

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Métodos para Romper Latencia y Promoción de la Germinación
en Seis Genotipos de Chile (*Capsicum annum* L.)

Por:

JOEL MONTOYA JUÁREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Métodos para Romper Latencia y Promoción de la Germinación
en Seis Genotipos de Chile (*Capsicum annuum* L.)

Por:

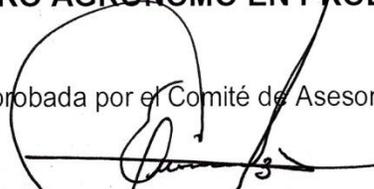
JOEL MONTOYA JUÁREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

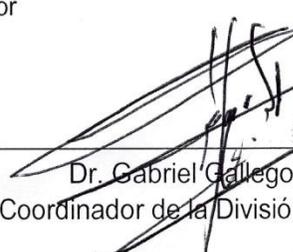
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Asesor Principal


Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez
Coasesor


M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Mayo, 2018

INDICE DE CONTENIDO

Descripción	Página
Índice de contenido.....	i
Índice de cuadros.....	iii
Índice de figuras.....	iv
Agradecimientos	v
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	ix
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Origen y distribución del cultivo de chile.....	5
Generalidades del cultivo de chile.....	6
Producción de chile en México.....	6
Concepto de semilla.....	7
Germinación.....	8
Condiciones para la germinación.....	9
Factores que afectan a la germinación.....	9
Factores internos de la semilla.....	9
Factores externos de la semilla.....	10
Latencia de semillas.....	12
Tipos de latencia.....	13
Métodos para romper latencia.....	15
Fitorreguladores de las plantas.....	17
Lombricultura.....	18
Lombricomposta.....	19
Usos y aplicación de la lombricomposta.....	19
Líquido de lombricomposta.....	20
Beneficios de utilizar productos derivados de la lombricomposta.....	21
Trabajos de investigación realizados utilizando productos orgánicos....	21
MATERIALES Y METODOS.....	24
Localización del área experimental.....	24
Material genético utilizado.....	24
Tratamientos.....	25
Descripción de tratamientos.....	25
Metodología.....	27
Invernadero.....	27
Parámetros evaluados.....	28
Diseño experimental.....	29
RESULTADOS Y DISCUSION.....	31

Análisis de varianza.....	31
Comparación de medias.....	32
Porcentaje de germinación de semilla.....	32
Peso seco de planta.....	35
Longitud media de raíz.....	39
Longitud media de plántula.....	42
DISCUSION.....	46
CONCLUSIONES.....	48
LITERATURA CITADA.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.1	Relación de genotipos de semillas utilizados.....	24
3.2	Relación de tratamientos y dosis utilizadas en semillas de los genotipos utilizados.....	25
4.1	Cuadros medios de análisis de varianza para las variables evaluadas en seis genotipos de chile y cinco tratamientos para evaluar la calidad fisiológica.....	32
4.2	Comparación de medias del porcentaje de germinación de semillas (P.G.S.) de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.....	33
4.3	Comparación de medias de peso seco de planta (P.S.P.), de los seis genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.....	37
4.4	Comparación de medias de longitud media de raíz (L.M.R.) de los seis genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.....	40
4.5	Comparación de medias de longitud media de planta (L.M.P.) en cm. de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
4.1	Comparación de medias de genotipos del Porcentaje de Germinación de semillas de seis genotipos de chile con cinco tratamientos para promover la germinación.....	34
4.2	Comparación de medias de tratamientos del porcentaje de germinación de semillas de seis genotipos de chile con cinco Tratamientos para promover la germinación.....	35
4.3	Comparación de medias de genotipos de peso seco de planta de seis genotipos de chile con cinco tratamientos para Promover la germinación.....	38
4.4	Comparación de medias de tratamientos de peso seco de plantas de seis genotipos de chiles con cinco tratamientos para promover la germinación.....	39
4.5	Comparación de medias de genotipos de longitud media de raíz de seis genotipos de chile con cinco tratamientos para promover la germinación.....	41
4.6	Comparación de medias de tratamientos de longitud media de raíz de seis genotipos de chile con cinco tratamientos para promover la germinación.....	42
4.7	Comparación de medias de genotipos de longitud media de planta de seis genotipos de chiles con cinco tratamientos para promover la germinación.....	44
4.8	Comparación de medias de tratamientos de longitud media de planta de seis genotipos de chiles con cinco tratamientos para promover la germinación.....	45
4.9	Por ciento de germinación en semillas de maíz tratadas con productos de origen orgánico – hormonal. Tomada de Pantoja (2006).....	45

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida y salud, gracias por estar siempre conmigo, rodeado de tus bendiciones y sobre todo por darme la dicha de lograr uno de mis más grandes sueños, que tanto como mi familia y yo habíamos anhelado, gracias Dios por este logro más en mi vida; así mismo, por darme la mejor familia del mundo, junto con las personas que me apoyaron para que esto fuera posible.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Gracias mi “Alma Terra Mater”, por abrirme las puertas para poder pertenecer a ti, ya que, gracias a tu respetable y hermosa institución, junto con sus profesores formaron parte de mi formación académica; así mismo, gracias por brindarme todo el apoyo, tales como los servicios que necesite durante mi larga estancia en la misma.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.

Gracias por su apoyo como asesor de tesis y profesor, compartiéndome sus conocimientos; así mismo por darme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis y por su amistad durante mi estancia en la universidad.

Al ingeniero Rene A. de la Cruz Rodríguez.

Gracias por su apoyo y por brindarme la asesoría, así mismo por ser flexible para resolver mis dudas en la realización de este trabajo de tesis.

A la Dra. Diana Jasso Cantú

Gracias por sus consejos y orientarme durante mi estancia en la universidad y sobre todo por darme ánimos, así como alentarme en los momentos difíciles que pase.

A mis compañeros y amigos.

Por formar parte de mi familia ya que durante mi carrera y estancia en la universidad me brindaron su apoyo incondicional; así mismo porque conté con su amistad en las buenas o malas pese a las circunstancias que fuesen.

A Mario Eleazar Ozuna Goicochea, por todo el apoyo que me brindaste desde el día que nos conocimos, por ser mi mejor amigo y considerarte como mi hermano, que en las buenas y malas siempre estuvimos ayudándonos uno al otro, sobre todo por aquellos momentos que vivimos dentro y fuera de la universidad que quedarán marcados en nuestras vidas y recuerdos.

A Juan Carlos Aguilar Velasco (El Texas), gracias por la ayuda que me brindaste en todo momento, también por darme ánimos y alentarme en momentos difíciles, así mismo por considerarte mi hermano y mejor amigo.

A Luis Miguel Hernández Hernández, gracias por brindarme tu amistad y compañerismo, así mismo por estar en las buenas y malas durante el tiempo que estuvimos en la universidad y, también fuera de ella.

A Jonathan Ruiz, gracias por tu amistad, y compañerismo que tuvimos en la mayor parte del tiempo, tanto en la universidad como fuera de ella.

A Lupita Fernández Morales, gracias por tu amistad incondicional, que en muy poco tiempo de conocernos te hiciste una persona muy especial e importante para mí, por tu calidad de persona e infinidad de cualidades que te describen.

A: Froilán Juárez Zavala, Andrés Hernández González, Roberto Ruiz solano, Alejandro Misael López Arguello, Erik Giovanni Tovilla Diaz, Luis Fernando Hernández Ozuna, Luis Donald Oseguera Alonso, de igual manera gracias por el tiempo de buenos momentos que compartí con ustedes, por el compañerismo y apoyo mutuo durante nuestra estancia en nuestra adorada institución.

A mis amigos del internado Porfirio #8, gracias por su amistad y compañerismo que me brindaron durante el tiempo que estuve con ellos, en especial a José Antonio Domínguez.

DEDICATORIA

A mis padres.

Con gran dedicatoria y mucho cariño a mis padres, a estos señores que Dios me dio para cuidar de mí y hacerme un hombre de bien, para ellos que con mucho amor y esfuerzo les dieron su apoyo para hacer posible este sueño, gracias padres:

Martina Juárez González, para ti madre por cuidarme desde siempre, por luchar día con día por mí, gracias al esfuerzo y trabajo que me dedicaste para sacarme adelante; también por tus consejos y los ánimos que me diste en momentos difíciles y por darme estudio, que para mí es la mejor herencia; todo eso hoy se ven reflejados en este gran logro que también es tuyo.

Natividad Montoya Santis, para ti padre por cuidarme desde pequeño, por tus enseñanzas, por la educación que me diste para que yo fuera un hombre de bien, gracias por enseñarme a trabajar la tierra y ganarme la vida, sobre todo porque gracias a ti nace mi amor por el campo y la agricultura; también, por enseñarme el valor del trabajo del campo, así mismo por ser un ejemplo de solidaridad hacia los demás.

A mis hermanos.

Para ustedes, este logro se los dedico, porque gracias a su ayuda y así mismo porque fueron mi inspiración y motivo para lograr este objetivo, gracias hermanos:

Dulce Adelí Montoya Juárez, para ti mi hermana y mi mejor amiga, este logro también es tuyo, por tu apoyo constante, así mismo por los consejos y ánimos que me diste al estar siempre pendiente de mí.

Ezequiel Montoya Juárez, para ti mi hermanito querido, comparto este logro contigo, porque fui y soy un ejemplo a seguir para ti, y como muestra de que todo se puede en esta vida.

A mis abuelos.

Para ustedes con todo mi amor y respeto, gracias por sus sabios consejos que me dieron, este logro también es de ustedes, también gracias por toda la ayuda que me dieron desde que yo era pequeño y durante el transcurso de mi carrera, gracias abuelos:

José Nardo Montoya Pérez

María Leonarda Santis Montoya (†)

Fernando Juárez Hernández

Fortunata González Méndez

A mis tíos y primos.

Para todos ustedes que conforman toda mi familia, este logro lo comparto con ustedes, porque creyeron en mí y me animaron a seguir estudiando, muchas gracias a todos ustedes.

RESUMEN

Las semillas de chile presentan un estado de latencia, esto viene ocasionando problemática en la germinación de las mismas; y a su vez, esto se ve reflejado en costos de producción al buscar tratamientos para romper la latencia. El presente trabajo se realizó en el invernadero del CESAL-INIFAP en 2016, evaluando cinco tratamientos en seis genotipos de chiles para analizar cuál de los tratamientos mostraba una mejor germinación al ser probados con cada genotipo. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (Ácido Giberélico AG₃), T2 (Biozyme TS), T3 (Concentrado solido de Lombricomposta), T4 (Estimulante de la germinación y Enraizador) y T5 (Agua normal). Los genotipos fueron: G1 (chile ancho AM-VR2006), G2 (chile ancho mulato AM-97-45-21), G3 (chile mirasol guajillo MG-20174), G4 (chile ancho poblano AP-3526), G5 (chile mirasol guajillo MG-20166), G6 (chile ancho poblano AP-30010). Las semillas fueron sembradas en charolas de unicel con sustrato peat moss. Las variables a evaluar fueron: Porcentaje de Germinación de Semilla, Peso Seco de Planta, Longitud Media de Raíz, y Longitud Media de Plántula. Para determinar el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico (SAS) versión 9.0. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en las variables evaluadas, los tratamientos sobresalientes son concentrado solido de lombricomposta y estimulante de la germinación y enraizador.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., Lombricomposta, Acido Giberélico, Biozyme TS.

INTRODUCCION

El chile *Capsicum annuum*, fue parte de la base de la alimentación en las culturas de Mesoamérica, donde este mismo fue domesticado por los antiguos pobladores, desde entonces se han venido cultivando, y se han derivado varias especies; todos los chiles que en la actualidad conocemos son del género *Capsicum* de la familia de las solanáceas. Con el paso del tiempo se han venido realizando estudios taxonómicos, los cuales coinciden que son cinco las especies cultivadas en la mayor parte del mundo y estos son: *Capsicum baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescense*, *C. frutescens* y *Capsicum annuum*, de los cuales se derivan muchas variedades, donde México es en la actualidad uno de los países a nivel mundial con la mayor variedad genética de chile y el mayor consumidor del mismo, tanto en platillos, medicina y otros productos que se derivan del chile; sin embargo, México no es el principal productor de este cultivo después de China.

Según SNICS (2015) existen 37 variedades registradas, de las cuales la mayoría han sido liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), sin embargo, la mayoría de las semillas cultivadas proceden de empresas semilleras transnacionales, algunas de ellas comercializan semillas que no reúnen las características de calidad requeridas, como son la fisiológica y la sanitaria, sin considerar el componente genético y físico.

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores del país es la escasez de genotipos mejorados nacionales. Por otro lado, en el 50% del área sembrada de chile en el país, que se ubica en las zonas productoras del centro y sureste, se utilizan genotipos criollos con baja capacidad productiva y calidad. Además, es muy conocido que la calidad comercial de los criollos no puede competir en los mercados frescos e internacionales, ya que no cumplen con los estándares de calidad demandada. En todas las regiones del país, el cultivo de chile en sus diferentes grupos raciales en la mayoría de los casos presenta graves problemas con enfermedades de la raíz y follaje. La alternativa más apropiada es la generación de cultivares resistentes, ya sea en forma de híbridos o variedades mejoradas para los sectores del mercado que así lo requieran.

En México, casi el 50% de la superficie cultivada con chiles se siembra con variedades criollas de baja capacidad productiva; del resto de la superficie, solo un 5 a 7% se establece con variedades mejoradas nacionales y un 45% de la superficie con variedades e híbridos de importación que provocan una fuga de divisas del país, pero muchos de los casos los materiales introducidos no reúne las expectativas del productor, como son resistencia a factores adversos, rendimiento y calidad requerida por el mercado. Por lo anterior, la calidad de la semilla juega un papel primordial en el establecimiento y desarrollo del cultivo, que se refleja en el establecimiento, desarrollo y la producción del cultivo.

La semilla de chile presenta por naturaleza un estado de dormición, letargo o latencia que puede ser ocasionado por características externas como: cubiertas duras o impermeables o internas como inhibidores químicos o inmadurez del embrión, por lo tanto, estos causan gran problema en la germinación de la semilla, al restringirla en gran porcentaje, afectando su establecimiento y por ende en su rendimiento.

Para romper la latencia de las semillas de chiles varían en función de las especies y de las variedades existentes, por eso es que a partir de esta variación surge la necesidad de buscar alternativas para romper la latencia o combatir los inhibidores de la germinación; hoy en día gracias a las investigaciones existen muchas alternativas, la mayoría son a base de productos químicos, sintéticos y no sintéticos, también hay productos orgánicos tales como: Acido Giberélico (AG_3), Citoquininas, Etileno, Nitrato de Potasio, Tiourea, Humus líquido, Humus sólido que son derivados de la Lombricultura, entre otros.

Por otra parte, para la germinación de las semillas normalmente se utilizan productos químicos sintéticos para romper latencia o promover la germinación, pero a su vez esto genera mayor costo, contaminación y en algunos casos falta de conocimiento, en cuanto a su manejo por los agricultores; por lo anterior, eso se opta o se sugiere el uso de productos orgánicos o no sintéticos que se derivan de la lombricomposta, promoviendo alternativas orgánicas. Por lo antes mencionado, el propósito de este trabajo de investigación consiste en evaluar el

comportamiento y resultados de la utilización de promotores de la germinación, utilizando productos comerciales y productos orgánicos a base de lombricomposta en semillas de seis genotipos de chile, teniendo como referencia la utilización de promotores de la germinación convencional.

Objetivos

Determinar el mejor método para promover la germinación de semillas de chiles con productos convencionales y productos orgánicos a base de lombricomposta.

Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos incrementa la germinación de la semilla de seis genotipos de chile.

REVISION DE LITERATURA

Origen y distribución del cultivo de chile.

De la Cruz (2001) menciona que el género *Capsicum*, al cual pertenecen todos los chiles cultivados, es originario de los trópicos de América. Las cinco especies domésticas y sus parientes silvestres estuvieron confinadas en el continente americano en la época precolombina. Los primeros exploradores españoles y portugueses, encontraron los frutos tan pungentes que lo introdujeron rápidamente a Europa y Asia. Se han encontrado remanentes arqueológicos que han permitido determinar que las especies de este género se domesticaron en diferentes partes de América, principalmente en México (7,000 A.C.). El centro de diversidad de las formas cultivadas de *C. annuum* L. incluye a México y Centroamérica; existen centros secundarios en el centro y sureste de Europa, en África, Asia y América latina. Se indican como centros de origen de *C. frutescens* L. y *C. chinense* Jacq., a Bolivia, Perú, sureste de Brasil, Los Andes y Colombia, aunque en algunos tipos también se pueden encontrar en África y el sureste de Asia, ya que fueron introducidos por los portugueses en la época colonial.

Generalidades del cultivo de chile

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas SNICS (2015) tiene la siguiente clasificación taxonómica del chile:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: spp.

Producción de chile en México.

En la producción de chile, México se ha caracterizado como uno de los principales productores y consumidores de este picoso pero delicioso producto nacional y la tradición del consumo del chile se ha conservado desde tiempos prehispánicos. El chile es el 8° cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 13 mil millones de pesos (mdp) anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, de las cuales se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y preparaciones. El Estado de Chihuahua es el principal productor de este fruto con 562 mil toneladas al año; le siguen los estados de Sinaloa con 556 mil y el estado de Zacatecas con 348 mil toneladas. A escala internacional, México es el segundo productor de chiles, dedicándole más de 140 mil hectáreas al cultivo de este fruto, las principales variedades que se cultivan son: jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero (SAGARPA, 2015).

Por otra parte, SAGARPA (2016) informó que la producción de chile en sus diferentes variedades en México alcanzo las 2.3 millones de toneladas, con un valor que rebasa los 22 mil 500 millones de pesos y junto con los pimientos se ubica en el quinto lugar dentro de los 20 principales productos que comercializa el país a nivel internacional, destaco que el consumo per cápita de chile verde en México es de 16 kilogramos al año y se cultiva en una superficie de 149 mil hectáreas, por lo que se considera una de las principales cultivos en el país. Además, este producto participa con cerca del 20 por ciento de la producción de hortalizas en el país y, a nivel mundial, México se ubica como el segundo productor de chile verde; donde sus principales destinos de exportación son Estados Unidos, Canadá, España, entre otros. En chile verde morrón, la producción es de 104.4 mil toneladas con un valor de mil 491 millones de pesos y los estados que se destacan en su generación son Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Durango y Coahuila. Dentro del sector agrícola, la exportación de chiles y pimientos ocupa el tercer lugar, antecedido solo por la venta de tomate y aguacate.

Concepto de Semilla

Una semilla es un ovulo maduro, contenido en el interior del ovario maduro o fruto de una planta; está compuesta por tres partes básicas que son: el embrión, los tejidos de reserva y la testa o cubierta de la semilla, y que, puesta en las condiciones adecuadas de humedad, luz, temperatura oxígeno germina y da origen a una nueva planta de la misma especie. Por otra parte, Villarreal (1993) dice que la semilla es el ovulo maduro y fertilizado, el cual lo conforman

las siguientes partes: una cubierta o testa que protege las partes internas, el endospermo o tejido de reserva del alimento, que en muchas semillas rodea a los cotiledones y al embrión. Por su parte, 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; y desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el epispermo.

Germinación

Moreno (1996) define a la germinación 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. En Cambio, Perry (1998) hace mención que la germinación es un criterio de calidad que se acepta a nivel general y que se determina por análisis de rutina en los laboratorios de evaluación de semillas. Mientras que Jiménez (1990) afirma que la germinación es el conjunto de eventos que llevan a la semilla a mostrar un aumento marcado de la actividad metabólica en general e iniciar la formación de la plántula a partir del embrión, mediante la absorción de agua.

Condiciones para la germinación

Ayala (2006) menciona que se debe cumplir tres condiciones para que se produzca la germinación de una semilla: 1). Que la semilla sea viable. 2). Que la semilla mantenga condiciones internas favorables y 3). Existan condiciones aptas del medio ambiente, como humedad, temperatura, luz y oxígeno.

Factores que afectan a la germinación

Generalmente los factores que afectan a la germinación se pueden dividir en dos tipos tales como: factores internos o intrínsecos (que son propios de la semilla), tales como la madurez y viabilidad de la misma. Y factores externos o extrínsecos (están relacionados al ambiente), tales como temperatura, oxígeno, humedad.

Factores internos de la semilla

Madurez de la semilla. Ayala (2006) menciona que la madurez fisiológica 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 suele alcanzarse sobre la misma planta, sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes que se alcance, como ocurre en las semillas de ginkgo biloba o de

muchas orquídeas que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados. Por otra parte, Rivera (2004) menciona que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo, tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico.

Viabilidad de las semillas. Salisbury y Ross (1994) dicen que la semilla pierde su viabilidad rápidamente cuando se almacena en aire húmedo y donde se tienen temperaturas de 35°C., o aun si son más cálidas. Por su parte Mayer y Poljekoff (1982), afirman que la viabilidad de las semillas es retenida por considerables periodos de tiempo especialmente en semillas con cubiertas duras e impermeables.

Factores externos de la semilla

Herrera *et al.* (2006) dicen que la velocidad de germinación de las semillas depende de varios factores ambientales que actúan en forma continua y por periodos prolongados. Entre los más importantes se encuentran la disponibilidad de agua, la temperatura, el oxígeno, el dióxido de carbono y la disponibilidad de luz. Cada uno de estos factores puede inhibir o estimular la germinación, por lo que el efecto combinado de todos ellos determinara la duración y la tasa de germinación. De igual manera describen a los factores externos o extrínsecos de la semilla de la siguiente manera:

Agua: El agua penetra las cubiertas de la semilla por capilaridad. Si bien el agua es requerida para que ocurra la germinación, un exceso de la misma puede ser contraproducente a este proceso, al reducir la disponibilidad del oxígeno para el embrión.

Temperatura: La temperatura influye sobre el proceso germinativo, interfiriendo con la disponibilidad de oxígeno para el embrión. Conforme se incrementa la temperatura, aumenta la intensidad de las reacciones metabólicas, y a la vez disminuye la solubilidad de oxígeno disponible para el embrión.

Oxígeno: El oxígeno es indispensable para la germinación. En general la estructura porosa de las cubiertas seminales permite la retención de una cierta cantidad de gases, que son liberados en el momento de la imbibición, y pueden ser utilizados por el embrión en forma disuelta en el agua.

Dióxido de carbono: El dióxido de carbono en concentraciones mayores a las del aire normal tiene un efecto inhibitorio de la germinación. Los ámbitos en los cuales ocurre este fenómeno son muy variables, ya que, en las especies estudiadas, los valores de CO₂ observados varían entre 4 y 28 por ciento. Estas concentraciones están relacionadas con el grado de profundidad con que están enterradas las semillas y el microambiente que se puede formar alrededor de ellas.

Luz: Mediante foto receptores como los fitocromos, las semillas perciben las condiciones de luz que las rodean. La luz tiene efectos múltiples en las semillas, y tanto su calidad como su intensidad afectan, según la especie, el proceso germinativo. Es posible distinguir diferentes repuestas en la germinación de las semillas fotoblásticas a la luz, que van desde aquellas semillas VLFR (semillas que germinan en flujos muy bajos de radiación, p.ej. menos de 1 micro mol M^{-2}) hasta aquellas semillas HIR (que requieren de alta radiación para germinar, p.ej. más de 1000 micro moles M^{-2}).

Latencia de Semillas

Se denomina latencia o letargo al fenómeno por el cual una semilla viable no germina cuando se coloca en un sustrato húmedo, aireado y a temperatura suficiente para sostener los procesos metabólicos que conducen a la germinación. El letargo es una fase de la vida de la semilla después de la maduración, en la cual su desarrollo se encuentra detenido por factores estructurales o fisiológicos dependientes de la propia semilla. A la fase de letargo se le contrapone la de reposo, en la cual el desarrollo se encuentra detenido por la existencia de factores ambientales favorables a la germinación. También es importante comprender que el letargo es la condición general y primitiva de las semillas tras su maduración, es una condición derivada, resultante de su almacenamiento en seco y de la selección inconsciente que durante mucho tiempo ha practicado el agricultor con el fin de lograr siembras

en épocas oportunas para que germinen rápida y uniformemente y aseguren su subsistencia (Besnier, 1989).

Tipos de Latencia

En cuanto a lo que respecta los tipos de latencia, Besnier (1989) describe los siguientes tipos

Latencia primaria:

Corresponden al estado de desarrollo detenido en que están las semillas en el momento en que se desprenden de la planta madre o inmediatamente después.

Latencia secundaria:

Es un estado inducido en semillas en reposo a causa de la presencia de determinados factores ambientales. En lo que respecta a la intensidad y uniformidad de la latencia, pueden distinguirse los siguientes tipos para una determinada población de semillas de una especie:

Latencia total: No se produce germinación hasta que cambian las condiciones ambientales en que se encuentra la población de semillas.

Latencia parcial: Una parte más o menos importante de la población de semillas germina, pero el resto no lo hace y sigue aletargada.

Latencia intermitente: La población germina de manera intermitente a lo largo de un dilatado periodo de tiempo, lo que puede hacer de modo continuo, esporádico o irregular.

Latencia extraembrionaria: Se debe a dos causas principales: a la existencia de barreras físicas y presencia de inhibidores químicos en las cubiertas. Las barreras físicas impiden la imbibición del agua, el aporte de oxígeno, la expansión del embrión y el escape de inhibidores contenidos en este; también filtran la luz que llega al embrión.

Latencia embrionaria: Existen dos tipos muy distintos de latencia embrionaria:

- **Inmadurez morfológica del embrión;** este no ha completado su crecimiento y desarrollo en la época en que la semilla se dispersa o recoge.
- **Inhibición fisiológica; con un embrión totalmente desarrollado,** la semilla se hidrata cuando se encuentra en sustrato húmedo, pero no germina a causa de desequilibrios fisiológicos o bioquímicos. Este es la latencia embrionaria en sentido estricto.

Métodos para romper latencia.

De acuerdo a García (2009) quién cita a Hartmann y Kester (1988) quienes mencionan los tratamientos que ellos establecen para romper latencia, los cuales son:

Estratificación caliente (22 a 30 °C) o fría (0 a 10 °C)

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

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. La escarificación mecánica consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o con arena gruesa o grava.

Se puede utilizar agua caliente: se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77

y 96 °C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente.

También se utiliza ácido: la sustancia química que más se utiliza para romper la latencia de la cubierta es el ácido sulfúrico concentrado. En algunas especies es más eficaz que el tratamiento con agua caliente. Es posible que las semillas que han estado almacenadas durante un periodo prolongado deban estar más tiempo en el ácido que las semillas frescas, las cuales podrían resultar gravemente dañadas con un tratamiento de esa duración. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del periodo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el residuo.

Lixiviación

El proceso de remover los inhibidores consiste en remojar las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviación es de 12 a 24 horas.

Combinación de tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de latencia.

Hormonas y otros estimulantes químicos

Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: el Nitrato de Potasio, Tiourea, Etileno, Ácido Giberélico (GA₃), Citoquininas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de las especies de que se trate.

Fitoreguladores de las plantas

Venegas (2013) dice que los fitoreguladores son compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades, inhiben, promueven o modifican, algún proceso fisiológico de las plantas. En este sentido, Weaver (1972) lo define como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Uno de los principales reguladores más comunes que se reportan son: Auxinas, Giberelinas, Citocininas y Etileno, estos son fundamentales en las plantas para su crecimiento y desarrollo. El mismo autor, define a las Auxinas, Giberelinas y Citocininas de la siguiente manera:

Auxinas: Es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente.

Las Giberelinas: se definen como un compuesto que estimula la división y prolongación celular, o ambas cosas. Las Giberelinas pueden provocar un aumento sorprendente de la prolongación en muchas especies, que resulta particularmente cuando se aplican a ciertos mutantes enanos.

Citocininas: son sustancias naturales o sintéticas que provocan la división celular en ciertos tejidos vegetales cortados en presencia de las Auxinas. Por su actividad se asemeja a la Cinetina (primera citocinina descubierta).

Etileno: Jordán y Casaretto (2006) hacen mención que el Etileno es la única hormona vegetal gaseosa, simple y pequeña, presente en angiospermas y gimnospermas, aunque también en bacterias y hongos, además de musgos, hepáticas, helechos y otros organismos. Siendo un gas puede moverse rápidamente por los tejidos, no tanto por transporte sino por difusión. Su efecto además se inicia con cantidades mínimas, las cuales provocan respuestas.

Lombricultura

Martínez (1996), dice que la lombricultura, como su nombre lo indica, significa cultivo de lombrices, aunque en la última década se habla de la lombricultura como una biotecnología en la cual se utiliza a la lombriz de tierra como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos.

Lombricomposta

De la Cruz (2005) describe a la lombricomposta o humus de lombriz como un sustrato de color oscuro a negro, se encuentra en forma de gránulos y con color a tierra húmeda, es rica en hormonas, auxinas, giberelinas, y citocininas, siendo este último compuesto el que se encuentra en mayor concentración. Mientras que Martínez (1996) dice que es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra parte las excreta. Este material es conocido también como vermicomposta y humus de lombriz. Así mismo, esta puede presentarse en sólido como ya se mencionó y como líquido, los cuales llevan por nombre, ácidos húmicos y fulvicos.

Usos y aplicación de la lombricomposta

Martínez (1996) dice que prácticamente ha sido descrita la utilidad de este producto, pero, en síntesis, es un material que puede ser aplicado en cultivos intensivos y extensivos. La cantidad a aplicar es uno y otro caso va a depender del análisis químico del suelo y de la composición del mismo. La aplicación puede hacerse de las siguientes maneras:

1. Durante la preparación del terreno, en donde se le incorpora en el último paso de rastra.
2. En forma conjunta con el fertilizante
3. Se puede colocar directamente con la semilla

4. Al momento de deshierbar y aporcar es buena oportunidad para su incorporación
5. En árboles frutales o forestales se aplica a la zona que cubre el sistema radical activo. Se hace una zanja alrededor y lejos del tallo no más allá de la proyección de las ramas, se aplica y se cubre.
6. Utilícese en mezcla para llenado de bolsas. Investigaciones realizadas indican que más allá de un 30% no es asimilado.
7. Se recomienda de 3 a 4 t ha⁻¹; sin embargo, no olvidar hacer el análisis químico, tanto al suelo como al abono.

Líquido de lombricomposta

Además del humus (abono sólido) se obtienen dos productos más: abono líquido y carne. Las camas, lechos o canteros deben regarse permanentemente para mantener una humedad del 80%. El líquido residual proveniente del agua y secreciones de la orina, se deposita por gravedad al fondo del cantero. Por esta razón se construyen inclinados y con un orificio o manguera en la parte más baja que permita su recolección. Este líquido tiene una gran concentración de nitrógeno y muchos microelementos. (<http://www.monografias.com/trabajos71/humus-liquido-lombriz-roja-californiana/humus-liquido-lombriz-roja-californiana2.shtml#ixzz4hSJjAZCC>)

Beneficios de utilizar productos derivados de la lombricomposta

1. Incrementar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
2. Incrementa la eficiencia de la fertilización, en especial el nitrógeno.
3. Inactiva residuos de plaguicidas por su capacidad de absorción.
4. Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
5. Mejora las características químicas del suelo.
6. Mejora la estructura al darle soltura a los suelos pesados y compactos y liga los suelos sueltos y arenosos; por consiguiente, mejora su porosidad.
7. Mejora la permeabilidad y ventilación.
8. Reduce la erosión del suelo.
9. Incrementa la capacidad de retención de humedad.
10. Permite aumentar la capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes y agua utilizado por las plantas.
11. Incrementa y diversifica la flora microbiana. (<http://www.monografias.com/trabajos71/humus-liquido-lombriz-roja-californiana/humus-liquido-lombriz-roja-californiana2.shtml#ixzz4hSjL5ZqK>)

Trabajos de investigación realizados utilizando productos orgánicos

García (2009) obtuvo resultados favorables en la evaluación de extractos orgánicos sobre la germinación de semilla de papaya; en cuanto a las variables evaluadas de: longitud de hipocotilo, longitud de raíz, peso fresco de planta; los resultados muestran que supero al ácido giberélico, pero en cuanto a germinación no logro superarlo, esto se puede deber a que las temperaturas a

las que se expusieron las semillas fueron a una temperatura de 25°C y no a 35°C como debería de ser. También hay que considerar que la papaya está considerada como uno de los cultivos que más problemas presenta en cuanto a germinación.

Por otra parte, Ayala (2006) obtuvo buenos resultados en la estimulación de la germinación y vigor en semillas de trigo (*Triticum sativum* L.) como respuestas a la aplicación de productos orgánico- hormonales. En el cual concluye que los productos orgánicos–hormonales generaron una mejor respuesta en las variables relacionadas con la germinación y el crecimiento vegetativo de la planta, generando respuestas favorables en el porcentaje de germinación en semillas de trigo. Ya sean solos o mixtos, los tratamientos orgánicos – hormonales dan resultados favorables.

También Roblero (2006), en su trabajo de investigación utilizando derivados orgánicos potencializadores de la germinación y vigor en semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) obtuvo resultados favorables, señalando y deduciendo claramente que: es recomendable utilizar estos productos como fertilizantes y/o abono orgánico para cualquier tipo de cultivo como se ha experimentado en otros trabajos, ya que favorece ampliamente en cuanto a calidad, sanidad y rendimiento de la producción; además de que no contamina el suelo y el medio ambiente que nos rodea.

De igual manera, Pantoja (2006) utilizó productos orgánico – hormonales estimulantes de la germinación y vigor en semillas de maíz (*Zea mays*) obteniendo que el producto orgánico – hormonal (sedimento de composta + lombricomposta en polvo fue el mejor al superar hasta por un 20% al testigo absoluto. Además de que también fue el mejor para el resto de las variables evaluadas, las cuales denotan el vigor de las plántulas. También menciona que los testigos relativos (Biozyme TS y Biozyme PP) se comportaron de manera similar a algunos de los tratamientos de origen orgánico, pero en ninguna de las variables se presentaron como los mejores tratamientos.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área experimental

El presente trabajo se realizó en el Invernadero del Campo Experimental Saltillo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se encuentra geográficamente en las coordenadas 101° 01' 59'' longitud oeste y 25° 20' 41'' latitud norte, a una altitud de 1812 msnm (Google Eart, 2018), con un clima seco BsoKW (e), con un verano cálido, presencia de lluvias y temperaturas extremosas.

Material Genético Utilizado

Se utilizó semillas de seis genotipos de chile que fueron proporcionadas por el INIFAP.

Cuadro 3.1 Relación de genotipos de semillas utilizados

Genotipo	Especie de semilla	Genealogía
1	chile ancho	AM-VR2006
2	chile ancho mulato	AM-97-45-21
3	chile mirasol guajillo	MG-20174
4	chile ancho poblano	AP-3526
5	chile mirasol guajillo	MG-20166
6	chile ancho poblano	AP-30010

Tratamientos

En el Cuadro 3.2 se presentan la relación de los tratamientos utilizados para promover la germinación.

Cuadro 3.2 Relación de tratamientos y dosis utilizadas en semillas de los genotipos utilizados.

Tratamientos	Nombre	Dosis
1	Ácido Giberélico AG ₃	770 ppm (se sometió en imbibición a la semilla durante 12 horas, antes de la siembra).
2	Biozyme TS	770 ppm (se sometió en imbibición a la semilla durante 12 horas, antes de la siembra)
3	Concentrado solido de lombricomposta	Se utilizó .2 gramos por cada gramo de semilla, más un concentrado de sábila, el cual se preparó con 20 gr. De sábila más agua normal esto para que sirviera como adherente, (se aplicó 15 minutos antes de la siembra)
4	Estimulante de la germinación y enraizador	10 ml/lit de agua, (se sometió a la semilla en imbibición 15 minutos antes de la siembra)
5	Agua normal (Testigo)	Se sometió a la semilla en Imbibición 12 horas antes de la siembra.

Descripción de tratamientos

Ácido Giberelico AG3: es un fitorregulador de crecimiento, de acción hormonal de contacto y parcialmente sistémico que estimula y regula el desarrollo de las plantas con un alto contenido de giberelinas.

Biozyme Ts: es un estimulante de la germinación y principio de desarrollo en tratamiento de semillas, obtenido de extractos de origen vegetal, cuya aplicación a las semillas incrementa al máximo su potencial genético natural. Cuyos ingredientes activos son: extractos de origen vegetal y fitohormonas 79.84 en peso, Giberelinas 77.0 ppm. Ácido Indolacético 33.0 ppm. Zeatina 128.7 ppm. Formulada por Arysta Lifescience México, S.A. de C.V.

Concentrado solido de lombricomposta: es un sustrato orgánico de color oscuro a negro, se encuentra en forma de gránulos o polvo y con color a tierra húmeda, es rica en hormonas, Auxinas, Giberelinas, y Citocininas, resultado de la lombricomposta.

Estimulante de la germinación y enraizador: es un producto obtenido de la lombricomposta de color oscuro a negro, se encuentra en forma de líquido, también conocido como humus liquido de lombriz es rica en hormonas, Auxinas, Giberelinas, y Citocininas.

Agua normal: agua convencional tomada de la llave.

Metodología

Las semillas se pusieron en imbibición durante 12 horas con excepción del tratamiento tres y cuatro (concentrado solido de lombricomposta y estimulante de la germinación y enraizador), en el caso del tratamiento tres se utilizó un extracto de sábila como se mencionó anteriormente, esto con la finalidad de sirviera como adherente y de esta manera el tratamiento se adhiriera a las semillas, estos dos tratamientos se aplicaron 15 minutos antes de la siembra. De manera simultánea se prepararon 15 charolas de unicel con sustrato peat most, posteriormente se contaron 100 semillas por cada tratamiento y se dividieron en cinco repeticiones de 20 semillas por cada repetición, esto se realizó un día antes de la siembra, ya que serían sometidas a los tratamientos: T1 (Ácido Giberélico AG₃), T2 (Biozyme TS), T3 (Concentrado Solido de Lombricomposta), T4 (Estimulante de la Germinación y Enraizador) y T5 (Testigo con agua normal), esto con la finalidad de que la semilla absorbiera los tratamientos para estimular la germinación, y al día siguiente se sembraron al transcurso de 12 horas. Con excepción de los tratamientos orgánicos T3 y T4 ya que estos se utilizaron 15 minutos antes de la siembra como se mencionó anteriormente.

Invernadero

El miércoles 15 de junio de 2016 se realizó la siembra en 15 charolas germinadoras de 200 cavidades y como sustrato se utilizó peat moss que fue humedecido antes de colocarlo en la charola, teniendo cinco repeticiones por

tratamiento, los cuales fueron distribuidos al azar; colocando una semilla por cavidad, teniendo de esta forma 20 semillas por repetición y 100 semillas por tratamiento. Una vez realizada la siembra se realizaron riegos cada tercer día (en la mañana y en la tarde).

Parámetros Evaluados

Porcentaje de Germinación de Semilla

A la primera semana y media de haber realizado la siembra (diez días después) se inició la toma de datos de las primeras plantas germinadas (Índice de Velocidad de Germinación –IVG-), para determinar el parámetro de IVG, el cual consistía en contar y anotar el número de plantas germinadas cada tercer día en una bitácora.

Longitud Media de Plántula

El proceso consistió en sacar la plántula de las cavidades de las charolas para que posteriormente se le realizara un lavado con agua normal con la finalidad de quitar el sustrato y limpiar la raíz para facilitar su medición. Se tomaron cinco (5) plantas representativas de cada repetición, midiendo en cm del cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más larga.

Longitud Media de Raíz

El proceso consistió en sacar la plántula de las cavidades de las charolas para que posteriormente se le realizara un lavado con agua normal con la finalidad de quitar el sustrato y limpiar la raíz para facilitar su medida. Se tomaron cinco (5) plantas más representativas de cada repetición, midiendo en cm del cuello de la raíz hasta el ápice de la misma.

Peso Seco de Plántula

Una vez medidas la longitud de plántula se colocaron en bolsitas de papel de estraza perforadas, marcadas con su tratamiento y su respectiva repetición, para posteriormente ser llevados al laboratorio para el secado en una estufa de circulación forzada a una temperatura de 65°C por 24 horas. El 13 de julio se sacaron las bolsas con las plántulas ya deshidratadas, una vez transcurrido las 24 horas, para realizar el pesaje y se determinó el peso seco de plántula (PSP) con una balanza analítica con una precisión de 0.0001 gr

Diseño Experimental

El presente trabajo se estableció mediante un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones de 20 semillas por tratamiento/genotipo. Para la realización del análisis de los parámetros

evaluados, se corrieron los datos utilizando un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, para cada variable, usando el paquete estadístico SAS versión 9.2. (SAS, 2002). Las diferencias de medias obtenidas en el análisis de varianza se procedieron a realizar la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, para las variables evaluadas en semillas de seis genotipos tratadas con cinco tratamientos pregerminativos para evaluar su calidad fisiológica. En dicho cuadro se aprecia que en la fuente de variación genotipos, se presentan diferencias significativas al nivel de $P \geq 0.01$ para las variables de porcentaje de germinación de semilla (P.G.S.), longitud media de raíz (L.M.R.), y longitud media de plántula (L.M.P.), mientras que en la variable de peso seco de plántula (P.S.P.) se presentaron solamente diferencias significativas a nivel de $P \leq 0.05$.

Para la fuente de variación de tratamientos se encontraron diferencias significativas al nivel de $P \leq 0.01$ para las variables de P.G.S., L.M.R. y L.M.P. En cambio, para la interacción genotipo*tratamiento no se presentaron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 23.42 y 44.45 con excepción de la variable de P.S.P. que registro un coeficiente de variación de 246.73%, esto se debe a las diferencias tan extremas obtenidas por los genotipos y los tratamientos mismos y por las características de la variable.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de análisis de varianza para las variables evaluadas en seis genotipos de chile y cinco tratamientos para evaluar la calidad fisiológica.

F.V	G.L	Parámetros Evaluados			
		P.G.S	P.S.P	L.M.R	L.M.P.
Genotipo	5	14.64756 **	4842.996 *	21.125929 **	10.45741 **
Tratamiento	4	90.24214**	496.1211	115.50855 **	69.16431 **
Gen. X Trat.	20	0.902539	1412.433	3.745651	1.585101
Error Exp.	120	1.444734	1929.640	4.43542	2.683114
C.V. (%)		23.42	246.73	44.45	44.19

* Significativo; ** altamente significativo, F.V.= factor variable, P.G.S.= porcentaje de germinación de semilla; P.S.P.= peso seco de plántula; L.M.R.= longitud media de raíz; L.M.P.= longitud media de plántula.

Comparación de medias

Porcentaje de Germinación de Semilla (P.G.S.)

En el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de medias de la variable de germinación de semilla en los seis genotipos de chile tratados con cinco tratamientos promotores de la germinación, en dicho cuadro se puede apreciar que el máximo porcentaje de germinación lo obtuvo el AM-97-45-21 con 41%, seguido por el MG-20174 y AP-3526, quienes presentaron 33.0 y 33.8 % respectivamente, mientras que el AP-30010 tuvo el menor porcentaje de germinación con 21.6%, siendo inferior al resto de los tratamientos. Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos se observa en dicho cuadro que el Estimulante de la germinación y enraizador tuvo el máximo

porcentaje de germinación con 40.3%, seguido por la lombricomposta y el Testigo respectivamente con 38 y 35.3%, mientras que el Biozyme TS tuvo el menor porcentaje de germinación con 7.5 %. En relación a la interacción genotipo por tratamiento y a pesar de que el análisis de varianza no presenta diferencias significativas, estadísticamente si se puede apreciar que numéricamente si existen diferencias, apreciándose que el AM-97-45-21 con lombricomposta, AM-97-45-21 con Estimulante de la germinación y enraizador y AM-97-45-21 con Testigo presentaron los porcentajes de germinación más altos con 54, 51 y 48%, mientras que los genotipos MG-20166 y AP-30010 tratados con Biozyme TS, tuvieron los valores más bajos de germinación con 1 y 2 % respectivamente

Cuadro 4.2 Comparación de medias de porcentaje de germinación de semilla (P.G.S.), de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.

Genotipo	T1	T2	T3	T4	T5	MEDIA
AM-VR2006	31±9.6	14±11.9	37±7.5	38±7.5	36±8.9	31.2 bc
AM-97-45-21	42±17.1	10±12.7	54±13.8	51±8.2	48±12.0	41.0 a
MG-20174	37±17.1	8±5.7	45±10	38±11.5	37±18.2	33.0 ab
AP-3526	35±11.7	10±7.9	37±11.5	49±11.4	38±5.7	33.8 ab
MG-20166	19±8.2	1±2.2	32±16.4	34±14.7	24±8.9	22.0 cd
AP-30010	22±4.4	2±4.4	23±13.5	32±11.5	29±13.8	21.6 d
Media	31.0 b	7.5 c	38.0 ab	40.3 a	35.3 ab	

Nota: Media ± desviación estándar; Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); T1=Ácido Giberélico AG3; T2 = Biozyme TS; T3 = Concentrado solido de lombricomposta; T4 = Estimulante de la germinación y enraizador; T5 = Agua normal Testigo

En la Figura 4.1 se presenta gráficamente la comparación de medias para evaluar el porcentaje de germinación de semilla de seis genotipos de Chile tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla (P.G.S.), en dicha figura se puede apreciar que el máximo porcentaje de germinación lo obtuvo el genotipo AM-97-45-21 con 41% seguido por el genotipo MG-20174 y genotipo AP-3526, quienes presentaron 33.8 y 33.05 % respectivamente, mientras que el genotipo AP-30010 tuvo el menor porcentaje de germinación con 21.6%, siendo inferior al resto de los tratamientos.

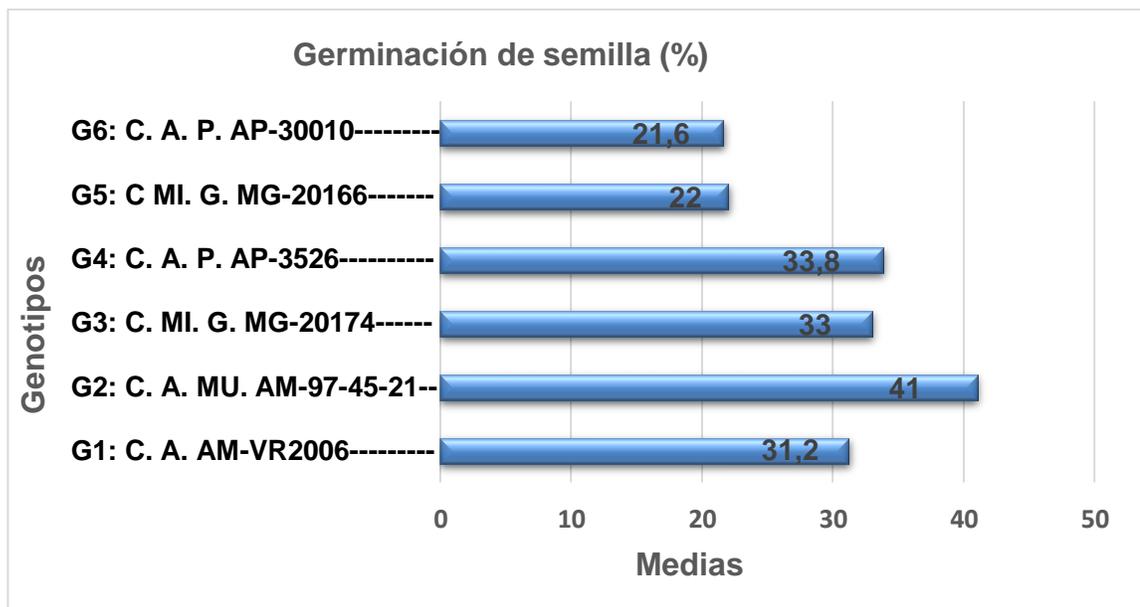


Figura 4.1. Comparación de medias de genotipos del Porcentaje de germinación de semillas de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos de Chile, se observa en la Figura 4.2 que el tratamiento estimulante/enraizador tuvo el máximo porcentaje de germinación con 40.3%, seguido por el tratamiento a base de lombricomposta y el tratamiento testigo respectivamente con 38 y

35.3%, mientras que el tratamiento a base de Biozime TS tuvo un menor porcentaje de germinación con 7.5 %.

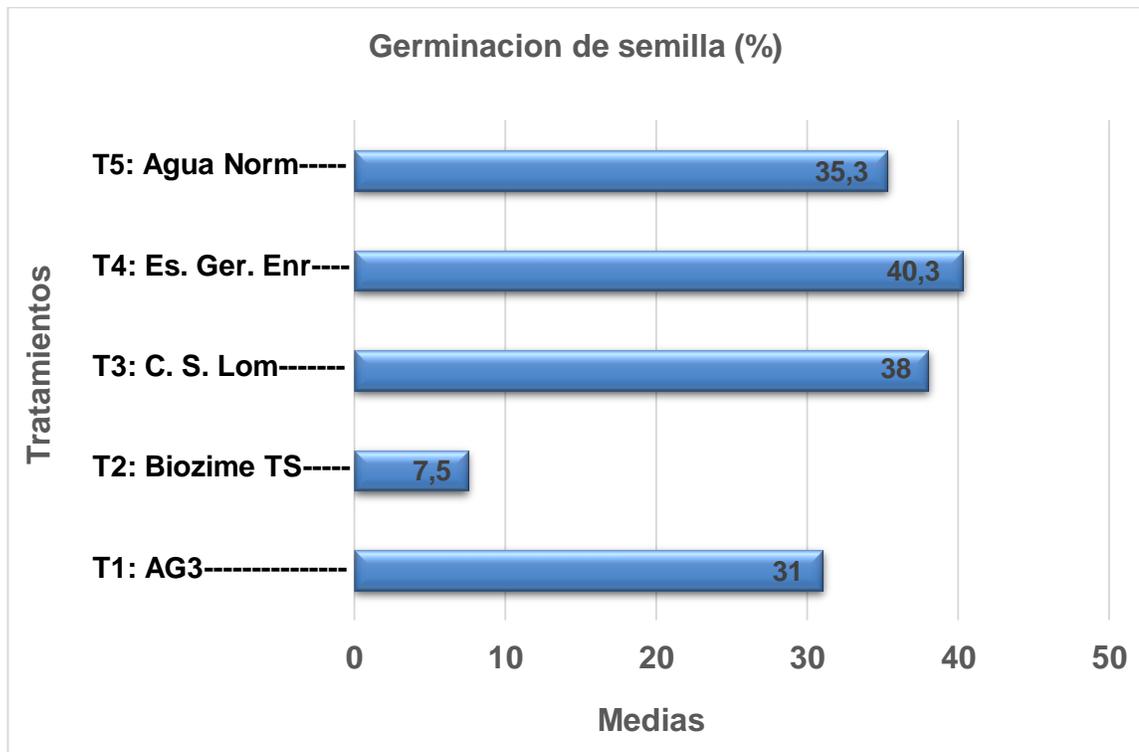


Figura 4.2. Comparación de medias de tratamientos del porcentaje de germinación de semillas de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Peso Seco de Planta (P.S.P.)

En el Cuadro 4.3. se presenta la comparación de medias para evaluar el peso seco de planta de seis genotipos de Chile tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla. En dicho cuadro se puede apreciar que el máximo valor de peso seco de planta lo obtuvo el genotipo AM-97-45-21 con 16.1 mg por planta, seguido por el genotipo AP-3526 y genotipo AM-VR2006, quienes presentaron 13.3 y 11.8 mg por planta respectivamente, mientras que

el genotipo MG-20166 tuvo el menor valor de peso seco de planta con 9.6 mg por planta, siendo inferior al resto de los tratamientos.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos se observó en dicho cuadro que el tratamiento a base del Estimulante de la germinación y enraizador tuvo el máximo valor de peso seco de plántula con 17.1 mg por planta, seguido por el testigo y Ácido Giberélico con 15.4 y 14.1 mg por planta respectivamente, mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de peso seco de plántula.

En relación a la interacción genotipo por tratamiento y a pesar de que el análisis de varianza no presento diferencias significativas estadísticamente, si se aprecia que numéricamente si existen diferencias, apreciándose que el AM-97-45-21 con lombricomposta, AM-97-45-21 con Estimulante de la germinación y enraizador y AM-97-45-21 con Testigo, presentaron los valores de peso seco de plántula más altos con 20, 19.2, y 18.8 mg por planta, mientras que AP-30010 con el Biozyme TS, MG-20174 con Biozyme TS y MG-20166 con Estimulante de la germinación y enraizador tuvieron los valores de peso seco de plántula más bajos con 0, 4 y 3.4 mg por planta.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de peso seco de planta (P.S.P.), de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.

Genotipo	T1	T2	T3	T4	T5	Media
AM-VR2006	12.2±4.9	4.8±6.7	12±8.8	12±10.7	18±8.2	11.8 ab
AM-97-45-21	18.4±6.0	4.2±4.5	20±5.0	19.2±15.6	18.8±9.0	16.1 ab
MG-20174	7.3±3.9	4±5.4	12.8±5.4	11.2±7.9	14.4±4.5	9.9 ab
AP-3526	17.2±9.4	7.1±8.8	15.9±8.6	12.4±5.5	14±10.2	13.3 ab
MG-20166	17.8±22.5	10±22.3	6.4±6.9	3.4±29.5	10.8±12	9.6 b
AP-30010	11.9±6.2	0±0.0	14.5±10.9	13.5±5.0	8.7±5.9	9.7 b
Media	14.1 ab	5.01 b	13.6 ab	17.1 a	15.4 ab	

Nota: Media ± desviación estándar; Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); T1=Ácido Giberélico AG3; T2 = Biozyme TS; T3 = Concentrado solido de lombricomposta; T4 = Estimulante de la germinación y enraizador; T5 = Agua normal Testigo

En la Figura 4.3 se presenta la comparación de medias para evaluar el peso seco de planta de seis genotipos de chiles tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla. En dicha figura se puede apreciar que el máximo valor de peso seco de planta lo obtuvo el AM-97-45-21 con 16.1 mg. seguido por el AP-3526 y AM-VR2006, quienes presentaron 13.3 y 11.8 mg. respectivamente, mientras que el MG-20166 tuvo el menor valor de peso seco de planta con 9.6 mg. siendo inferior al resto de los tratamientos.

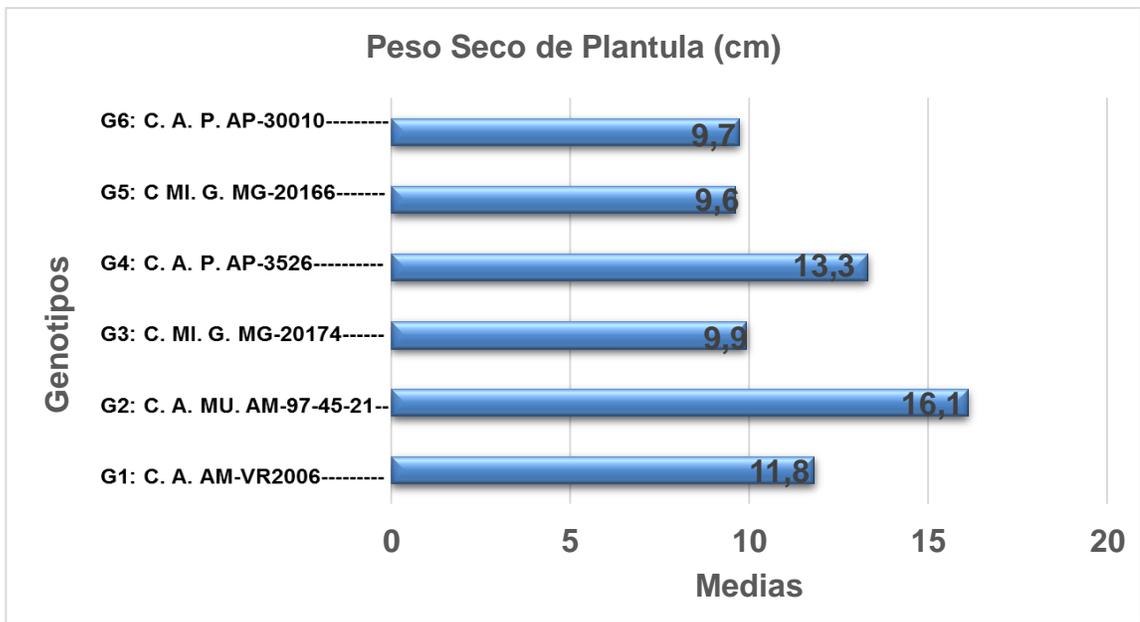


Figura 4.3 comparación de medias de genotipos, de peso seco de planta de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos, se observa en la Figura 4.4 que el Estimulante de la germinación y enraizador tuvo el máximo valor de peso seco de plántula con 17.1 mg. seguido por el Testigo, AG³ y concentrado sólido de Lombricomposta, con 15.4, 14.1 y 13.6 mg. respectivamente, mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de peso seco de plántula con 5.01

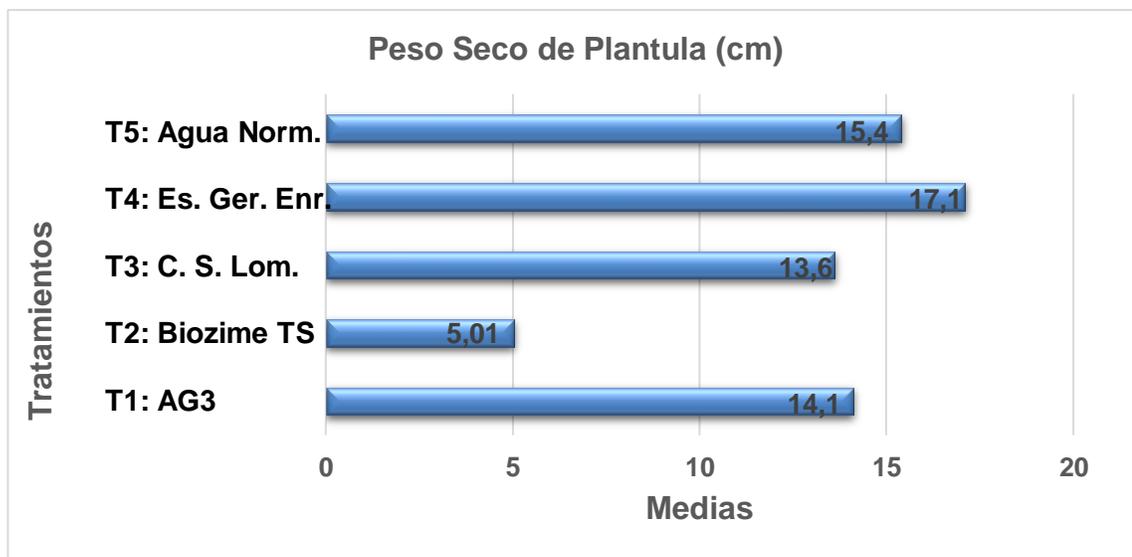


Figura 4.4 comparación de medias de tratamientos de peso seco de planta de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Longitud media de raíz (L.M.R.)

En el Cuadro 4.4 se presenta la comparación de medias para evaluar la longitud media de raíz de seis genotipos de chiles tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla. En dicho cuadro se aprecia que el máximo valor de longitud media de raíz lo obtuvo AP-3526 con 5.7 cm, seguido por AM-97-45-21 y MG-20174, quienes presentaron 5.6 y 4.9 cm respectivamente, mientras que MG-20166 tuvo el menor valor de longitud media de raíz con 3.4 cm, siendo inferior al resto de los tratamientos.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos de chiles se observa en dicho cuadro que el Estimulante de la germinación y enraizador tuvo el máximo valor de longitud media de raíz con 8.8 cm, seguido por la

lombricomposta y Testigo con 6.5 y 5.2 cm respectivamente, mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de longitud media de raíz.

En relación a la interacción genotipo por tratamiento y a pesar de que el análisis de varianza no presenta diferencias significativas, estadísticamente si se aprecia que numéricamente si existen diferencias, apreciándose que AM-97-45-21 con lombricomposta, AP-3526 con lombricomposta y MG-20174 con lombricomposta, presentaron los valores más altos con 8.2, 7.8, y 7.5 cm respectivamente, mientras que AP-30010 y MG-20166 tratados con el Biozyme TS tuvieron los valores más bajos de longitud media de raíz con 0.8 y 0.3 cm.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de longitud media de raíz (L.M.R.), de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.

Genotipo	T1	T2	T3	T4	T5	Media
AM-VR2006	3.9±2.0	2.2±2.3	5.7±1.3	5.2±2.3	5.9±0.7	4.6 ab
AM-97-45-21	4.7±2.6	2.3±2.6	8.2±2.1	6.1±0.7	6.7±1.6	5.6 a
MG-20174	4.1±2.4	1.1±1.5	7.5±2.1	6.0±3.3	5.7±2.0	4.9 ab
AP-3526	6.8±1.8	2.4±0.8	7.8±1.7	6.5±2.2	5.3±2.9	5.7 a
MG-20166	2.7±2.2	0.3±0.7	5.9±3.4	4.9±2.5	3.4±2.4	3.4 b
AP-30010	4.6±1.6	0.8±0.8	3.9±2.4	6.2±0.6	4.3±2.0	3.9 b
Media	4.5 b	1.4 c	6.5 ab	8.8 a	5.2 ab	

Nota: Media ± desviación estándar; Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); T1=Ácido Giberélico AG3; T2 = Biozyme TS; T3 = Concentrado solido de lombricomposta; T4 = Estimulante de la germinación y enraizador; T5 = Agua normal Testigo

En la Figura 4.5 se presenta la comparación de medias de genotipos de longitud media de raíz de seis genotipos de chiles tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla. En dicha Figura se observa que el máximo valor de longitud media de raíz lo obtuvo AP-3526 con 5.7 cm, seguido por AM-97-45-21 y MG-20174, quienes presentaron 5.6 y 4.9 cm., mientras que MG-20166 tuvo el menor valor de longitud media de raíz con 3.4 cm., siendo inferior al resto de los tratamientos.

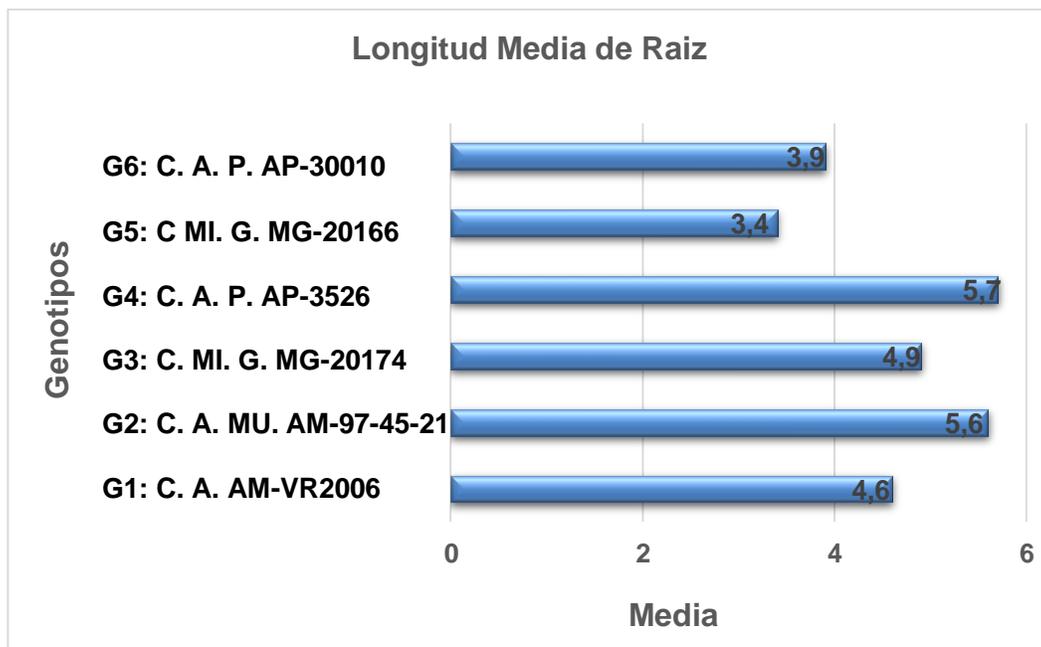


Figura 4.5 comparación de medias de genotipos de longitud media de raíz de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos de chiles se observa en la Figura 4.6 que el Estimulante de la germinación y enraizador tuvo el máximo valor de longitud media de raíz con 8.8, seguido por la

lombricomposta y Testigo con 6.5 y 5.2 respectivamente, mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de longitud media de raíz con 1.4.

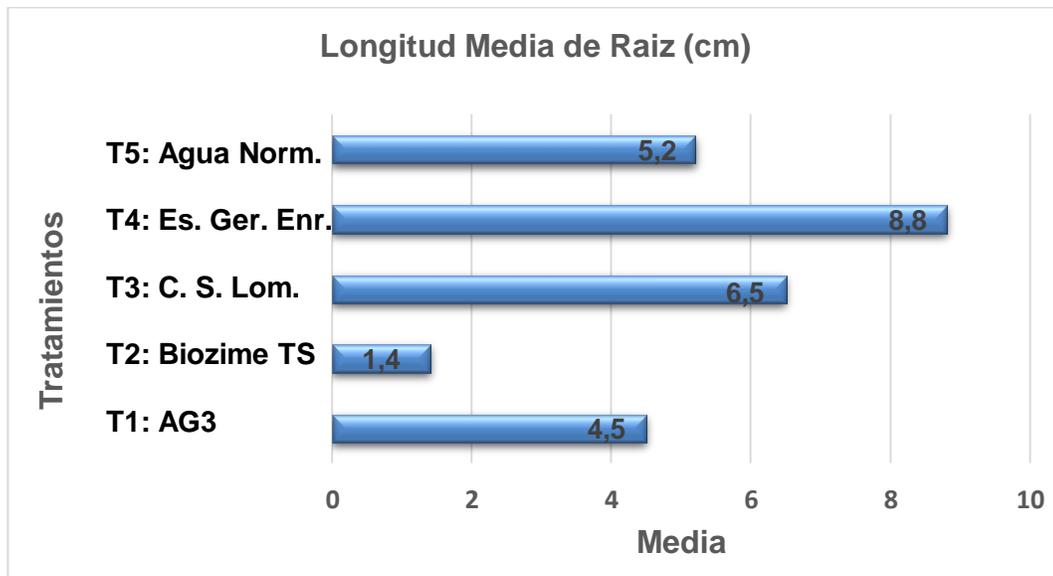


Figura 4.6 comparación de medias de tratamientos de longitud media de raíz de seis genotipos de chile con cinco tratamientos para promover la germinación.

Longitud media de plántula (L.M.P.)

En el Cuadro 4.5 se presenta la comparación de medias para evaluar la longitud media de plántula de seis genotipos de chiles tratados con cinco tratamientos para promover la germinación de la semilla. En dicho cuadro se observa que el máximo valor de longitud media de plántula lo obtuvo el genotipo AM-97-45-21 con 4.5 cm, seguido por AP-3526 y AM-VR2006 quienes presentaron 4.1 y 3.8 cm., mientras que MG-20166 tuvo el menor valor de longitud media de plántula con 2.7 cm., siendo inferior al resto de los tratamientos. Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos de chiles se observa en dicho cuadro que la lombricomposta tuvo el máximo valor de longitud media de

plántula con 4.7 cm., seguido por el Estimulante de la germinación y enraizador y Testigo con 4.3 y 4.1 cm., mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de longitud media de plántula con 1.0 cm. En relación a la interacción genotipo por tratamiento y a pesar de que el análisis de varianza no presenta diferencias significativas, estadísticamente si se aprecia que numéricamente si existen diferencias, apreciándose que el genotipo AM-97-45-21 con lombricomposta, AP-3526 con AG³ y AM-97-45-21 con Estimulante de la germinación y enraizador, presentaron los valores más altos con 6.1, 5.3 y 5.2 cm., mientras que el genotipo MG-20166 y AP-30010 tratados con el Biozyme TS tuvieron los valores más bajos de longitud media de plántula con 0.3 y 0.1 cm.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de longitud media de planta (L.M.P.) en cm., de los genotipos tratados con cinco tratamientos para promover la germinación en semillas de chile.

Genotipo	T1	T2	T3	T4	T5	Media
AM-VR2006	3.8±1.9	1.9±2.0	4.7±0.6	4.0±1.4	4.6±1.3	3.8 abc
AM-97-45-21	5.1±2.7	1.2±1.4	6.1±0.6	5.2±0.8	5.2±1.3	4.5 a
MG-20174	4.1±2.0	0.9±1.1	5.0±1.3	3.5±2.0	4.5±1.9	3.6 abc
AP-3526	5.3±1.4	1.5±0.9	4.9±1.0	4.6±1.1	4.0±1.7	4.1 ab
MG-20166	2.6±1.9	0.3±0.7	4.2±2.5	3.9±2.2	2.5±1.6	2.7 c
AP-30010	3.8±1.2	0.1±0.3	3.5±2.6	4.6±1.0	4.1±1.7	3.2 bc
Media	4.1 ab	1.0 b	4.7 a	4.3 a	4.1 ab	

Nota: Media ± desviación estándar; Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); T1=Ácido Giberélico AG3; T2 = Biozyme TS; T3 = Concentrado solido de lombricomposta; T4 = Estimulante de la germinación y enraizador; T5 = Agua normal Testigo

En la Figura 4.7 Se presenta la comparación de medias de genotipos de la longitud media de plántula. En dicha Figura se aprecia que el máximo valor de longitud media de plántula lo obtuvo AM-97-45-21 con 4.6 cm., seguido por AP-3526 y AM-VR2006, quienes presentaron 4.1 y 3.8 cm., mientras que el genotipo MG-20166 tuvo el menor valor de longitud media de plántula con 2.7 cm., siendo inferior al resto de los tratamientos.

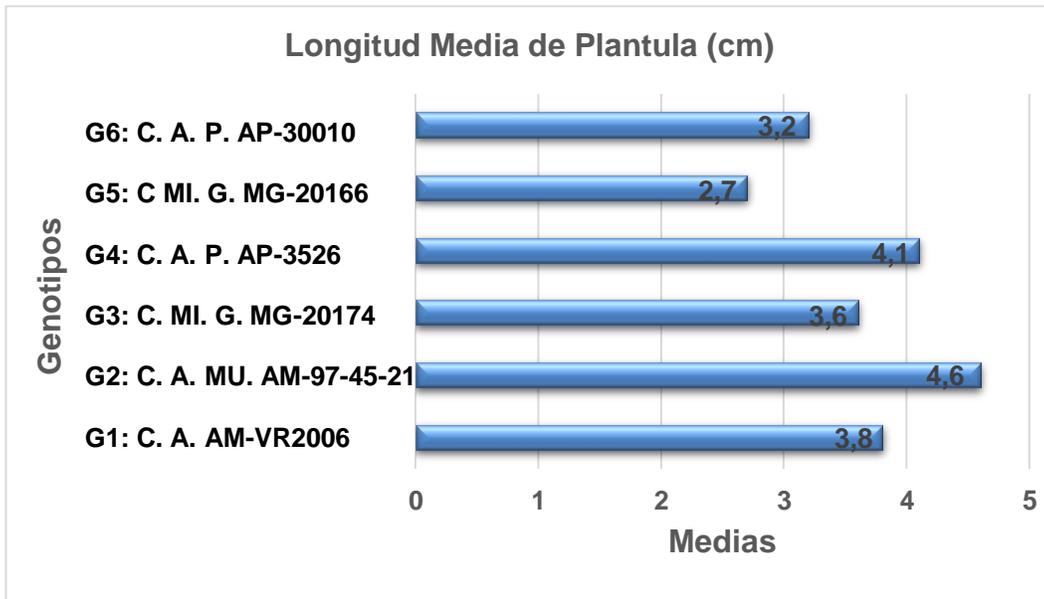


Figura 4.7 comparación de medias de genotipos de longitud media de planta de seis genotipos de chiles con cinco tratamientos para promover la germinación.

Con respecto a los tratamientos evaluados en los seis genotipos de chiles se observa en la Figura 4.8 que la lombricomposta tuvo el máximo valor de longitud media de plántula con 4.7 cm., seguido por el Estimulante de la germinación y enraizador y Testigo con 4.3 y 4.1 cm., mientras que el Biozyme TS tuvo el menor valor de longitud media de plántula con 1.0 cm.

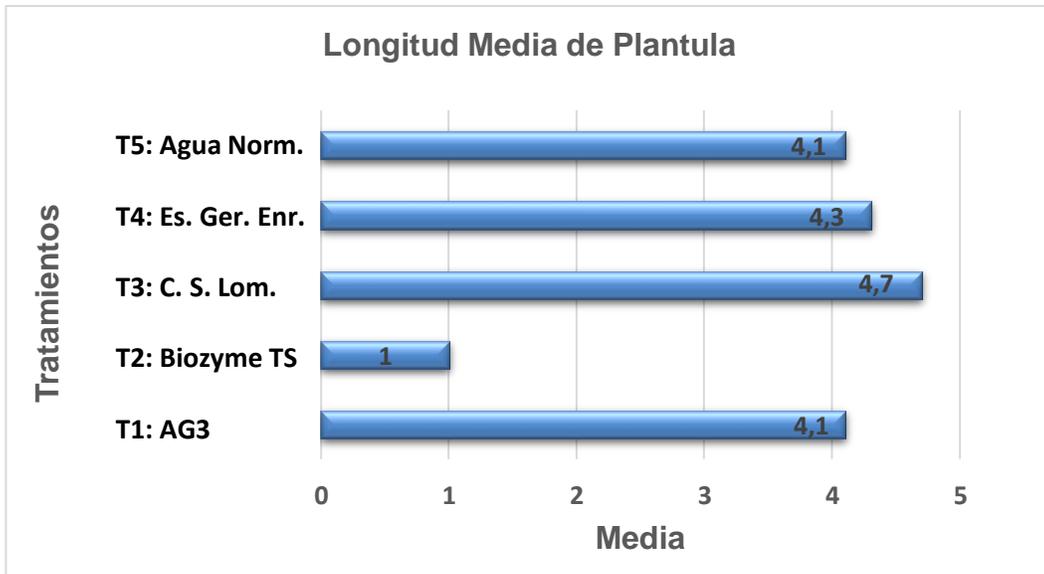


Figura 4.8 comparación de medias de tratamientos de longitud media de planta de seis genotipos de Chile con cinco tratamientos para promover germinación.

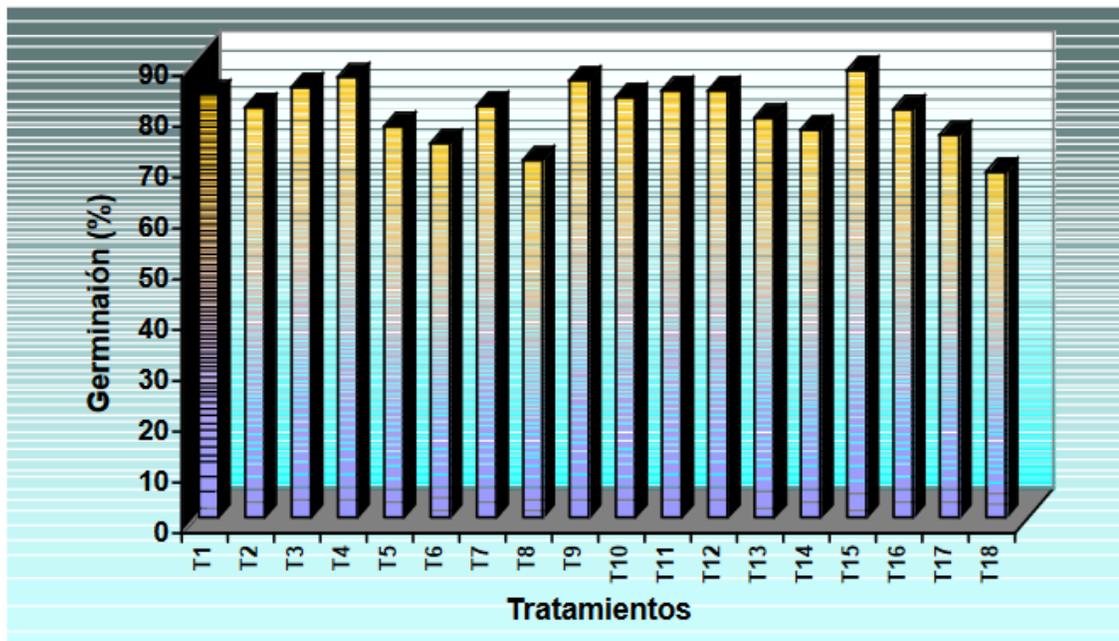


Figura 4.9 por ciento de germinación en semillas de maíz tratadas con productos de origen orgánico – hormonal. Tomada de Pantoja (2006).

DISCUSION

Sustentado en los resultados obtenidos; se pudo observar que la germinación de las semillas de los seis diferentes genotipos de chile es beneficiada, pues los productos derivados de la lombricomposta utilizados en el presente experimento causaron un efecto estimulante en la germinación, presentándose el estimulante de la germinación y enraizador, seguido por la lombricomposta (concentrado solido de lombricomposta), como los productos orgánico-hormonales que mejor se comportaron o que dieron un mejor efecto en la mayoría de las variables evaluadas a diferencia de los otros tratamientos convencionales AG₃ Y Biozyme TS.

Los productos orgánico hormonales a base de lombricomposta que se obtuvieron al analizarse, esto se debe a la gran cantidad de micro elementos, nutrientes, Auxinas y Giberelinas que están presentes en dichos productos, ya que también estos activan reacciones enzimáticas en las semillas.

En cuanto a los tratamientos AG₃ (Ácido Giberélico) y Biozyme TS causaron un menor efecto estimulante en la germinación de las semillas en los diferentes genotipos de chile comparados con los productos de origen orgánico, esto se puede observar claramente en la Figura 4.2, así mismo, en las variables como longitud media de plántula, longitud media de raíz, peso seco de plántula no mostraron significancia, comprobando que los tratamientos de origen orgánico hormonales a base de lombricomposta son mejores, ya que a todos los genotipos con su respectivo tratamientos se les dio las mismas condiciones.

Por otra parte, estos resultados obtenidos en este trabajo se asimilan con los que obtuvo Pantoja (2006) quien utilizó productos orgánico – hormonales estimulantes de la germinación y vigor en semillas de maíz (*Zea mays*) obteniendo que el tratamiento a base de sedimento de composta + lombricomposta en polvo tuvo 88% de germinación siendo el mejor, seguido por el biodigestado liquido mixto + biodigestado liquido de lombricomposta con un 86% y por el sedimento mixto + biodigestado liquido de lombricomposta con 80%, las cuales denotan el vigor de las plántulas. En la Figura 4.9 se demuestra lo anteriormente descrito.

También menciona que los testigos relativos (Biozyme TS y Biozyme PP) se comportaron de manera similar a algunos de los tratamientos de origen orgánico, pero en ninguna de las variables se presentaron como los mejores tratamientos, lo cual podemos sustentar que los productos orgánicos son mejores y superan a los convencionales que en este trabajo de investigación se utilizaron.

Cabe resaltar que al comparar estos resultados obtenidos con los de Pantoja no son los mismos porcentajes de germinación, pero al menos si son similares y concuerdan que los tratamientos orgánicos hormonales a base de lombricomposta son mejores.

CONCLUSIONES

De los resultados anteriormente presentados en el presente trabajo de investigación se concluye que se cumple con la hipótesis planteada., llegando a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de productos orgánicos a base de lombricomposta estimula la germinación en semillas de chile.
- Los productos orgánicos mostraron similitud a los productos comerciales Biozyme TS y Acido Giberélico AG₃ y en algunos casos estos fueron superados.
- El mejor tratamiento o producto en lo que respecta a porcentaje de germinación de semilla, fue el Estimulante de la germinación y enraizador, seguido por el concentrado solido de lombricomposta, superando al resto de los tratamientos
- Los productos comerciales Biozyme TS y Acido Giberélico AG₃, se comportaron de manera similar a los productos orgánicos, pero en ninguna variable se presentan como mejor tratamiento.
- Los productos orgánicos a base de lombricomposta resultaron mejores estimulantes de la germinación que los comerciales.

LITERATURA CITADA

- Ayala, G. S. A. 2006. Estimulación de la germinación y vigor en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis licenciatura, Buenavista saltillo Coahuila, México.
- Besnier, R. F. 1989. Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi-prensa. Madrid España. Pp. (121,122, 124,125, 129).
- De la Cruz, R. R. A. 2005. Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposta. P.13 En línea: http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/05-aprov_residuos.pdf
- De la Cruz T. D. J. 2001. Chile habanero características y tecnología de producción. Mococho, Yucatán, México. Pp. (9,12) en línea: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3030/CHILEHABANEROcaracteristicasytecnologiadeproduccion.pdf?sequence=1>
- Google Eart, 2018. INIFAP. C.E Saltillo.
- García, G. J. M. 2009. Evaluación de extractos orgánicos sobre la germinación de semilla de papaya (*Carica papaya* L.) variedad golden (hawaiana). Tesis licenciatura, buena vista saltillo Coahuila, México. Pp. (10-11).
- Herrera. (et al.) 2006. Germinación y crecimiento de la planta. 1ra ed. San José, C.R.: Editorial Universidad de Costa Rica. Pp. (32- 35),
- Jiménez, M.A., 1990. Semillas forrajeras para siembra. Análisis de su calidad, estándares y densidades. Universidad autónoma Chapingo. Carretera México – Texcoco km 38.5, México.
- Jordán, M. y Casaretto J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: etileno, ácido abscisico, brasinoesteroides, poliaminas, ácido salicílico y ácido jasmónico. En línea: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>
- Mayer, A. M., y Poljekoff – Mayber, A. 1982. The germination of seeds. Thira. Edition. Pergaman press. Great Britain.
- Martínez, C. C. 1996. Potencial de la lombricultura elementos básicos para su desarrollo. 1ra ed. en español. Pp. (90 - 98).
- Moreno M., E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas. 3ª Ed. UNAM. México. P. 113- 122.

- Perry, A. D. 1988. El concepto de vigor de la semilla y su relacion con respecto a las técnicas de producción de semilla. Producción moderna de semillas. Editorial hemisferio sur. Tomo II. Escuela de agricultura, universidad de Nottingham. P. 693-716.
- Pantoja, G. E. 2006. Productos orgánico – hormonales estimulantes de la germinación y vigor en semillas de maíz (*Zea mayz L.*). Tesis licenciatura, Buenavista, saltillo, Coahuila, México
- Rivera L. O., 2004. Efecto de Extractos Orgánicos en la Germinación y Vigor de Semillas Deteriorada de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Tesis licenciatura, Buenavista saltillo Coahuila, México.
- Roblero, V. L. 2006. Derivados orgánicos potencializadores de la germinación y vigor en semilla de sandía (*Citrullus lanatus*). Tesis licenciatura, Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
- Statistic Analysis Software SAS. Versión 9.0. 2002
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación de México. SAGARPA. 2015 producción del chile mexicano. En línea: <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/produccion-del-chile-mexicano> 14/04/17
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación de México. SAGARPA. 2016 producción nacional de chile alcanza 2.3 millones de toneladas. En línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/2017/enero/Documents/BNSAGENE052017.PDF> 14/04/17
- Salisbury, F. B. Y Ross, C. W. 1994. Fisiología vegetal. Ed. Por grupo editorial iberoamericana, S. A. de C. V. Mexico p. 647-649.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas SNICS. 2015 generalidades del cultivo. En línea: http://snics.sagarpa.gob.mx/rfaa/Paginas/Hortalizas/Chile/Generalidades_Cultivo.aspx
- Villarreal, Q. J. A. 1993. Introducción a la botánica forestal. Segunda Edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. P. 48-49.
- Venegas. R. G. J. 2013. *fitorreguladores*. En línea: <https://es.slideshare.net/MarianaChavik/fitorreguladores>
- Weaver R. J. 1972. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Universidad de california, Davis. Pp. (18, 19, 102).

CITAS DE INTERNET

<http://www.monografias.com/trabajos71/humus-liquido-lombriz-roja-californiana/humus-liquido-lombriz-roja-californiana2.shtml#ixzz4hSjL5ZqK>

<http://www.monografias.com/trabajos71/humus-liquido-lombriz-roja-californiana/humus-liquido-lombriz-roja-californiana2.shtml#ixzz4hSjAZCC>