro de todas las formas de chiles conocidos actualmente dentro de esta especie (jalapeño, serrano, ancho, pasilla, guajillo, etc.), se encuentra ampliamente distribuido en forma silvestre en México, principalmente en las zonas costeras, internándose hasta altitudes cercanas a los 1,300 msnm. El fruto de este chile es muy apreciado y cotizado.

Pozo (2003) menciona que el abasto de este fruto procede de colectas de plantas silvestres, trayendo como consecuencia que en los últimos años se ponga en riesgo si no a la especie, si a ecotipos importantes. Esto, debido a que no existen evidencias de su producción agronómica, tampoco existe un abastecimiento comercial de semilla y mucho menos semilla certificada, donde el pequeño, mediano y grande agricultor tenga posibilidad de obtener semilla de calidad o por lo menos comprarla para la propagación de la especie. Por lo tanto es necesario establecer un programa con fines de domesticación que inicie con la producción de semilla de calidad y si es posible certificarla.

Laborde y Pozo (1984) creen que el tracto digestivo de las aves que consumen los frutos promueve la germinación en poblaciones de plantas silvestres, ya que existen muy pocas evidencias de la explotación comercial del piquín, debido a su gran dificultad para hacer germinar la semilla. Por lo antes mencionado, se ve la necesidad de obtener algunos métodos alternativos para asegurar la germinación de estas plantas así como las dosis y productos eficaces para su adecuada propagación, para obtener semilla de alta calidad y poder ofrecerle al agricultor una nueva oportunidad de cultivo fácil de producir con resultados beneficiosos.

Durante la época de fructificación llega a desplazar a otros tipos de chile por su agradable sabor y grado de pungencia, además de no irritar al sistema digestivo. Se le atribuyen también ciertas propiedades medicinales. Su fruto alcanza hasta 40 veces el valor de los chiles serranos y jalapeños. La gran mayoría del chile piquín que se comercializa proviene de colectas de plantas silvestres.

Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Ramírez (1989), la clasificación botánica del género *Capsicum* es la siguiente:

División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Metachlamydeae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	ssp
Var.bot.	aviculare dierb

Concepto de semilla

La Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS 2007) es la que se obtiene del fruto después de la fecundación de la flor, los frutos o partes de estos, así como partes de vegetales completos que se utilizan para la reproducción y propagación de las siguientes especies vegetales.

Connor (1994) dice que las semillas son los órganos clave de la dispersión y propagación. Conservan los recursos genéticos de las especies y sirven también para dispersar la diversidad genética originada en la reproducción sexual. Mientras que Camacho (1994) define a la semilla en un sentido botánico estricto, como un ovulo fecundado independiente de la planta madre, que ha

madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal.

Germinación

Jann y Amen (1977) define la germinación como el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, junto con la emergencia de la radícula (raíz) y plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula. Pero desde un punto de vista morfológico Meyer *et al.* (1972) la definen como la reanudación del crecimiento activo del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una planta nueva; y desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo cambios hacia la transcripción del genomio.

De acuerdo a la International Seed Testing Association (ISTA 1996) mencionan que para propósitos de siembra de ensayo de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Las estructuras que se consideran esenciales para que una plántula se desarrolle satisfactoriamente a una planta normal son: eje embrionario; cotiledones; brotes terminales; coleoptilo (Gramineae). Las plántulas normales demuestran un potencial de desarrollo continuo a plantas cuando crecen en el suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz.

Mayer y Poljakoff-Mayber (1982) definieron la germinación como la serie de procesos consecutivos que causan que una semilla quiescente y con un bajo contenido de agua, muestre un incremento en su actividad general metabólica e inicie la formación de una plántula proveniente del embrión, al ponérsele en condiciones favorables de humedad y temperatura. En cambio Ruiz *et al.* (1962)

menciona que la germinación termina en el momento en que la planta nueva provista de clorofila y de los órganos necesarios, es autosuficiente.

Tipos de germinación

Los cambios fisiológicos y metabólicos que se producen en las semillas no latentes, después de la imbibición de agua, tienen como finalidad el desarrollo de la plántula. Como se ha indicado anteriormente, este proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge a través de las cubiertas. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así, podemos distinguir dos tipos diferentes de germinación: epigea e hipogea.

Germinación epigea

En las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplasto, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Presentan este tipo de germinación las semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, etc.

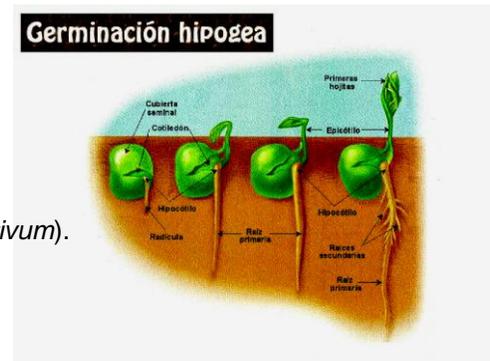


Figura 2.1 Germinación epigea del frijol (*Phaseolus vulgaris*).
Figura modificada de Rost *et al.* (1997).

Germinación hipogea

En las plántulas hipogreas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación lo presentan las semillas de los cereales (trigo, maíz, cebada, etc.), chicharo, haba, robles, etc.

Figura 2.2 Germinación hipogea del chicharo (*Pisum sativum*).
Figura modificada de Rost *et al.* (1997)



Requerimientos para la germinación

Pollock y Toole (1962) mencionan que las condiciones requeridas para la germinación son: la expresión de la herencia de la semilla influida por el medio ambiente durante la formación, madurez y germinación de la misma. De acuerdo a estos autores, la iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones:

Primera. La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.

Segunda. La semilla no debe estar en latencia ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan latencia ni barreras químicas para la germinación.

Tercera. La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las complejas interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de latencia, dichas exigencias pueden variar con el tiempo y los métodos de manejo de las semillas.

De manera más detallada, Ruiz *et al.* (1962) consideran que existen dos clases de condiciones para que una semilla germine y de origen una nueva planta: las intrínsecas y las extrínsecas.

Condiciones Intrínsecas

Que la semilla se encuentre constituida normalmente. Las sustancias acumuladas en el endospermo o en los cotiledones sirven al embrión durante su germinación y en ocasiones es insuficiente la proporción en la que se encuentran.

Que la semilla esté madura. Cuando la semilla no se encuentra completamente madura, el embrión tampoco lo está; generalmente la madurez de las semillas se alcanza a su punto de máximo peso seco, coincidiendo con la madurez del fruto, aunque con muchas excepciones; siendo en este momento cuando tiene su más alta capacidad germinativa. Ausencia de latencia. Que la semilla haya perdido algún tipo de latencia que pudiera presentar al momento de su recolección, es decir, que haya tenido un periodo de postmaduración, porque de haber presentado latencia, ésta haya desaparecido en forma natural.

Condiciones Extrínsecas

- **Humedad.** Cuando el protoplasma entra en actividad debe contener suficiente proporción de este líquido; también es importante en la disolución de las sustancias de reserva y el transporte de las mismas. De igual forma actúa en el desarrollo de las reacciones químicas que se

realizan en el proceso de la germinación, además de reblandecer, hinchar y romper la cubierta de la semilla.

- **Temperatura.** Cada especie tiene una temperatura óptima para su germinación, lo que se confirma en el tipo de clima al que pertenecen; siendo generalmente entre 20 y 30 °C la temperatura más conveniente durante la germinación; sin embargo, regímenes muy altos (40°C) o muy bajos (menos de 5°C) obstaculizan el desarrollo del embrión.
- **Aire.** Por medio del oxígeno se efectúan las oxidaciones de las sustancias orgánicas, fuente de energía durante el desarrollo del embrión, debido al incremento en la respiración durante la germinación. El requerimiento de gases para la mayoría de las especies, es el encontrado en la concentración normal del aire.
- **Luz.** Aunque la mayoría de las especies germinan en ausencia de luz, en algunas es un requerimiento indispensable.

Otros factores que afectan la germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula son: especie, variedad, madurez de la semilla y el medio ambiente. Asimismo, existen factores como características de los tegumentos, factores químicos exógenos y endógenos, así como la viabilidad de la misma.

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, ribonucleasa 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 plúmula. 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 plúmula 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 la germinación de las semillas

Khan *et al.* (2000) afirman que la germinación de semillas es una etapa crucial en el desarrollo de la planta y la tolerancia a la salinidad, durante esta etapa es crítica para el establecimiento de las plantas que crecen en los suelos salinos. Chartzoulakis y Klapaki (2000) demostraron que la salinidad causa una disminución en la tasa de germinación y germinación final de semillas de Chile.

Según Bradford (1990) el retardo o reducción en la tasa de germinación de muchas especies vegetales es debido a la disminución del potencial del agua del suelo, lo cual influye en la imbibición y elongación celular del embrión.

Asraf y Foolad (2005) dicen que la mayoría de los estudios sobre el efecto de sales en la germinación de semillas han usado soluciones monosalinas como el cloruro de sodio o bisalinas, tales como el cloruro de sodio más el cloruro de calcio como las sales experimentales. Otros estudios han demostrado un mejoramiento en la germinación de semillas de diferentes especies bajo condiciones normales o bajo estrés salino en respuesta al uso de hormonas vegetales de crecimiento u otras sustancias orgánicas.

Promotores de germinación

Los promotores de germinación comúnmente usados son: el ácido giberélico, ácido abscísico, citocininas, etileno, hipoclorito de sodio, nitrato de potasio y cloroformo.

Uso de Estimulantes Orgánicos

- **Los humus.** Son compuestos de color amarillento a negro, amorfo, muy polimerizado, de peso molecular muy elevado, naturaleza coloidal y presentan núcleos de carácter, aromático (benceno, naftaleno, furano, etc.). En estado natural todas estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, etc.). El humus es una parte de la materia orgánica del suelo, por lo que son sustancias difícilmente clasificables, muy resistentes al ataque por los microorganismos del suelo y con propiedades ácidas.

Por la descomposición de animales y plantas que ocurre en el suelo, el humus se va degradando nuevamente para generar las formas químicas. Así, la materia orgánica de los suelos está en un permanente cambio dentro de un equilibrio más o menos estable, característico del suelo y del sistema de explotación del mismo. Así, encontramos con que dentro de la materia orgánica de los suelos no toda es igual entre si y se puede clasificar en:

- Restos aún no descompuestos de tejidos vegetales y animales.
- Biomasa o conjunto de microorganismos vivos presentes en el suelo.
- Humus o conjunto heterogéneo de compuestos orgánicos, más o menos complejos, originados a partir de la descomposición de tejidos vegetales y animales.

A su vez el humus se puede separar en dos grupos de sustancias:

- **Sustancias no húmicas o humina;** formadas fundamentalmente por aminoácidos, hidratos de carbono y lípidos, cuya presencia no es exclusiva del suelo.

- **Sustancias húmicas**; son sustancias de alto peso molecular, de color oscuro, formadas por reacciones secundarias de síntesis en las que participan algunos de los productos de las reacciones de descomposición. Muchas veces es difícil distinguirlas, ya que las sustancias no húmicas se enlazan a las sustancias húmicas, formando un todo, ya sea por enlaces débiles o fuertes.

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.

Tratamientos para Inducir germinación

Una de las principales limitantes del chile piquín para su explotación comercial es la baja germinación de la semilla, que en condiciones naturales es inferior al 5% durante el primer mes después de la siembra. Cedillo (2002) comprobó que lo anterior se debe a que la semilla contiene cera epicuticular y una capa externa dura que la hacen impermeable, limitando la absorción de humedad; esto favorece la supervivencia de la especie en su hábitat natural, ya que aunque exista humedad, no todas las semillas germinan a la vez; sin embargo, es una limitante para el establecimiento de una explotación comercial.

Para inducir germinación uniforme de la semilla de chile piquín Ramírez (2001), utilizó Ácido Giberélico a 5,000 ppm; lo que equivale a diluir el contenido de un frasco o sobre de 10 g. de los productos comerciales Biogib, Progib plu o Activol en 200 ml. de agua, en la cual se sumerge la semilla. Con el tratamiento de la semilla, el porcentaje de germinación fue entre 60 a 80%, dependiendo de la calidad del fruto de donde se obtuvo, en comparación con menos del 5% de germinación cuando la semilla no es tratada.

Para inducir la germinación de la semilla de chile piquín, INIFAP (2002) recomienda la inmersión de ésta en Ácido Giberélico a una concentración de 5 mil ppm por 24 horas a una temperatura de 30°C (+ 5°), esto se consigue al diluir 50 g del producto comercial Activol o Biogib en un litro de agua, con lo que se pueden tratar 2 Kg. de semilla.

Por otra parte, Federico (2005) recomienda el uso de Cyto-gibb (10 % de AG₃, micronutrientes y 3 % de ácidos húmicos) a razón de 5000 ppm para romper la latencia de la semilla de chile piquín, ello propició el mayor porcentaje de germinación, con un valor equivalente a 49 % por arriba del testigo (inmersión en agua) y 14 % mayor que Biogib (10 % de AG₃). Los resultados indican que fueron las 5,000 ppm de Cyto-gibb, las que indujeron valores de 60 a 80 % de germinación de la semilla de chile piquín. Mientras que García *et al.* (2004) determinan que el uso de Cyto-gibb registró un amplio porcentaje de germinación y vigor sobre el biogibb en la prueba germinación en chile piquín. En tanto que Reyna, (2005) colocó la semilla de chile piquín en una solución de Ácido Giberélico a una concentración de 5,000 ppm a una temperatura de 25° a 30°C, lo que equivale a aplicar 250 g del producto comercial "Giberelic" en un litro de agua. Los ecotipos de Saltillo y Nuevo León germinaron, tuvieron un porcentaje de germinación de 47.12% a 16 días a emergencia después de siembra, a una temperatura entre 20° y 25°C, por lo tanto, estos chiles tardan en emerger 7 días más que los chiles cultivados como los anaheim o jalapeño.

Latencia en semillas

Roberts (1972) define el término latencia como un estado en el cual una semilla viable no germina aun cuando se encuentra en condiciones favorables para germinar, esto es, cuando se encuentra bajo una adecuada temperatura, humedad y oxígeno.

Come (1981) afirma que la latencia puede ser considerada como la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones normales de imbibición, temperatura y oxigenación. De esta manera, la latencia en semillas es frecuentemente definida como un estado de suspensión o una reducción considerable de la actividad fisiológica; generalmente, este es un periodo transitorio, el cual puede ser relativamente largo, pudiendo ocurrir cambios metabólicos a medida que va disminuyendo la latencia. Sin embargo, el concepto más usual es considerar a la latencia como un período de suspensión del crecimiento durante el cual el desarrollo fisiológico y la diferenciación pueden ocurrir lentamente.

Moreno (1984) y Hartmann y Kester (1986) señalan que una semilla latente es aquella cuya germinación es impedida por mecanismos propios internos, y como semilla con letargo es aquella capaz de germinar de inmediato cuando se le expone a condiciones ambientales adecuadas.

Baskin (1985) consideran que la latencia es una adaptación a condiciones medioambientales desfavorables, lo cual es una característica de muchas especies vegetales. Siendo esta una ventaja para que la semilla pueda evadir condiciones adversas, tales como: heladas, sequías prolongadas, plagas, inundaciones, fuegos no controlados, enfermedades, etc.

Bernal (1976) menciona que una ventaja más de la semilla latente, es el bloqueo de la viviparidad, es decir, la semilla no germinará en el campo, aún cuando se le presenten condiciones favorables, principalmente de humedad, lo cual evita la germinación prematura antes de la cosecha.

Bernal (1976) señala que la desventaja fundamental de una semilla latente radica en la interferencia con el establecimiento del cultivo al dificultarse la programación de siembras, lo cual ocasiona, en caso de haberse sembrado

semilla latente, la necesidad de realizar resiembras para uniformizar el establecimiento.

Rodríguez *et al.* (2003) dicen que una de las principales limitantes para la explotación comercial del chile piquín es la latencia que presenta la semilla que ocasiona una baja germinación, la que en condiciones naturales es inferior al 5% durante el primer mes después de la siembra. Lo anterior se debe a que la semilla contiene cera epicuticular y una capa externa dura que la hacen impermeable, limitando la absorción de humedad; esto favorece la supervivencia de la especie en su hábitat natural, ya que aunque exista humedad, no todas las semillas germinan a la vez; sin embargo, es una limitante para el establecimiento en explotación comercial.

Tipos de latencia

A continuación se detallan los tipos de latencias que han sido clasificadas por Hartmann y Kester (1988) y Willan (1991).

Latencia exógena

- **Latencia física.** Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras 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 demasiados duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de la

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 las cubiertas de las semillas.

Latencia endógena

Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

- **Embriones rudimentarios.** Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endospermo al momento de la maduración del fruto. También en el endospermo existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.
- **Embriones no desarrollados.** Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

Tratamientos para romper latencia

Los tratamientos para eliminar la latencia según Patiño *et al.* (1983) y Hartmann y Kester (1988) son:

- **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; la estratificación puede ser de dos formas: Cálida (si la estratificación se realiza a temperaturas de 22 a 30 °C) o fría (si la estratificación se realiza a temperaturas de 0 a 10 °C). En el vivero también se puede estratificar empleando el mismo suelo o algún otro sustrato húmedo. La estratificación fría se realiza en invierno y la cálida en verano.
- **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.
- **Lixiviación.** El propósito es remover los inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviación es de 12 a 24 horas. Un claro ejemplo de que el agua funciona como solvente de los inhibidores de germinación es el caso de *Beta vulgaris*, Nelson *et al.*, (1984), utilizaron niveles de remojo desde un medio hasta 16 días y observo la emergencia en 75 por ciento a los siete días, mientras que el testigo apenas obtuvo un 34 por ciento.

De acuerdo a la ISTA (1996), los tratamientos para promover la germinación en semillas con latencia fisiológica son los siguientes:

- **Almacenamiento en seco.** Este es utilizado en especies en donde la latencia es de corta duración; para la cual solo se requiere que la semilla sea almacenada en un lugar seco por un período corto, para que la latencia puede ser superada en forma natural.

- **Preenfriamiento.** Las semillas que van a someterse a germinación se colocan en contacto con un sustrato húmedo, para situarse a una temperatura baja por un período previo antes de ser cambiadas a una temperatura óptima para germinación. Las semillas agrícolas de hortalizas y flores son comúnmente mantenidas a temperaturas de entre 5-10° C por un período inicial de más de 7 días. En algunos casos se puede requerir aumentar el período de preenfriamiento de acuerdo al comportamiento de la semilla.

- **Pre calentamiento ó presecado.** Las semillas que van a ponerse a germinar son secadas a una temperatura que no debe exceder de 30-35° C, con aire circulante por un periodo de más de 7 días antes de ser colocadas en condiciones óptimas de germinación. En algunos casos puede ser necesario extender el período de presecado en la semilla. Para ciertas especies tropicales y subtropicales, deben ser usadas temperaturas de pre calentamiento de entre 40- 45° C (Por ejemplo, *Arachis hypogea*: 40° C; *Oryza sativa*: 50° C).

- **Luz.** Las semillas en ensayo de germinación a temperaturas alternas, deberán ser iluminadas como mínimo 8 hr en ciclos de cada 24 hr y durante el periodo de alta temperatura. La intensidad de la luz debe ser de aproximadamente 750-1250 lux de lámparas de luz blanca. Se recomienda especialmente la iluminación para ciertos pastos tropicales y subtropicales (por ejemplo, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero # 2 dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila, México.

Material genético

El material utilizado en este trabajo fue semilla de chile piquín o del monte (*Capsicum annum*, var. *aviculare* Dierb), se encuentra difundida ampliamente en todo México en forma silvestre principalmente en zonas bajas. Extraída de frutos maduros (rojos) cultivados en Saltillo, Coahuila.

Descripción de tratamientos

Productos orgánicos

Se utilizó líquido de lombriz extraído de lombricomposta producida en la UAAAN, dicho líquido fue utilizado a 7 diferentes concentraciones (2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15 y 20%), tomando como 100% el líquido original extraído, además se utilizaron 3 testigos, uno de ellos fue un producto comercial (Biogib), otro fue inmersión de la semilla durante 5 minutos en agua caliente (50 °C) y un testigo absoluto que fue (agua), sumando 10 tratamientos con 3 repeticiones cada uno

La semilla de los tratamientos fue embebida durante 24 horas a excepción del tratamiento de agua caliente que solo fue embebida 5 minutos, al paso de este tiempo la semilla se dejó secar y se prosiguió a ser sembrada.

Cuadro 3.1 Descripción de tratamientos utilizados en la semilla de chile piquín en el presente trabajo.

Tratamiento	Descripción	Tiempo de imbibición	Imbibición en ml
1	Agua (Testigo Absoluto)	24 hrs.	10 ml
2	Agua 50° C	5 min.	10 ml
3	Biogib GA ₃ (Acido Giberélico) a 5000ppm	24 hrs.	10 ml
4	Líquido de lombriz 2.5%	24 hrs.	10 ml
5	Líquido de lombriz 5%	24 hrs.	10 ml
6	Líquido de lombriz 7.5%	24 hrs.	10 ml
7	Líquido de lombriz 10%	24 hrs.	10 ml
8	Líquido de lombriz 12.5%	24 hrs.	10 ml
9	Líquido de lombriz 15%	24 hrs.	10 ml
10	Líquido de lombriz 20%	24 hrs.	10 ml

Biogib* 10 PS

BIOGIB* 10 PS es un estimulante de crecimiento vegetal hecho a base de ácido giberélico (GA₃) que puede ser utilizado en hortalizas, frutales, forrajes ornamentales, donde actúa uniformizando la floración, acelera la germinación de semillas, mejora el amarre, desarrollo de frutos y brotación de tubérculos. BIOGIB* 10 PS es compatible con insecticidas y fungicidas de acción neutra.

Figura 3.1 Ingredientes y concentraciones de el producto Biogib* 10 PS

Regulador de crecimiento	
Polvo soluble	
Producto registrado	
COMPOSICION PORCENTUAL:	Porcentaje en peso
Ingrediente activo:	
Acido giberélico (GA3)	
No menos de:.....	10%
Ingredientes inertes:	
Diluyentes y acondicionadores	
No más de:.....	90%
Total:.....	100%

Aqua (Testigo absoluto)

Es la humedad que se requirió únicamente para embeber la semilla y darle las condiciones que requería la semilla.

Trabajo en el laboratorio

Preparación de la semilla

- **13 de Mayo.** Para la preparación de la semilla se contó con el humus líquido de lombriz a una concentración del 100%, también con el ácido giberélico (Biogib*¹⁰ PS) y con materiales de laboratorio como son: pipetas, probetas graduadas, vasos de precipitados y las cajas petri para hacer las diferentes concentraciones donde se pondrían a embeber las

semillas de los tratamientos, a continuación en el Cuadro 3.2 se describe la preparación de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 3.2 Preparación de cada uno de los tratamientos.

Tratamiento		Cantidad de agua	Concentración
1	100 ml de agua		
2	100 ml de agua a 50° C durante 5 min.		
3	5 gr de Acido giberélico	100 ml	100 ml ac. Gib a 5000ppm
4	2.5 ml Líq. de lomb. (100%)	97.5 ml	100 ml liquido Lombriz. al 2.5%
5	5 ml Líq. de lomb. (100%)	95 ml	100 ml liq.. Lomb. al 5%
6	7.5 ml Líq. de lomb. (100%)	92.5 ml	100 ml liq. Lomb. al 7.5%
7	10 ml Líq. de lomb. (100%)	90 ml	100 ml liq. Lomb. al 10%
8	12.5 ml Líq. de lomb. (100%)	87.5 ml	100 ml liq. Lomb. al 12.5%
9	15 ml Líq. de lomb. (100%)	85 ml	100 ml liq. Lomb. al 15%
10	20 ml Líq. de lomb. (100%)	80 ml	100 ml liq. Lomb. al 20%

Luego de tener listo las concentraciones, la semilla de 9 tratamientos (1,3,4,5,6,7,8,9,10) fueron puestas en imbibición dentro de cajas petri de cristal a las 3:30 pm durante 24 horas.

- **14 de Mayo.** El tratamiento 2 fue puesto en imbibición durante 5 minutos a una temperatura de 50 °C a las 3:25 pm. Pasado ese tiempo todos los tratamientos fueron retirados de la imbibición exactamente a las 3:30 pm.

Siembra

La siembra se realizó el día 14 de mayo del 2011 en el Laboratorio de Agrotécnia, teniendo las semillas previamente tratadas.

Variables evaluadas

Germinación estándar (GS)

Se realizaron 3 repeticiones con 50 semillas cada una, sembradas en charolas de hielo seco de 200 cavidades, posteriormente las cajas ya sembradas fueron llevadas al invernadero #2 de la UAAAN durante 25 días se contabilizó únicamente las plántulas germinadas, las cuales fueron reportadas en porcentaje.

Longitud media de plúmula y radícula (LMP y LMR)

Las plantas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula y radícula provinieron de plantas normales y uniformes de la prueba de germinación estándar las cuales fueron dos plantas utilizadas 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 solo se dividieron para la obtención de una media general por repetición para cada tratamiento.

Peso fresco de plúmula y radícula (PFP y PFR)

Se tomaron dos plántulas por repetición de las pruebas anteriores de longitud media de plúmula y radícula de cada uno de los tratamientos. Se pesaron en una balanza analítica y el resultado fue un promedio del peso obtenido de las dos plántulas, este dato fue expresado en miligramos por plántula.

Peso seco de plúmula y radícula (PSP y PSR)

Las plántulas utilizadas para determinar el peso seco fueron las mismas a las que se les determinó el peso fresco pesando las dos plántulas correspondientes a cada tratamiento. Las plantas fueron llevadas a una estufa a una temperatura de 65 °C por 72 horas, luego de ser secadas 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 V. 9.0 y la comparación de medias de DMS.

El modelo lineal utilizado fue:

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

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.

IV. RESULTADOS

El análisis de varianza (Cuadro 4.1), para las variables GS, LMP y LMR presentaron diferencias estadísticas al nivel de $P \leq 0.01$ en la fuente de variación tratamientos con un coeficiente de variación 39.20, 8.66 y 13.43%. En las siguientes variables PFP, PSP, PFR, PSR no se presentaron diferencias estadísticas.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas con el producto de humus líquido de lombriz.

FV	GL	Variables						
		GS	PFP	PSP	PFR	PSR	LMP	LMR
Tratamientos	9	157.333282 **	0.000158	0.000012	0.000034	0.000014	0.286818 *	2.930705 *
Error	20	36.133350	0.000090	0.000009	0.000025	0.000007	0.092667	1.184747
C.V (%)		39.20 %	24.64 %	28.46 %	43.92 %	30.52 %	8.66 %	13.43 %

FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; C.V= Coeficiente de Variación; *, **, Denotan el nivel de 0.05 y 0.01% de probabilidad; NS=No Significativo; GS = Germinación estándar; PFP = Peso Fresco de Plúmula; PSP = Peso Seco de Plúmula; PFR= Peso Fresco de Radícula; PSR= Peso Seco de Radícula; LMP = Longitud media de Plúmula; LMR = Longitud media de Radícula.

Cuadro 4.2 Comparación de medias (DMS) de las diferentes variables evaluadas, en germinación de la semilla de chile piquín.

Tratamiento	GS	PFP	PSP	PFR	PSR	LMP	LMR
1	5.333 D	0.034000	0.010667	0.008333	0.007333	3.1167 DE	7.9167 ABCD
2	12.000 BCD	0.033667	0.011000	0.009000	0.008333	3.1833 CDE	8.1000 ABCD
3	5.333 D	0.036667	0.012333	0.010000	0.009333	3.6500 ABC	9.0000 AB
4	22.000 AB	0.041000	0.012667	0.015667	0.012333	3.7167 AB	9.6500 A
5	14.667 ABCD	0.048667	0.011333	0.013333	0.011333	3.3667 BCDE	8.8333 ABC
6	24.000 A	0.028000	0.007667	0.009667	0.00600	3.0833 E	7.4167 BCD
7	24.667 A	0.036333	0.010333	0.009667	0.007667	3.6333 ABCD	8.1500 ABCD
8	19.333 ABC	0.052333	0.014000	0.012333	0.010000	3.7167 AB	8.6667 ABC
9	16.667 ABC	0.035000	0.009667	0.018000	0.008333	4.0167 A	7.0000 CD
10	9.333 CD	0.039667	0.009667	0.007333	0.005667	3.6500 ABC	6.4833 D

Germinación Estándar (GS)

El análisis de varianza (Cuadro 4.1) detectó diferencias altamente significativa (α 0.01), para esta variable. En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 4.2 se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 7 (humus líquido de lombriz al 10%) con 24.67%, seguido del tratamiento 6 (humus líquido de lombriz al 7.5%) con 24% y el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 22 % superando el resto de los tratamientos incluyendo los testigos, se observa también que los tratamientos que reportaron menor respuesta fueron el tratamiento 1 (testigo absoluto con agua) y el 3 (ácido giberélico 5000ppm) con 5.33% respectivamente (Figura 4.1).

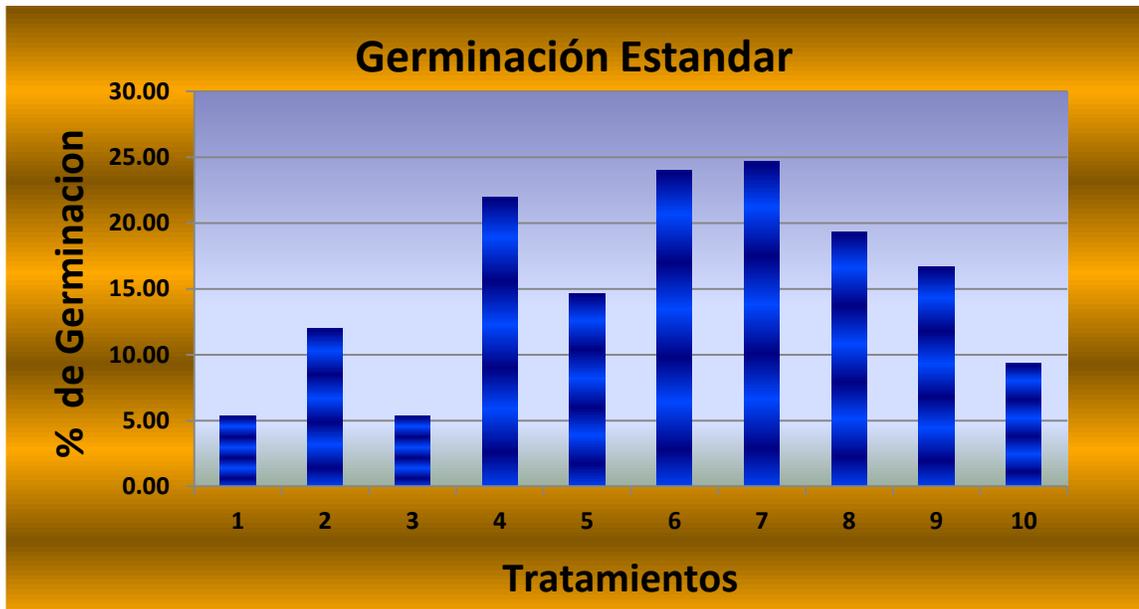


Figura 4.1 Germinación Estándar de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Velocidad de Germinación (VG)

En la Figura 4.2 Se puede observar la velocidad de germinación de las plantas por tratamiento a través del tiempo, en la cual se observa que los tratamientos con mejor respuesta fueron el 7 (humus líquido de lombriz al 10%) con 24.67%, seguido del tratamiento 6 (humus líquido de lombriz al 7.5%) con 24%, y el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 22% superando al resto de los tratamientos, muestra también que los tratamientos que tuvieron menor respuesta fueron el tratamiento 1 (testigo absoluto Agua) y el 3 (ácido giberélico 5000ppm) con 5.33% de germinación.

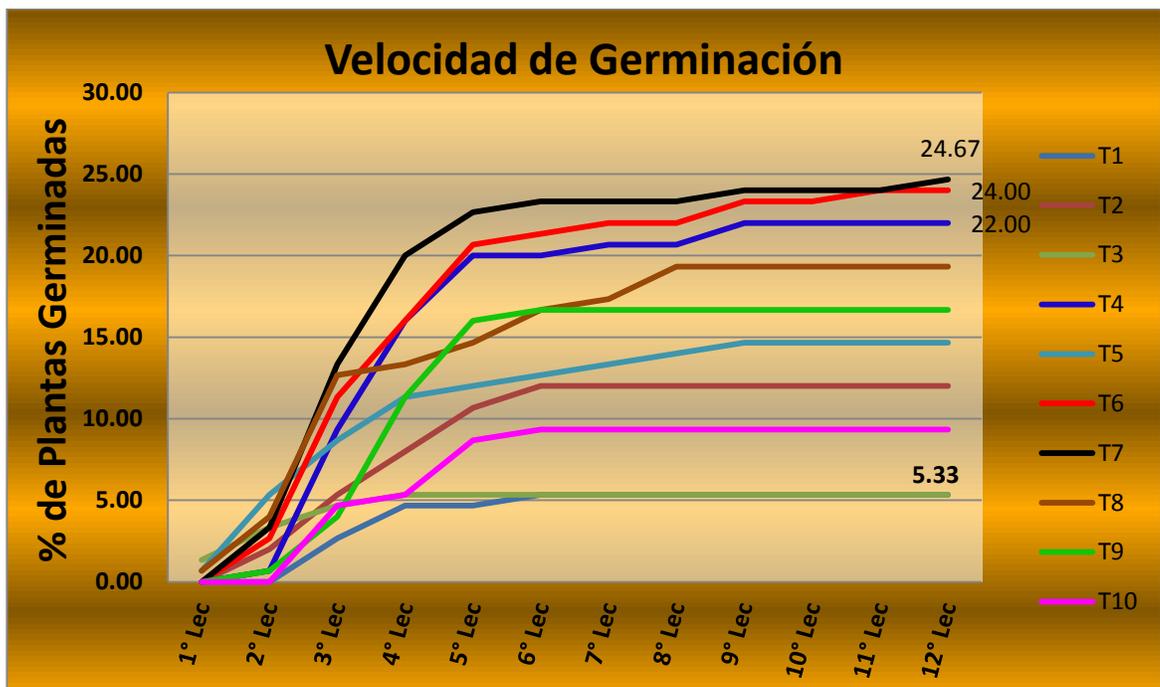


Figura 4.2 Velocidad de Germinación de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Peso Fresco de Plántula o Plúmula (PFP)

Para esta variable el análisis de varianza no detectó diferencia significativa por lo que estadísticamente se considera que son iguales, sin embargo las medias del Cuadro 4.2 muestra que los tratamientos con mejor respuesta fueron el 8 (humus líquido de lombriz al 12.5%) con 0.052333 gr, seguido del tratamiento 5 (humus líquido de lombriz al 5%) con 0.048667 gr, y el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con una media de 0.041 gr, superando al resto de los tratamientos en forma numérica, muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 6 (humus líquido de lombriz al 7.5%) con 0.028 gr. (Figura 4.3).

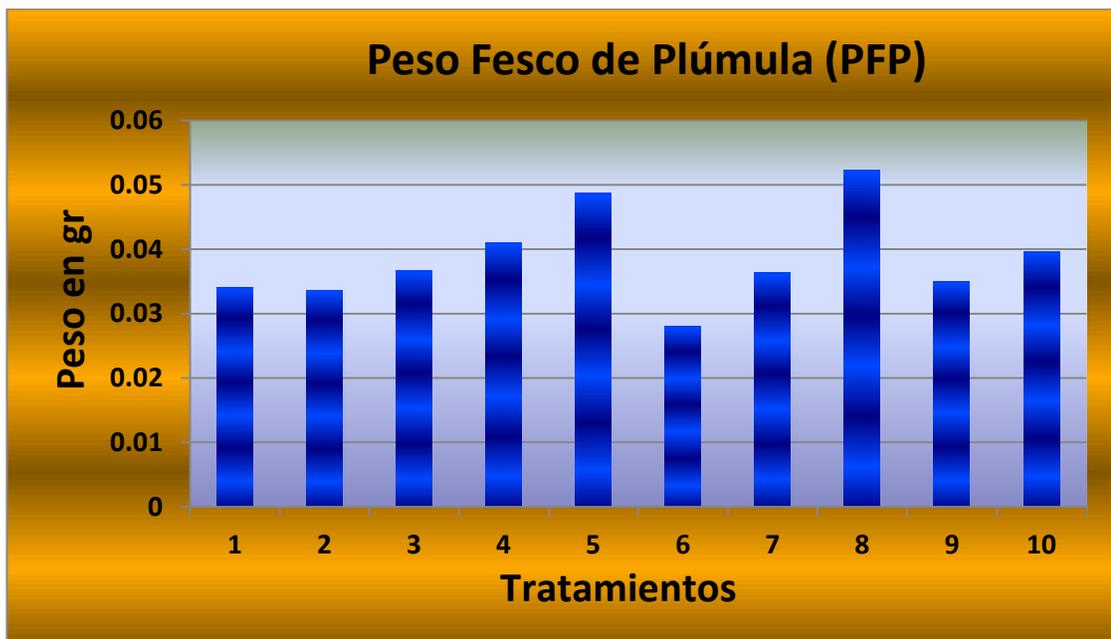


Figura 4.3 Peso Fresco de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Peso Seco de Plúmula (PSP)

Para esta variable el análisis de varianza no detectó diferencia significativa por lo que estadísticamente se considera que son iguales, sin embargo en las medias del Cuadro 4.2 se puede observar que el tratamiento 8 (humus líquido de lombriz al 12.5%) muestra el valor más alto con 0.014 gr, seguido por el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 0.012667 gr, superando a los demás tratamientos y a los testigos, mientras que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 6 (humus líquido de lombriz al 7.5%) con 0.007667 gr. (Figura 4.4).

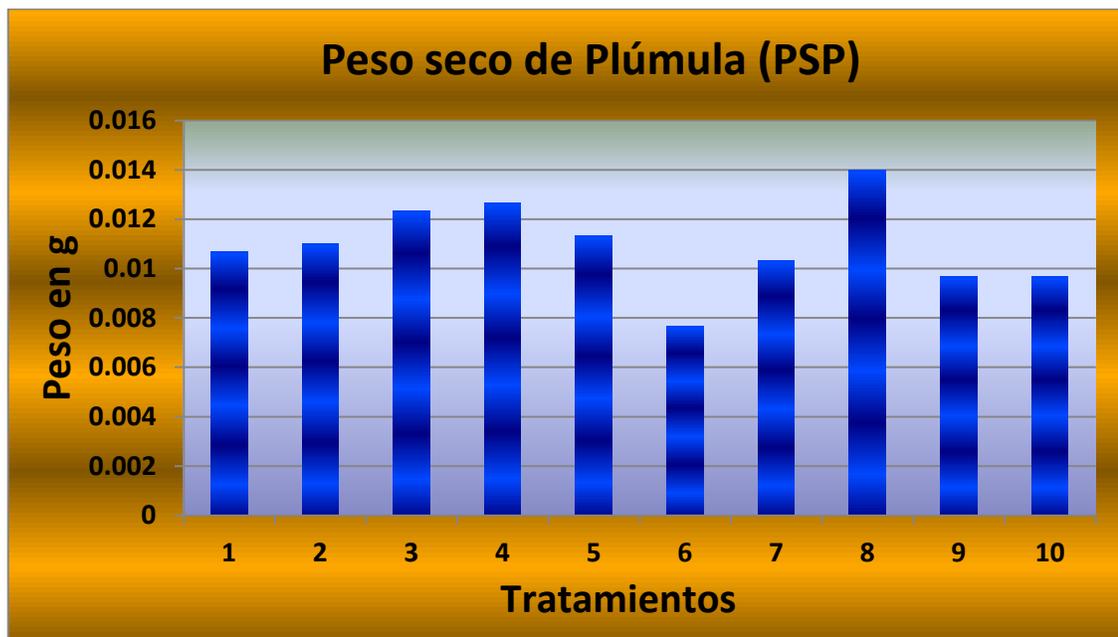


Figura 4.4 Peso seco de plántulas de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos

Peso Fresco de Radícula (PFR)

Para esta variable el análisis de varianza no detectó diferencia significativa por lo que estadísticamente se considera que son iguales, sin embargo las medias del Cuadro 4.2 muestra que los tratamientos con mejor respuesta fueron el 9 (humus líquido de lombriz al 15%) con 0.018 gr, seguido por el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 0.015667 gr y el tratamiento 5 (humus líquido de lombriz al 5%) con 0.013333 gr superando al resto de los tratamientos, muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 10 (humus líquido de lombriz al 20%) con 0.007333 gr. (Figura 4.5).

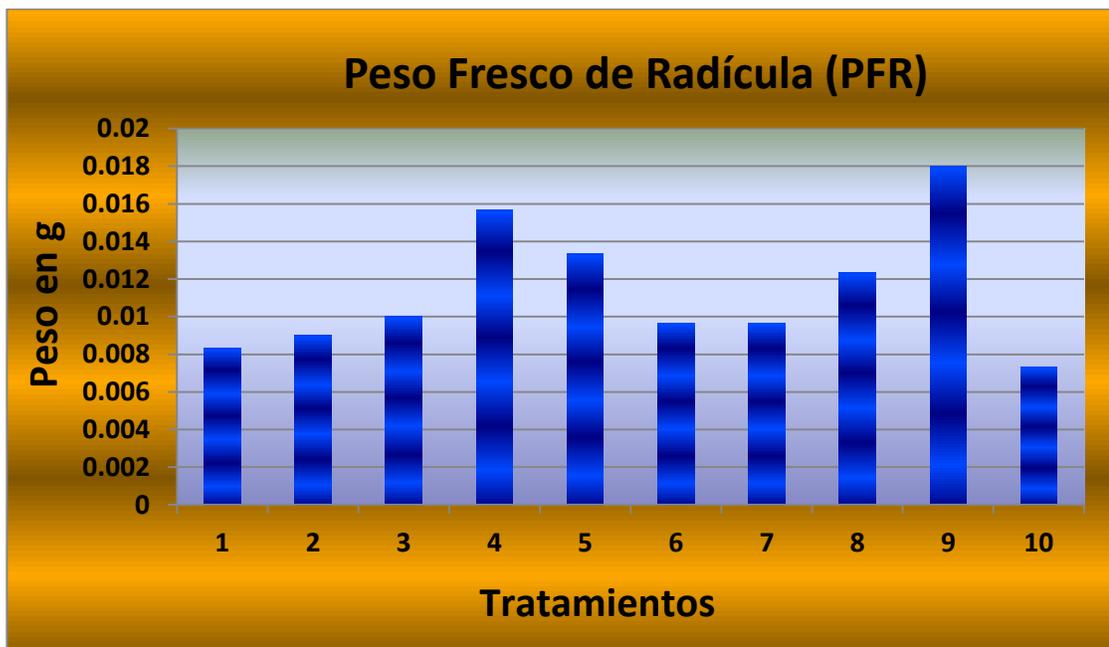


Figura 4.5 Peso Fresco de Radícula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Peso Seco de Radícula (PSR)

Para esta variable el análisis de varianza no detectó diferencia significativa por lo que estadísticamente se considera que son iguales, sin embargo las medias del Cuadro 4.2 muestra que los tratamientos con mejor respuesta fueron el 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 0.012333 gr, seguido por el tratamiento 5 (humus líquido de lombriz al 5%) con 0.011333 gr y el tratamiento 8 (humus líquido de lombriz al 12.5%) con 0.01 gr superando al resto de los tratamientos, muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 10 (humus líquido de lombriz al 20%) con 0.005667 gr. (Figura 4.6)

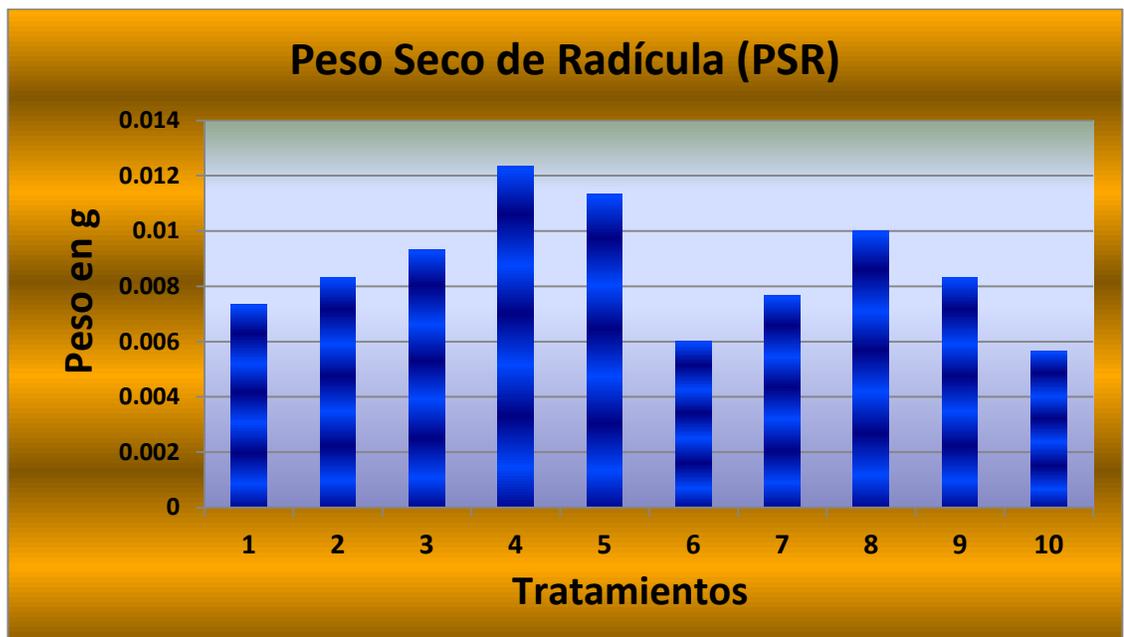


Figura 4.6 Peso Seco de Radícula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Longitud Media de la Plúmula (LMP)

Para esta variable el análisis de varianza (α 0.05) detectó diferencia significativa, en la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 4.2 observamos que el tratamiento 9 (humus líquido de lombriz al 15%) se comportó numéricamente mejor con 4.0167 cm, seguido del tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%) con 3.7167 cm, y los tratamientos 3 (ácido giberélico 5000ppm) y 10 (humus líquido de lombriz al 20%) con 3.65 cm cada uno, superando al resto de los tratamientos incluyendo a los testigos, mientras que el tratamiento 6 (humus líquido de lombriz al 7.5%) con 3.0833 cm, el cual reportó ser el que menor respuesta tuvo en esta variable (Figura 4.7).

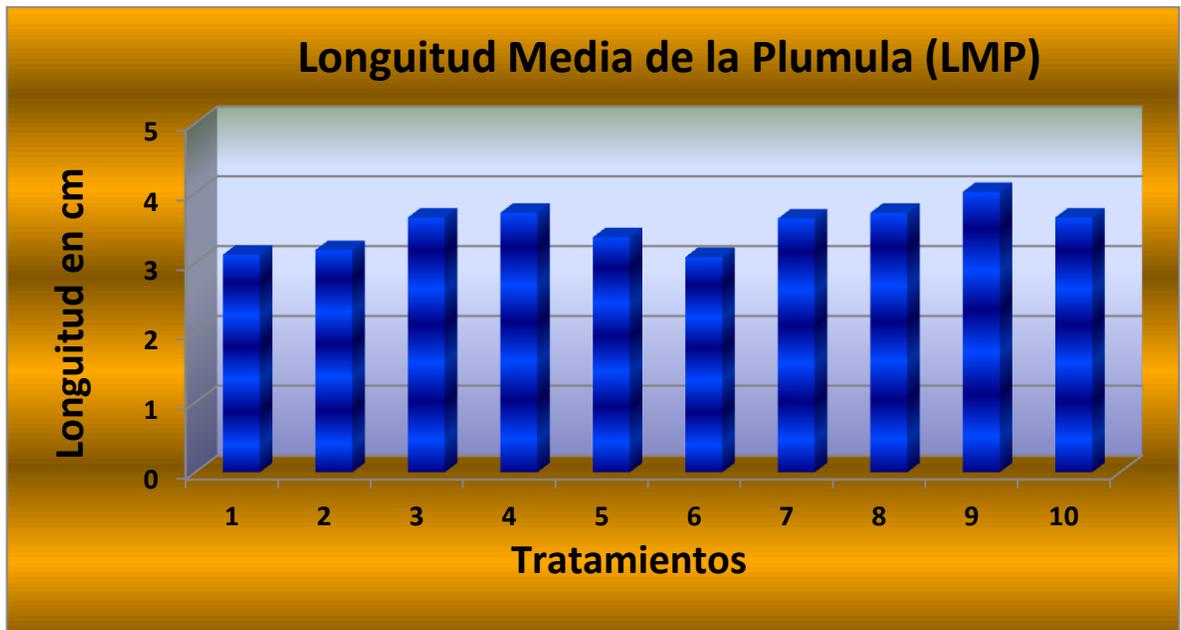


Figura 4.7 Longitud Media de Plúmula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos.

Longitud Media de Radícula (LMR)

Para esta variable el análisis de varianza (α 0.05) detectó diferencia significativa, en la comparación de medias (DMS) Cuadro 4.2 muestra que el tratamiento 4 (humus líquido de lombriz al 2.5%), se comportó mejor con un valor de 9.65 cm, seguido del tratamiento 3 (ácido giberélico 5000ppm) con 9 cm, superando a los testigos, el tratamiento con menor respuesta fue el 10 (humus líquido de lombriz al 20%) con una media de 6.4833 cm. (Figura 4.8).

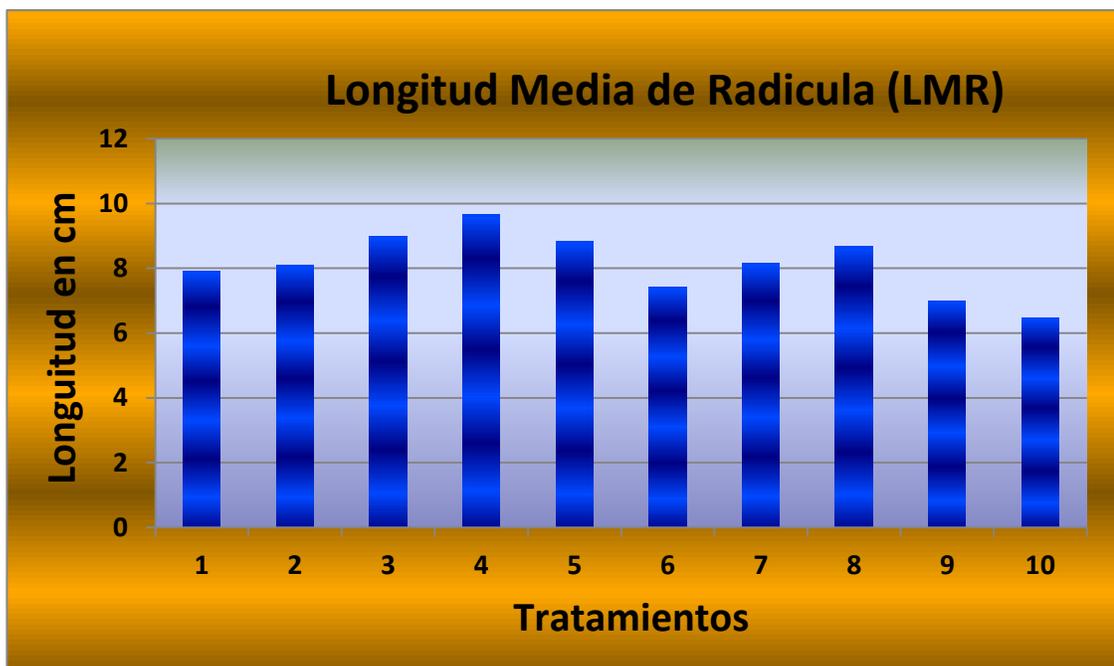


Figura 4.8 Longitud Media de Radícula de Plántula de *Capsicum annum* tratada con productos orgánicos

V. DISCUSIÓN

El producto orgánico empleado para la prueba de germinación, mostró que aplicando bajas concentraciones de humus líquido de lombriz promovían una mayor germinación de la semilla.

El humus líquido de lombriz si presenta efectos positivos en la germinación de semilla pero estos deben ser aplicados en concentraciones adecuadas, ya que si se aplican concentraciones muy bajas no presentarán los efectos esperados, en cambio si se aplica a elevadas concentraciones inhibe la germinación, esto nos dice que las concentraciones más altas fueron toxicas para la semilla, por lo tanto, el humus líquido de lombriz al 10, 7.5 y 2.5% fueron los que incrementaron mayormente la germinación, el hecho de que el humus líquido de lombriz haya presentado una mayor germinación tal vez fue por los componentes que estos pueden contener como: auxinas, giberelinas, citocininas y elementos menores todos en bajas concentraciones, se cree que estos productos por su pH funcionan como escarificadores de la semilla, también por el hecho de ser líquido tiene una penetración mayor sobre la semilla, al final, el humus líquido de lombriz no solo incrementaron la germinación, sino también la velocidad de germinación.

El producto Biogib* 10 PS a la concentración de 5000ppm se comportó igual que el tratamiento absoluto (agua), la concentración aplicada de ácido giberélico no tuvo ningún efecto sobre la germinación, sin embargo, INIFAP (2002) recomienda la inmersión de ésta en Ácido Giberélico a una concentración de 5 mil ppm por 24 horas a una temperatura de 30°C (+ 5°), para promover la germinación de la semilla de chile piquín.

Aplicando el tratamiento de agua 50°C durante 5 minutos el porcentaje de germinación se elevó hasta 12%, casi el doble que los tratamientos T1 y T3, lo cual concuerda con lo reportado por Villalón *et al.* (2002), que el agua a 50°C por cinco minutos aumenta el porcentaje de germinación de semillas de chile piquín.

En las pruebas de pesos frescos, los tratamientos con humus líquido de lombriz fueron los mejores, ya que las plántulas de dichos tratamientos, eran más suculentas y robustas que las plántulas de los tratamientos testigos lo cual tal vez se debió a que los productos orgánicos además de contener hormonas, también contienen varios nutrientes que los productos inorgánicos no presentan.

En las pruebas de peso seco se pudo apreciar que los tratamientos con humus líquido de lombriz tuvieron mejor respuesta que los tratamientos con productos inorgánicos demostrando que los productos orgánicos tienen efectos positivos respecto a la cantidad de materia seca

En las variables PFP, PSP, PFR, PSR, el análisis de varianza no encontró diferencias significativas, únicamente en las variables LMP, LMR, sin embargo se observa que los productos orgánicos aparte de incrementar la germinación propician un mejor desarrollo de plúmula y radícula por los compuestos que contiene y eso es importante en este tipo de plántulas, ya que se puede lograr una mejor plántula.

VI. CONCLUSIÓN

La investigación realizada demostró aumentos significativos en los parámetros evaluados, superando a los testigo que fueron agua, agua 50 °C/ 5 minutos y el producto comercial Biogib* 10 PS (5000ppm).

En este trabajo se evaluaron diferentes variables pero el objetivo principal de este trabajo fue incrementar la germinación de la semilla de chile piquín por lo que en base a estos resultados asumimos que el mejor tratamiento para los objetivos de este trabajo fue **humus líquido de lombriz al 10%** con 24.67% seguido del **humus líquido de lombriz al 7.5%** con 24% de germinación, ya que incrementaron considerablemente la germinación a comparación de los testigos.

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 (humus líquido de lombriz) a una determinada concentración estimulan la germinación de chile piquín siendo mejor que algunos tratamientos utilizados para promover la germinación, y que tiene efectos sobre las etapas de crecimiento inicial de la plántula.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliamente la utilización de humus líquido de lombriz al 10% para promover la germinación de chile piquín, ya que esta semilla por su rusticidad es una semilla dura, difícil de germinar, también se ha observado que el proceso de germinación es bastante largo (hasta más de 30 días), por lo que al aplicar este producto se reducen considerablemente los tiempos de germinación y se incrementa el porcentaje, además este tipo de productos orgánicos influyen positivamente en el desarrollo inicial de la plántula originando por consiguiente un mejor desarrollo del cultivo.
- También se recomienda en posteriores trabajos la aplicación de humus líquido de lombriz a los porcentajes que mejor desempeño tuvieron combinándolos con los tratamientos de agua caliente a 50°C y diferentes concentraciones de ácido giberélico para ver la respuesta en conjunto de los tratamientos, ya que las cantidades de hormonas que contienen los productos orgánicos es demasiado baja por lo que asumimos que al combinarlos pudiera ver un efecto mejor.

VIII. LITERATURA CITADA

- Asraf, M., and M.R. Foolad 2005. Pre-sowing seed treatment-ashotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non saline conditions. *Adv. Agron.* 88:223-271.
- Baskin, M. J. y C. C. Baskin. 1985. The Annual Dormancy Cycle In Buried Weed Seeds: A Continuum. *BioScience* 35(8): 492 – 498.
- Basset, M. J. 1986. *Breeding Vegetables Crops*. A VI Publishing Company, Inc. United States of America.
- Bernal, J. E. 1976. Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. *Investigaciones Agropecuarias Serie de Informes de Conferencias Cursos y Reuniones*. No. 29. Maracay, Venezuela. pp. 25 – 37.
- Bradford, K.J. 1990. A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiol.* 94:840-849.
- Camacho M., F. 1994. *Dormición de Semillas*. Editorial Trillas. México. p. 9,13.
- Cedillo. N. E. 2002. Inducción de la germinación de chile piquín (*Capsicum annum* L., var. *aviculare* Dierb.) Tesis de Licenciatura. Unidad Académica Multidisciplinaria, U. A. T. 47 Pág.
- Chartzoulakis, K., and G. Klapaki. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hort.* 86: 247-260.
- Comé, D. 1981. Problems of embryonal dormancy as exemplified by apple embryo. *Israel Journ. Bot.* 29 : 145 – 57
- Connor, R S. 1994. *Ecología de Cultivos*, editorial Aedos. S.A. mundi- prensa Barcelona.
- Dávila F. H. 2005. *Exportador de Hortalizas*. Agromex de vegetales SA de CV. Calle 5 No. 245. Col. Vista hermosa Saltillo, Coahuila México (Com. Personal

- Federico, A. G. 2005 Promoción de la germinación de la semilla de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare* Dierb) III Encuentro Nacional Académico de la Educación Tecnológica Agropecuaria “El Desarrollo Sustentable de la Educación Tecnológica Agropecuaria, reto de Calidad y Pertinencia” Guadalajara, Jalisco. Octubre 2005.
- 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. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- García *et al.*, 2004. calidad fisiológica de la semilla de chile piquín (*capsicum annuum* var. *aviculare*) de dos localidades de querétaro.
- Hartmann, H. T. y D.E. Kester, 1986. Propagación de plantas, principios y practicas. 6ª impresión en español. México, D. F. Ed. Continental. pp. 145.
- Hartman, H.T y D. E Kester 1999. Propagación de plantas 2a. Edición, Editorial CECSA. México.138-140 pp.
- INIFAP, 2002 Tecnología para incrementar germinación y conservar especiessilvestres de chile piquín. Ficha Tecnológica 2002 Por Sistema Producto.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing seed Sci. and Technol. 13 (2) : 322. Holanda.
- Jann, R.C., and R.D. Amen. 1977. What is germination ?. In the physiology and biochemistry of seed germination, A.A. Khan, ed. Amsterdam: North- Holland Publishing Co., pp. 7-28.
- Khan, M.A., L.A. Ungar, and A.M. Showalter. 2000. Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon reurvum*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31:2763-2774.
- LFPCCS (2007) Ley federal de producción, certificación y comercio de semillas, *Nueva Ley DOF 15-06-2007*
- Mayer, A. M and. A. Poljakoff – Mayber. 1982. The germination of seeds. 4a ed. Pergamon Press Ltd. New York. pp 35 – 38.
- Meyer, B. S., D. B. Anderson y R. H. Bohning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 59 – 60, 61 – 70.

- Morales L.,A; R. L. Pérez; I. O. M. Vázquez; y L. A. R. del Bosque 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Facultad de Ciencias Biológicas (UANL). 120 p.
- Moreno M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp.103 – 114.
- Nelson, J.; A Jenkins. and G. C Sharples. 1984. Soaking and other seed pretreatment effects on germination and emergence sugarbeets at high temperatures. *Journal of seed technology*. 9(1):79-86
- Patiño, F.; P de La Garza,.; Y Villagomez,.; I Talavera. y F Camacho,. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D. F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría forestal. Boletín divulgativo N° 63. 181 p.
- Pérez G., M, F. M. Sánchez y A. P. Lomelí. 1997. Mejoramiento genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*. 25:683691.
- Pollock, B. M. y V. K. Toole. 1962. Postmaduración, periodo de reposo ylatencia. en semillas. USDA. Ed. Cia. Ed. Cont., S. A. México. p. 201 – 212
- Pozo. C. O. 2003. Diversidad e importancia de los chiles silvestre. Memorias del 1er. Simposio Regional sobre chile piquín. INIFAP campo experimental Río Bravo, Tamaulipas, México. 17-19p.
- Rodríguez, L. A., O. P. Campodonico; M. Ramírez; F. J. Silva; R. Zúñiga; R. Sánchez; T. Medina y H. Villalón. 2002. Effect of shading on growth and yield of 10 accessions of piquin pepper (*Capsicum annum* L. var *aviculare*) in four locations of northeastern Mexico. *Proceedings 16th International Pepper*. 104 p.
- Rodríguez del B. L. A, M. Ramírez y O. Pozo. 2003. El cultivo de chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. Memoria del 1er. Simposio Regional sobre chile piquín. Avances de Investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAPCIRNE. Campo experimental Río Bravo, Tamaulipas. Publicación especial, num. 26 México. pp 1-16.
- Ramírez, M. M. 1989. Clasificación de genotipos de chile serrano *Capsicum annum* L. según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas. Tesis maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 115 p.

- Ramírez, M. M. 2001 Inducción de la germinación de chile piquín. 13° Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México (Memoria). 31 p.
- Reyna, A. J. J. 2005. Producción de planta de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare* Dierb) Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 33 p.
- Roberts, E. H. 1972. Viability of Seed. Syracuse University Press
- Rodríguez *et al* (2003), El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México, 1 SIMPOSIO REGIONAL SOBRE CHILE PIQUIN, (Avances de Investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional del Recurso Silvestre), publicación especial No. 26.
- Ruiz, O., M; D. Nieto R. Larios. 1962. Tratado elemental de Botánica. Ed. Cient. Latino Americana Larios. México. pp.730

Citas en internet

<http://oMega.ilce.edu>

<http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/1-art2.pdf>

<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd58/lainve.html>.

http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

<http://elsurco.com.sv/productos.php?id=99>

APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza realizado para la variable de germinación estándar (GS).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	1415.999512	157.333282	4.3542	0.003
Error Exp.	20	722.666992	36.133350		
Total	29	2138.666504			

C.V. = 39.20 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A2. Análisis de varianza realizado para la variable de peso fresco de plúmula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	0.001423	0.000158	1.7514	0.142
Error Exp.	20	0.001806	0.000090		
Total	29	0.003229			

C.V. = 24.64 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A3. Análisis de varianza realizado para la variable de peso seco de plúmula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	0.000111	0.000012	1.4415	0.236
Error Exp.	9	0.000172	0.000009		
Total	29	0.000283			

C.V. = 28.46 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A4. Análisis de varianza realizado para la variable de peso fresco de radícula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	0.000309	0.000034	1.3801	0.261
Error Exp.	9	0.000498	0.000025		
Total	29	0.000807			

C.V. = 43.92 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza realizado para la variable de peso seco de radícula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	0.000125	0.000014	2.0942	0.081
Error Exp.	9	0.000132	0.000007		
Total	29	0.000257			

C.V. = 30.52 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A6. Análisis de varianza realizado para la variable de longitud media de plúmula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	2.581360	0.286818	3.0952	0.017
Error Exp.	9	1.853333	0.092667		
Total	29	4.434692			

C.V. = 8.66 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo

Cuadro A7. Análisis de varianza realizado para la variable de longitud media de radícula.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento.	9	26.376343	2.930705	2.4737	0.044
Error Exp.	9	23.694946	1.184747		
Total	29	50.071289			

C.V. = 13.43 %

** = Altamente significativo

* = Significativos

NS = No significativo