

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Calidad Fisiológica de Semilla de Chía (*Salvia hispánica L*) Utilizando Tres Concentraciones de Ácido Giberélico, Bajo Condiciones de Laboratorio

Por:

ANTONIO DE JESÚS GARCÍA LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PÁGINA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Calidad Fisiológica de Semilla de Chía (*Salvia hispánica L*) Utilizando Tres Concentraciones de Ácido Giberélico, Bajo Condiciones de Laboratorio

Por:

ANTONIO DE JESÚS GARCÍA LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría

MC. Antonio Valdez Oyervides

Asesor principal

MC. Leopoldo Arce González

Coasesor

DRA. Alma Patricia García Villanueva

Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2015

| INDICE | PÁGINA |
|---|---------------|
| INDICE DE CUADROS----- | i |
| INDICE DE FIGURAS----- | ii |
| RESUMEN----- | iii |
| INTRODUCCION----- | 1 |
| Propiedadesde la chíá ----- | 1 |
| Antecedentes ----- | 2 |
| Objetivo específico ----- | 3 |
| Hipótesis----- | 3 |
| REVISION DE LITERATURA ----- | 3 |
| Distribución geográfica----- | 5 |
| Importancia de la chíá en México----- | 6 |
| Descripción botánica ----- | 6 |
| Descripcion taxonómica----- | 7 |
| Definición de semilla----- | 7 |
| Calidad de las semillas----- | 8 |
| Semilla----- | 8 |
| Calidad de semilla----- | 10 |
| Calidad fisiológica----- | 10 |
| Germinación de la semilla----- | 11 |
| Viabilidad----- | 12 |
| Vigor----- | 13 |
| Latencia de la semilla----- | 13 |
| Latencia exógena----- | 14 |
| Latencia endógena----- | 15 |
| Latencia interna----- | 15 |
| Latencia combinada morfo fisiológica----- | 16 |
| Latencia combinada exógena-endógena----- | 16 |
| Tipos de latencia----- | 18 |
| Métodos para eliminar latencia----- | 18 |
| MATERIALES Y METODOS----- | 19 |
| Ubicación del experimento----- | 19 |
| Variables evaluadas----- | 21 |
| RESULTADOS----- | 23 |
| CONCLUSION----- | 31 |
| BIBLIOGRAFIA----- | 33 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Composición porcentual del ácido giberélico----- | 20 |
| Cuadro 2. Concentrado de resultados finales (Medias), del efecto de biorreguladores en la capacidad de pruebas de vigor en semillas de chía bajo condiciones de laboratorio.----- | 23 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable plántulas normales en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio----- | 23 |
| Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable plántulas anormales en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio----- | 24 |
| Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable semillas sin germinar en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio----- | 25 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable germinación en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio----- | 27 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Plúmula en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.----- | 28 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio----- | 29 |

INDICE DE FIGURAS

FIG. 1 Comparación de medias del variable plántulas normales en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.-----24

FIG. 2 Comparación de medias del variable plántulas anormales en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.-----25

FIG. 3 Comparación de medias del variable semillas sin germinar en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.-----26

FIG. 4 Comparación de medias de la variable germinación en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.-----27

FIG. 5 Comparación de medias de la variable longitud media de plúmula en semilla de chía, bajo condiciones de laboratorio.-----28

FIG. 6 Comparación de medias de la variable longitud media de radícula en semilla de chía tratada con ácido giberélico bajo condiciones de laboratorio.-----29

RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo en el laboratorio de calidad de semillas de la UAAAN, con el objetivo de romper a latencia en semilla de chíá, para tal el efecto se generaron de cuatro tratamientos, los cuales fueron 500 ppm, 750 ppm y 1000 ppm y un testigo, los cuales fueron aplicados en la semilla, se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento; el trabajo se realizó en el Laboratorio de Semillas (CCDTS), de la UAAAN. los tratamientos fueron sembrados en cajas Petri provistas de papel filtro se utilizaron doscientas semillas por tratamiento; las variables evaluadas fueron, Plántulas normales (P.N) Plántulas anormales (P.A), Semillas sin Germinar (S.S.G), Germinación (G) Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR); Los resultados indicaron que en el T2, T3 Y T4 presentaron significancia ($P < 0.01$) en (LMR) Y (LMP), ya que el T1 fue con la media más baja, en las variables restantes no hay diferencia significativa entre tratamientos aunque numéricamente si hay diferencias, concluye que el ácido giberélico no funciona como biorregulador para eliminar la latencia, no obstante si existen algunas diferencias numéricas en algunos de los tratamientos.

Palabras clave: chíá (Salvia hispánica L), latencia, Vigor, calidad fisiológico

Correo electrónico; Antonio De Jesús García López, agarcialop89@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La chía fue nombrada *Salvia hispánica* por los españoles cuando la llevaron a España y la convirtieron en uno de los cultivos más comunes del país, en México se ha cultivado desde la época prehispánica de forma tradicional y semi-tecnificado desde hace muchos años por pequeños productores de las regiones de Jalisco con una participación con 95.6% con un valor de producción de \$402,285.50, en segundo lugar se encuentra el estado de Puebla con el 3.22% con un valor de producción de \$13,562.31 .

Propiedades de la semilla de chía

Las propiedades de la chía son muy conocidas y se recomienda su uso por sus bondades para el sistema digestivo, la Chía por si sola carece de gusto alguno, insípida e inodora. La propuesta del valor del producto se basa en que no es común encontrar fuente de ácidos grasos Omega-3, fibra dietética, antioxidante en un solo producto, la chía es fuente de energía, los indios la consumían para resistir caminatas de 14 horas. La OMS, recomienda consumir 4 gramos de ácido grasos omega-3 por día y el 30% de la semilla de Chía es aceite y de este el 64% es de Omega-3 por lo tanto 24 gr de semilla cubren la necesidad humana por día. En México las zonas que más se destacan en la producción del cultivo de chía son las zonas altas del municipios de Acatic, Cuiquío, Zapotlanejo, Tomatlán del estado de Jalisco los cuales siembran un promedio de 15,790 ha.

Antecedentes históricos

Antes de la conquista de América, la chía era un alimento básico para las civilizaciones de México; su cultivo era probablemente el tercero en importancia económica, superado sólo por el maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Ya antiguamente usada esta semilla por la etnia semi-nómada de los Tecuexes (grupo Chichimeca) ubicados en los actuales municipios de Guadalajara, Zapotlanejo, Acatic, Tepatitlán, San Miguel el Alto, Cuquío, Yahualica, etc. y con la cuál pagaban tributo a los mexicas.

Inicialmente esta semilla era recolectada de plantas silvestres (no cultivada), hasta que los tlaxcaltecas y otomíes, traídos a la región por los españoles conquistadores, la domesticaron, iniciándose con esto el cultivo de esta importante semilla. Las contribuciones eran de hasta 1500 toneladas anuales; se empleaba como alimento, como ofrenda a los dioses, y como oleaginosa para producir un aceite como base para pinturas corporales y decorativas. Su siembra Prefiere suelos ligeros a medios, bien drenados, no demasiado húmedos; como la mayoría de las salvias, es tolerante a la acidez y a la sequía, pero no soporta las heladas. Requiere abundante sol, y no fructifica en la sombra.

Es un cultivo fácil de manejar y almacenar por pequeños productores no necesita grandes inversiones. La chía es una planta herbácea de la familia de las amiláceas, de hojas anchas con ramificaciones opuestas, tallo hueco y cuadrado. Mide entre 1.20 hasta 1.60 m de alto, entre las espigas la planta aumenta su ramificación y por ende sus número de espiga floral es mayor reportándose mejores rendimientos. Los países que más cultivan la Chía son México, España, Colombia y Bolivia, Argentina, Australia, los cuales realizan temas de investigación para promover la importancia del cultivo a nivel mundial principalmente en los países en vía de desarrollo por sus bondades productivas y pos cosecha.

Antecedentes

Durante muchos años los productores de Chía han tenido problema para la comercialización porque siempre la han vendido a precios muy bajos y en ocasiones por debajo de sus costos de producción debido a que existían pocos

compradores del rubro el destino era únicamente mercado local y nacional siendo las Ciudades de Guadalajara, Distrito Federal entre otros.

En los últimos 2 años la chía ha tomado gran importancia económica por que se está exportando a países como Estados Unidos, Costa Rica, Perú, Japón y Alemania.

Actualmente existen empresas compradoras de chía con miras a financiar, procesar, empacar y exportar el producto a Estados Unidos, China y Taiwán y existe mucho interés en invertir en temas de investigación de campo y agroindustria.

Por otra parte la semilla dadas sus características morfológicas, normalmente tiene problemas de germinación y por consecuencia una muy escasa población de plántulas en el terreno, por esta razón se llevó a cabo la presente investigación con el objetivo de conocer los atributos de calidad de la misma.

Objetivos

Determinar calidad fisiológica de semilla de chía (salvia hispánica I) utilizando tres concentraciones de ácidogiberélico, bajo condiciones de laboratorio.

Hipótesis

El ácidogiberélico tiene un efecto determinante en la calidad fisiológica de la semilla de chía (salvia hispánica I)

REVISIÓN DE LITERATURA

La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando, por ejemplo, la calidad del servicio postal, del servicio dental, del producto, de vida, etc. En si calidad es un término relativo y significa el grado de excelencia. El termino calidad de semillas es usado para reflejar el valor de la semilla como material de siembra.

Coolbear and Hill, 1998; Hampton, 1994 Mencionan que para la mayoría de los usuarios de semillas, la calidad de una semilla, es aquella que germina y está libre de especies de malezas indeseables. Este concepto esta también reflejado en el hecho de que en la mayoría de los laboratorios de análisis de calidad de semillas, entre el 80 y 90 % de todos los ensayos requeridos sean de Pureza físico - botánica y Poder Germinativo. Se hace necesario agregar y aclarar que definiendo la calidad de una semilla, están involucrados muchos otros componentes además de los anteriormente mencionados, los cuales pueden ser agrupados en las tres siguientes categorías.

Serrato C. M. (1994), menciona que las semillas de calidad son aquellas que además de que satisfaces todos los requerimientos exigidos en el mercado, poseen cualidades que les confieren una rápida, uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo, las que en su oportunidad dan origen a plantas vigorosas con alto potencial de rendimiento.

Douglas, J.E. (1982). Comenta que la calidad es un elemento indispensable para el éxito de toda empresa, además comprende muchos atributos o características que son primordiales para que se considere una semilla de calidad, como son sus componentes genéticos que contemplan su pureza varietal; físicos que incluyen los atributos de pureza física, incidencia, severidad de daño mecánico y tamaño de la semilla; fisiológicos que es la germinación unido con el vigor; y sanitarios considerando el tipo e incidencia de enfermedades transmitidas por semilla,

Por su parte Delouche C. J. (2005), en su publicación en la revista seednews reafirma que uno de los preceptos fundamentales de la ciencia y tecnología de semillas es que cuando son de alta calidad tienen mejor desempeño que las de menor calidad, por consecuencia lógica la implicación de este precepto es que la mejora del desempeño de estas en la producción del cultivo es mejor obtenida concentrándose en el desarrollo y en la producción de alta calidad y en el mantenimiento de esta a través del acondicionamiento, almacenamiento, marketing y siembra.

Distribución geográfica

La familia Lamiaceae cuenta con unos 170 géneros y más de 3000 especies de amplia distribución en regiones tropicales y templadas. En Argentina existen alrededor de 26 géneros (Burkart, 1979). Son hierbas anuales o arbustos perennes, contienen aceites esenciales en pelos glandulares de las hojas y los tallos, por lo que han sido domesticadas para ser utilizadas como condimentos y perfumes (León, 1987) la mayoría de las especies cultivadas se originan en la región mediterránea: *Rosmarinus Officinalis*, *Lavándula Angustifolia*, *L. Latifolia*, *Salvia* spp., *Mentha* spp., *Origanum Vulgare*, *O. Majorana*, *Ocimum Basilicum*, *Thymus Vulgaris* y otros. Muchas familias de estas plantas se cultivan por el follaje ornamental, como *Coleus* spp., o por sus flores y semilla, tal es el caso de *Salvia*. En África y Asia se comen los tubérculos de *Plectranthus*

y Solonostemon. En Mesoamérica las semillas de ciertos Hyptis y salvia, se usan en la preparación

de refrescos (León, 1987). El género salvia incluye unas 900 especies y se distribuye extensamente en varias regiones del mundo, como Sudáfrica, América Central, América del Norte, Sudamérica y Asia Sur-oriental. Las plantas pueden ser herbáceas o leñosas, y sus flores muy atractivas en varios colores.

Importancia de chía en México

La Chía (salvia hispánica L.), una planta originaria de México. La chía era usada como parte de la dieta diaria de aztecas y mayas y ha estado olvidada durante siglos. Conocida también como la semilla mágica, "superalimento" o "el antiguo alimento del futuro", la chía se está empezando a utilizar ahora en la industria alimentaria por sus interesantes propiedades nutricionales y terapéuticas.

Debido a la rentabilidad de la semilla de la chía en México en algunos estados ha tomado un auge importante en algunos estados de México como Jalisco que es el principal productor de chía en el 2014 con más de 15 mil hectáreas sembradas y una producción de más de 9 mil toneladas con un rendimiento de 0.57 ton/ha un poco bajo a comparación de los rendimientos que obtiene Puebla que son de 0.85 ton/ha esto quizás por la tecnificación de riego y nutrición, incluso los productores han llegado a formar asociaciones para la venta de este importante producto

Descripción Botánica

Su planta tiene una altura entre un 1,0 y 1,5 metros, y sus tallos son ramificados, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. Las hojas opuestas con bordes aserrados miden de 80 a 100 cm de longitud, y 40 a 60 mm

de ancho. Sus flores de color azul intenso o blancas se producen en espigas terminales, esta descripción morfológica de las flores fue abordada por Martínez como se muestra en la Foto1 (Martínez, 1959). Las semillas son ovales, suaves, brillantes y miden entre 1,5 y 2,0 mm de longitud. Según la variedad, su color puede ser blanco o negro grisáceo con manchas irregulares que tienden a un color rojo oscuro (R. Ayerza, Wayne Coates, 2006).

Descripción Taxonómica

La chía, *Salvia hispanica* L., es una especie que pertenece a la familia de aromáticas como la menta, el tomillo, el romero y el orégano. En la Tabla 1 se muestra la información sobre la jerarquía taxonómica de la chía.

Tabla 1. Jerarquía taxonómica de la chía

| Jerarquía | Descripción |
|------------------|--|
| Reino | <i>Plantae</i> - Planta |
| Subreino | <i>Tracheobionta</i> – Planta vascular |
| División | <i>Magnoliophyta</i> – Angiosperma |
| Clase | <i>Magnoliopsida</i> – Dicotiledónea |
| Subclase | <i>Asteridae</i> |
| Orden | Lamiales |
| Familia | <i>Lamiaceae</i> – Menta |
| Género | <i>Salvia</i> L – Salvia |
| Especie | <i>Salvia hispanica</i> L. |

Definición de semilla

La semilla es un medio de diseminación y reproducción sexual que surge a partir de la fecundación del óvulo de una flor, y que se encuentran dentro de un ovario maduro o fruto, los cuales pueden ser carnosos o secos.

La semilla es el embrión de la planta que ha alcanzado la madurez y se encuentra en estado de “vida latente”. Puede permanecer en este estado durante mucho

tiempo, según la especie. Cuando la semilla encuentra las condiciones ambientales adecuadas, germinará. (Organero y Gimeno, 2002)

Las semillas proceden de los rudimentos seminales de la flor, una vez fecundadas y maduras. Su función es la de dar lugar a una nueva planta, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenecen. Las semillas presentan una gran variedad de formas, tamaños, pesos y colores, con relación a los diversos medios en los que han de dispersarse, sobrevivir y germinar. Cuando las condiciones de temperatura, humedad y aireación son las adecuadas, la semilla germinará, dando origen tras una serie de acontecimientos metabólicos, una joven plántula. En tanto no se den las condiciones adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un periodo variable de tiempo, que puede ser muy largo, hasta que llegado su momento, pierde su capacidad de germinar. (Pérez, 2002).

Calidad de las semillas

En lo correspondiente a y hablando de calidad, estas poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil evaluar su calidad, entre las que se encuentran la presencia de estructuras que rodean a la carióspside como glumas, lema, palea y aristas, que contienen inhibidores de la germinación o que estas mismas estructuras funcionan como aislante, impidiendo el contacto entre la carióspside y el agua, limitando su germinación, aunado a que otras especies son altamente brozosas y en consecuencia tienen gran cantidad de impurezas disminuyendo la calidad de semilla de un lote. Maldonado J. D. (2005).

Todo lo anterior mencionado respecto a calidad de la semilla repercute en el buen establecimiento en campo dando como resultado un establecimiento pobre debido a la baja germinación.

Semilla

Las semillas son el vehículo natural para la reproducción de las plantas, así como para la recolección, transporte, manejo y almacenamiento de germoplasma, Vázquez Y. C. et al. (1997)

Botánicamente es el órgano reproductivo (embrión) en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el episperma de la gran mayoría de las plantas, ya que desempeñan la función fundamental en renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, Moreno E. (1996).

En términos agronómicos se refiere a un insumo en la producción de alguna especie vegetal deseada, CIMMYT-(1994).

Potts (1977) en su curso sobre producción de semillas menciona tres funciones fundamentales, la primera que es portadora de las características genéticas inherentes de generación en generación, la segunda funciona como un sistema eficaz de almacenaje para una planta viva y tercera que cierra el ciclo de la reproducción de las especies.

Marino A. et al (1984) comentan que poseen asombrosos mecanismos protectores, complejos y efectivos, que ayudan a asegurar su supervivencia, por lo tanto tienen una habilidad rítmica para crecer que coincide con la sucesión de las estaciones, esta habilidad les permite permanecer en estado latente hasta que llega la estación favorable para su desarrollo.

Suttie J.M. Menciona que las variedades locales tradicionales en los países en desarrollo a menudo están disponibles como semillas de cultivos no seleccionados, con pureza física y genética dudosas. En muchas oportunidades se ha demostrado que los rendimientos de forraje por unidad de superficie pueden ser incrementados, y a veces duplicados, usando buenas semillas de especies y cultivares probados localmente.

Calidad de semillas

Para Salinas *et al.* (2001), la disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura; menciona que el análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, reporta que en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de la calidad de semillas, tales como: sanidad, pureza genética y vigor.

Por su parte Terenti, (2004), señala que la presencia de las cuatro cualidades esenciales en su máximo nivel permite que la semilla esté en su máxima calidad integral. Cada una de ellas aporta su capacidad para originar plantas productivas. La debilidad en cualquiera de ellas introduce un factor limitante y como consecuencia plantas poco productivas. La expresión de calidad de la semilla generalmente es usada libremente para reflejar el valor global que esta tiene y para la cual fue producida, y no se le da la importancia que tiene. Es por esto que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Simplemente decimos “no es más que una buena semilla” pero calidad de semilla significa más que eso, no es solo una mezcla de propiedades físicas, fisiológicas, morfológicas y ambientales, por lo que deberíamos decir “primero y ante todo la calidad de la semilla”. Este concepto se refleja en que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación (Mérola y Díaz, 2012).

Calidad fisiológica

Ruiz *et al.*, 2012; Manifiesta que los atributos de calidad fisiológica de semillas evaluados en laboratorio, son componentes importantes para ampliar la caracterización del germoplasma a utilizar en los programas de mejoramiento, además de proporcionar información sobre la emergencia, establecimiento en campo y capacidad competitiva en diversas condiciones de siembra

Asimismo, *Quiros y Carillo (2004)* señalan que la capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas; mencionan que el concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo en forma muy general se podría decir que es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. Ellos aportan que la germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

Germinación de las semillas

Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y morfogenéticos, conocidos como proceso de germinación. El proceso de germinación está constituido por varias fases: i) Absorción de agua por la semilla o imbibición; ii) Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva; iii) Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula

Al respecto. Suárez y Melgarejo, 2010. Durante la primera fase de la germinación se incrementa la actividad respiratoria cuando se hidrata la semilla y se activa el

embrión metabólicamente dando lugar al inicio de la segunda fase de la germinación. Durante esta fase tiene lugar en la semilla profundas transformaciones metabólicas que preparan el camino para la fase siguiente de crecimiento y son, por tanto, imprescindibles para el normal desarrollo de la plántula. En esta fase, se reduce considerablemente la absorción de agua por la semilla y se estabiliza el consumo de oxígeno

Pérez, 2002. Hablando del mismo tema dice que la tercera fase de la germinación corresponde al irreversible cambio fisiológico donde emerge la radícula de la semilla. Y concluye mencionando que dada la importancia de todos estos aspectos en el ámbito de la fisiología y tecnología de semillas, se han desarrollado diferentes protocolos para evaluar la viabilidad y vigor de las semillas, así como para lograr condiciones de almacenamiento que aseguren una mayor longevidad. VIABILIDAD La viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables.

Viabilidad

Ruiz, 2009; dice que la prueba de viabilidad nos revela una serie de aspectos esenciales para conocer no solamente la calidad del lote, sino que también puede servir de guía para identificar otros factores que pueden estar afectando a las semillas; entre ellos la *dormición*, que suele ser la causa de una menor germinación, pero que no debe confundirse con mala calidad el mismo autor también menciona que el tetrazolio puede ser utilizado sin importar el grado de dormición de las semillas, tornándose muy importante para especies con este problema.

En la Prueba Topográfica por Tetrazolio se utiliza una solución incolora de la sal cloruro de 2, 3,5-trifenil tetrazolio como un indicador de varios procesos de reducción que ocurren en las células vivas. Luego que la solución de tetrazolio es

embebida por la semilla, en las células vivas de los tejidos se lleva a cabo una reacción química de óxido-reducción en la cual participan las enzimas deshidrogenasas presentes en los tejidos vivos.

En esta reacción, los protones hidrógeno liberados en el proceso de respiración reducen a la sal de tetrazolio a formazan. El formazan es una sustancia estable, no difusible, de coloración rojiza, que permite distinguir las áreas vivas de las semillas (áreas de color rojo o rosado según la concentración empleada de la sal), de las zonas muertas (de color blanco) (ISTA, 2004).

Vigor

Salinas *et al.* (2001), menciona que el vigor de las semillas ha sido definido como la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor (International Seed Testing Association, 1995). También aporta, que los aspectos del comportamiento asociados con el vigor de las semillas incluyen: a) tasa y uniformidad de germinación de semillas y crecimiento de plántulas; b) comportamiento en el campo, incluyendo la tasa y uniformidad de la emergencia de las plántulas y c) comportamiento después del almacenamiento y transporte, particularmente la disminución de la capacidad de germinación.

Latencia de la semilla.

Varela y Arana (2011), definen la *dormición, latencia o letargo* como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación;

mencionan, que en el sector forestal se utiliza la palabra *latencia*, la cual proviene del latín “latensis” y significa oculto, escondido o aparentemente inactivo para referirse a esta incapacidad de la semilla a germinar, la cual puede constituir un problema por ejemplo para los programas de producción de plántulas en vivero; estos autores informan que la latencia se establece durante la formación de la semilla, y posee una importante función que consiste en restringir la germinación en la planta madre antes de su dispersión en el campo. Además, mencionan que se considera que la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula. De la Cuadra (1992), señala a la latencia como la incapacidad de germinación que va acompañada del mantenimiento de la viabilidad y de poder germinativo, que se manifestará cuando dichas condiciones ambientales sean propicias para la germinación.

Varela y Arana (2011), detallan a los distintos tipos de latencia de la siguiente manera:

a) Latencia por la cubierta de las semillas o exógena:

Latencia física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la cubierta seminal o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está 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 esta categoría las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente este factor no es la única causa de la latencia, ya 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.

b) Latencia morfológica o 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 proembrión 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.

c) Latencia Interna:

En muchas especies la latencia es controlada internamente en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo.

Fisiológica. Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitor.

Interno intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

Del embrión. Se caracteriza principalmente porque para llegar a la germinación se requiere un período de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

d) Latencia combinada morfofisiológica'

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuerte.

e) Latencia combinada Exógena –Endógena

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia

En lo que concierne a las semillas de chíá, estas presentan algunas estructuras propias de su especie tales como: semillas inmaduras, florecillas estériles, glumas, lema, palea y aristas. Estas estructuras físicas y fisiológicas impiden una buena germinación debido a que algunas limitan la absorción de agua, se presenta inmadurez del embrión y de inhibidores de la germinación, fenómeno conocido científicamente como latencia o dormancia.

Flores V. Z. comenta que las semillas de estas especies se caracterizan por presentar este fenómeno, mecanismo ampliamente difundido en la naturaleza que surgió para la supervivencia de la especie para mantenerse en diferentes condiciones ambientales.

Latencia

Las semillas de la mayoría de las especies germinan tan pronto están dadas las condiciones favorables, las que no lo hacen se dice que son latentes. Y Se entiende por latencia al estado en cual una semilla viable no germina aunque se le coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo. Gracias a esto pueden sobrevivir en condiciones desfavorables y adversas, aunque no indefinidamente.

La latencia es causada por varias situaciones que pueden estar relacionadas entre sí para controlar la germinación hasta que las condiciones sean las ideales, además están en función ciertos productos químicos acumulados en la testa o cubierta externa de la semilla de la semilla, proporcionándole impermeabilidad al agua o al aire, impidiendo que el embrión active su fisiología celular manteniéndolo en reposo o latencia. Además puede existir la acción de sustancia químicas (hormonas), otra causa puede ser la presencia de embriones fisiológicamente inmaduros que no tienen la capacidad de germinar.

García B. F. (2003), menciona que la mayoría de las especies pasan durante un periodo en estado de latencia o dormición, durante el cual el crecimiento de determinado órgano vegetal queda temporalmente interrumpido; y permanecen en este hasta que se presentan las condiciones favorables para reanudar su desarrollo.

Vázquez Y. et al. (1997) mencionan algunas de las causas que impiden la germinación de la semilla, puede deberse a la existencia de un periodo cronológicamente regulado de interrupción del crecimiento y de disminución del metabolismo durante su ciclo vital.

Entre las condiciones más importantes del ambiente se encuentran las variaciones climáticas de temperatura y humedad, las variaciones micro, macro climáticas, las condiciones hormonales y nutricionales de la planta progenitora tienen gran influencia en el establecimiento de la latencia de sus semillas durante su desarrollo, por lo cual pueden existir variaciones entre cosechas de una especie, según la época y el lugar de producción.

Valdez (1993), hace mención que la latencia es un mecanismo valioso para diseminar las plantas en tiempo y espacio, contribuyendo esto con la supervivencia de las especies; pero en la intención del agricultor al establecer una pradera resulta un problema, ya que la germinación no es la esperada.

Tipos de latencia

Latencia por la Cubierta de las Semillas

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 esta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiadas duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de latencia, ya que 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.

Métodos para eliminar Latencia

La salida del estado de latencia requiere, en determinados casos, algunos estímulos ambientales, tales como luz o bajas temperaturas. En otros casos, las gruesas cubiertas seminales de las semillas constituyen una barrera impermeable al agua y a los gases o ejercen una resistencia física a la expansión de la radícula,

que impide la germinación. La presencia de inhibidores de la germinación es otro de los condicionantes de la misma, García B. F. (2003).

Cunha F. (2005) nos dice que el período de duración de la latencia es bastante variable entre las especies, especialmente en gramíneas forrajeras, por ejemplo, tienen períodos de latencia que van de unos días, meses y en algunas se acentúa hasta por un año. Para resolver el problema de latencia, se han estudiado algunas técnicas y/o métodos para eliminarla y por consecuencia aumentar la germinación de las gramíneas forrajeras, estas son regularmente métodos físicos, químicos y mecánicos.

La ISTA (1985), recomienda el ácido giberélico que es una hormona vegetal utilizada para el rompimiento de latencia de algunas especies como avena, trigo y cebada.

Por su parte Manjarrez (1996), menciona que la escarificación mecánica sola en combinación con ácido giberélico 1000, 1500 y 2000 ppm por 30 minutos, y la escarificación sola más pre-enfriamiento por siete días a 5 °C fueron positivas respecto al rompimiento de latencia, asimismo recomiendan tratamientos a base de temperaturas altas, bajas y alternas así como el almacenamiento de las semillas por diferentes tiempos dependiendo de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Semillas (CCDTS), de la UAAAN. Esta se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 23' Latitud Norte y 103° 01' Longitud Oeste y con una altitud de 1743 msnm.

Material en estudio

Se utilizó semilla de Chía, recién cosechada, en el año del 2015, La semilla se obtuvo de una sola cosecha, posteriormente se limpió por el método de soplado obteniendo semilla pura viable.

El trabajo se realizó en laboratorio, en ambos casos se evaluó el efecto de la aplicación de ácido giberélico 500, 750 y 1000 ppm. A fin de conocer su efecto en la calidad fisiológica de semilla de chía.

Producto Utilizado

Se utilizó el producto Acido Giberélico (GA_3) en tres concentraciones de 500 ppm, 750 ppm y 1000 ppm, como coadyuvante de la germinación en semilla de chía (Salvia hispánica).

Descripción del producto utilizado:

El ácido giberélico es una hormona vegetal que estimula y regula el crecimiento de las plantas y rompe latencia ocasionada por requerimientos de luz y temperatura.

Esta actúa en la inducción de enzimas de cromosomas y activa enzimas que actúan en la movilización de las reservas.

Cuadro 1. Composición porcentual del ácidogiberélico

| COMPOSICIÓN PORCENTUAL | |
|-------------------------------|-------------|
| ingrediente activo | P/P |
| Ácido Giberélico (GA3) | 4% |
| Ingredientes inertes | |
| diluyentes y acondicionadores | 96% |
| Total | 100% |

Los tratamientos evaluados fueron

T1 semilla solo con efecto de la limpieza del soplado (testigo),

T2 semillas tratadas con Ácidogiberélico a 500 ppm.

T3 Semilla tratada Acido giberélico a 750 ppm.

T4 Semilla tratada con Ácidogiberélico a 1000 ppm.

Etapas de laboratorio

En este experimento se hizo la evaluación de los diferentes tratamientos, la semilla de chíá se depositó en cajas Petri provistas de papel filtro. Se colocaron 50 semillas en cada caja Petri con cuatro repeticiones por tratamiento. Al tratamiento uno (T1) fue tratado únicamente con agua, el tratamiento dos (T2) fue tratado con 500 ppm, el tratamiento tres (T3) fue tratado con 750 ppm, el tratamiento cuatro (T4) fue tratado con 1000 ppm, todos los tratamientos tuvieron 10 minutos de imbibición con su respectivo concentración de ácido giberélico. Para la prueba de vigor se hizo nuevos tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Una vez aplicados los tratamientos correspondientes, las cajas Petri fueron colocadas en una cámara germinadora de una temperatura constante de 25 °C (± 1) y una humedad constante durante todo el experimento que fue 21 días.

VARIABLES EVALUADAS

Capacidad de germinación (CG%)

Esta variable se obtuvo con el conteo al décimo cuarto día, en los cuales se consideraran las plantas normales obtenidas en esos días, anotándose las plántulas normales y semillas sin germinar (ISTA 1996).

Esta se midió en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento evaluado a los siete días después de la siembra.

Longitud de la radícula (LR)

Esta se midió en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento se evaluó a los siete y catorce días después de la siembra respectivamente.

Diseño experimental

La información que se obtuvo de las variables estudiadas de la investigación fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones con el paquete estadístico de la Universidad de Nuevo León Facultad de Agronomía (FAUANL, 1994) (versión 2.5), con el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico.

El modelo lineal que se propone es el siguiente:

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

Dónde: **Y_{ij} = variable observada**

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

i = 1, 2, ... n tratamientos

j = 1, 2, ... n repeticiones

Al correr las variables en el estadístico las que presentaron significancia fueron analizadas con una prueba de rango múltiple (Duncan $P < 0.05$) para la comparación de medias (Steel y Torrie, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los siguientes cuadros y figuras para la especie evaluada chía (*Salvia hispánica*L.), así como los tratamientos estudiados.

Cuadro 2. Concentrado de resultados finales (Medias), del efecto de biorreguladores en la capacidad de pruebas de vigor en semillas de chía bajo condiciones de laboratorio.

| TRATAMIENTO | CAPACIDAD DE GERMINACIÓN | | | | PRUEBAS DE VIGOR | |
|-------------|--------------------------|--------|---------|--------|------------------|--------|
| | PN | PA | SSG | %GER | LMP | LMR |
| 1 | 14.75 a | 1.75 a | 33.5a | 33.0 a | 3.89 a | 0.56 a |
| 2 | 10.0 a | 1.75 a | 38.25 a | 23.5 a | 5.85 b | 1.16 b |
| 3 | 10.75 a | 2.5 a | 36.75 a | 26.5 a | 6.04 b | 1.23 b |
| 4 | 12.0 a | 2.0 a | 36.0 a | 28.0 a | 6.30 b | 1.60 b |

Plántulas normales (P.N)

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable plántulas normales en semilla de chíá bajo condiciones de laboratorio.

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| MODELO | 3 | 52.25 | 17.42 | 1.139 | 0.373 |
| TRAT | 3 | 52.25 | 17.42 | 1.139 | |
| ERROR | 12 | 183.5 | 15.29 | | |
| TOTAL | 15 | 235.75 | | | |
| CV | 32.93 | | | | |

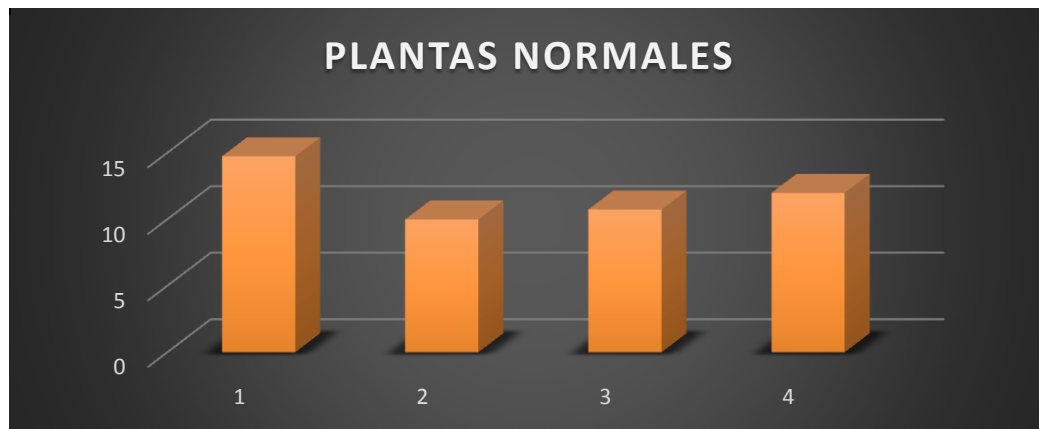


Fig. 1 Comparación de medias del variable plántulas normales en semilla de chíá tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.

Plántulas normales

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 5) y a la comparación de medias (cuadro 2) (fig. 3). En primer lugar se encuentra el tratamiento (T1 _{testigo}) con una media de 14.7, en segundo lugar se encuentra el tratamiento (T4 _{1000ppm}) con una media de 12, posteriormente le sigue el tratamiento (T3 _{750 ppm}) con una media de 10.75 y al último está el tratamiento (T2 _{500ppm}) con una media de 10, aunque las medias son diferentes estadísticamente son iguales ya que el programa los clasifico en el mismo grupo así que no hay diferencias significativas.

Plántulas anormales (P.A)

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable plántulas anormales en semilla de chíá bajo condiciones de laboratorio

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------|-------|------|------|------|-------|
| MODELO | 3 | 1.5 | 0.5 | 0.24 | 0.863 |
| TRAT | 3 | 1.5 | 0.5 | 0.24 | |
| ERROR | 12 | 24.5 | 2.04 | | |
| TOTAL | 15 | 26 | | | |
| CV | 71.44 | | | | |

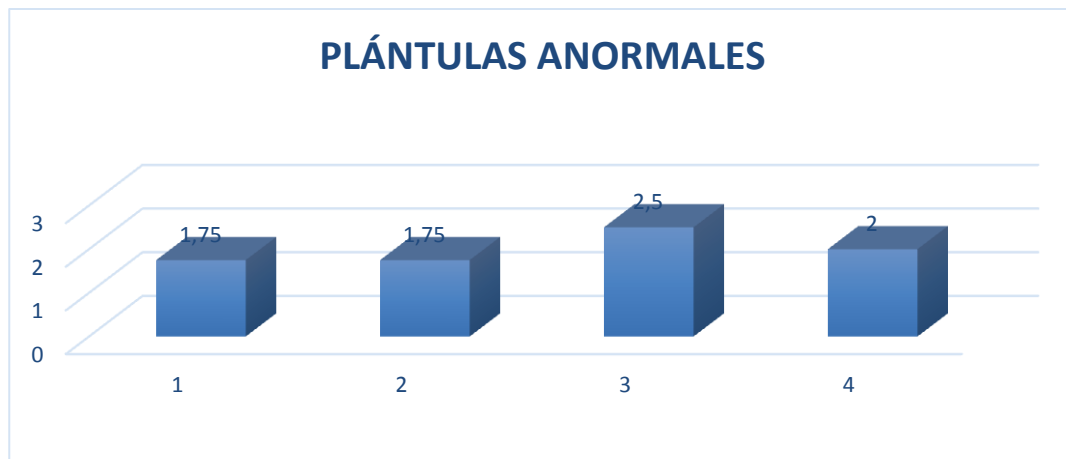


Fig. 2 Comparación de medias del variable plántulas anormales en semilla de chíá tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.

Plántulas anormales

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 6) y a la comparación de medias (cuadro 2) (fig. 4). En primer lugar se encuentra el tratamiento (T3 $_{750\text{ppm}}$) con una media de 2.5, en segundo lugar se encuentra el tratamiento (T4 $_{1000\text{ppm}}$) con una media de 2, posteriormente le sigue el tratamiento (T2 $_{750\text{ppm}}$ y T1 $_{\text{testigo}}$) con una media de 1.75, aunque las medias son diferentes estadísticamente todos los tratamientos son iguales ya que el programa los clasifico en el mismo grupo así que no hay diferencias significativas.

Semillas sin Germinar (S.S.G)

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable semillas sin germinar en semilla de chíá bajo condiciones de laboratorio

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------|-------|--------|-------|------|-------|
| MODELO | 3 | 47.25 | 15.74 | 0.83 | 0.504 |
| TRAT | 3 | 47.27 | 15.75 | 0.83 | |
| ERROR | 12 | 227.5 | 19.04 | | |
| TOTAL | 15 | 275.75 | | | |
| CV | 12.08 | | | | |

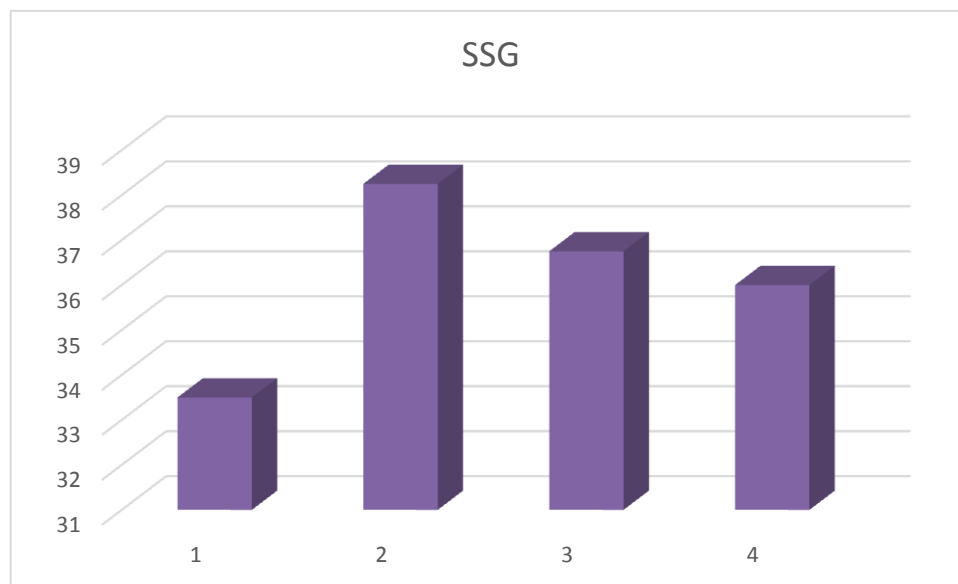


Fig. 3 Comparación de medias del variable semillas sin germinar en semilla de chíá tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.

Semillas sin germinar

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 7) y a la comparación de medias (cuadro 2) (fig. 4). En primer lugar se encuentra el tratamiento (T3_{750ppm}) con una media de 2.5, en segundo lugar se encuentra el tratamiento (T4_{1000ppm}) con una media de 2, posteriormente le sigue el tratamiento

(T2 750 ppmY T1 testigo) con una media de 1.75, aunque las medias son diferentes estadísticamente todos los tratamientos son iguales ya que el programa los clasifico en el mismo grupo así que no hay diferencias significativas.

Germinación (G)

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable germinación en semilla de chía bajo condiciones de laboratorio

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------|-------|--------|-------|------|-------|
| MODELO | 3 | 47.25 | 15.75 | 0.83 | 0.504 |
| TRAT. | 3 | 47.25 | 15.75 | 0.83 | |
| ERROR | 12 | 228.5 | 19.04 | | |
| TOTAL | 15 | 275.75 | | | |
| CV | 31.45 | | | | |

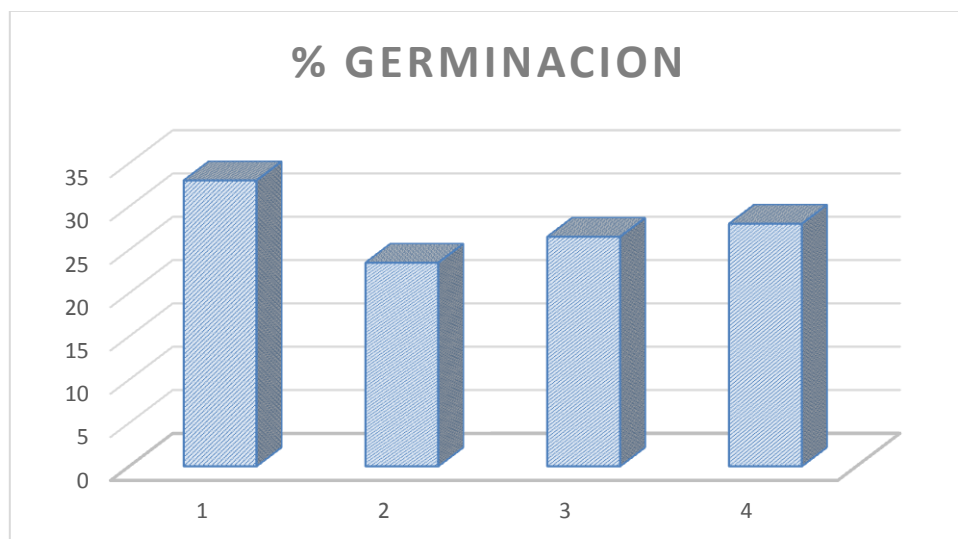


Fig. 4 Comparación de medias de la variable germinación en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 8) y a la comparación de medias (cuadro 2) (fig. 6). En la figura sobresale el (T1 Testigo) con

una media de 16.5, pero estadísticamente todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Plúmula en semilla de chía tratada con ácido giberélico, bajo condiciones de laboratorio.

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|-------|--------|-------|-----|--------|
| MODELOS | 3 | 72.96 | 24.32 | 8.5 | 0.0001 |
| TRATAMIENTO | 3 | 72.96 | 24.32 | 8.5 | 0.0001 |
| ERROR | 76 | 217.44 | 2.86 | | |
| TOTAL | 79 | 290.39 | | | |
| C.V | 28.64 | | | | |

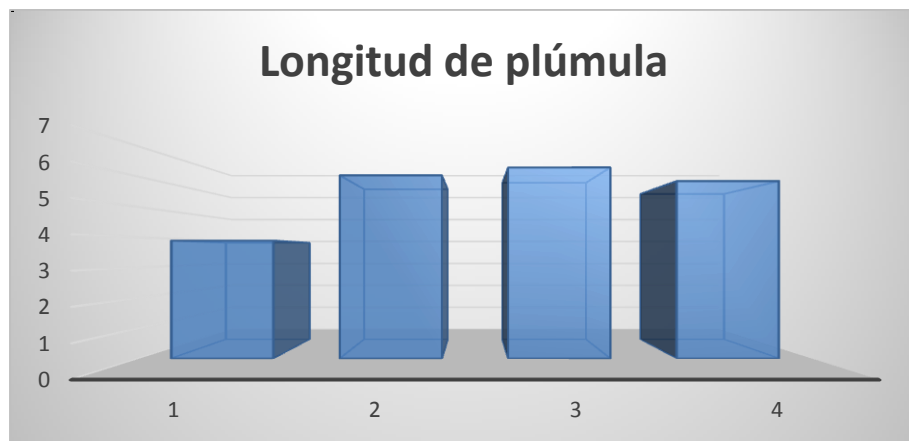


Fig. 5 Comparación de medias de la variable longitud media de plúmula en semilla de chía, bajo condiciones de laboratorio.

Longitud de Plúmula

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 4) y a la comparación de medias (cuadro 4.1) y (FIG 2), en primer lugar se encuentra los tratamientos (T3_{750ppm}) (T2_{500ppm}) (T4_{100ppm}) ya que son clasificados como iguales estadísticamente con la letra (b) (cuadro 4.1) y al último el (T1_{500ppm}) ya que es clasificado como diferente de los otro tratamientos, este fue el tratamiento con la media más baja de 3.89 (cuadro 4.1). Los grupos mostrados por el programa son

dos en donde el grupo (b) demuestra un efecto positivo por el ácido giberélico sin embargo no demuestra diferencias entre concentraciones en este mismo grupo.

Longitud Media de Radícula (LMR)

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula en semilla de chíá bajo condiciones de laboratorio.

| F.V | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|------|-------|------|-------|--------|
| MODELO | 3 | 9.4 | 3.13 | 11.56 | 0.0001 |
| TRATAMIENTO | 3 | 9.4 | 3.13 | 11.56 | 0.0001 |
| ERROR | 76 | 20.6 | 0.27 | | |
| TOTAL | 79 | 29.99 | | | |
| CV | 46.9 | | | | |

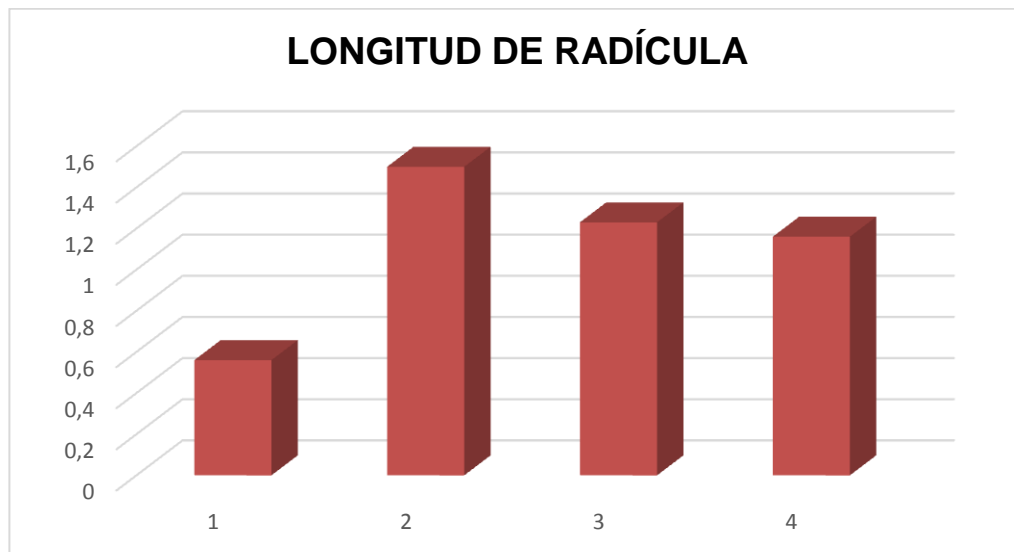


Fig. 6 Comparación de medias de la variable longitud media de radícula en semilla de chíá tratada con ácido giberélico bajo condiciones de laboratorio.

Longitud de radícula

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 3) y a la comparación de medias (Fig. 1), se concluye que el tratamiento si hay diferencias

entre tratamientos ya que el valor de “p” es menor que el valor de significación (α) entonces si existen diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento 1 (T1 testigo) con una media de 0.56, es diferente a los otros tratamientos (T2_{500 ppm}) (T3_{750 ppm}) (T4_{100ppm}) estos son clasificados como iguales con la letra B, entonces en estos tratamientos hay un efecto del ácido giberélico ya que hubo un crecimiento estadísticamente mayor al tratamiento que no tuvo nada T1. Aunque en este último grupo (B) el mejor tratamiento es el 2 con una media de 1,5 y posterior le siguen los tratamiento 3 con una media de 1.23 y al último el tratamiento 4 con una media de 1.16 (cuadro 3.1).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y a las condiciones en las cuales se realizó esta investigación, se concluye lo siguiente:

- En la variable plantas normales (PN) no hubo diferencias significativas en las tres diferentes concentraciones de ácido giberélico, aunque numéricamente si hay diferencia pero estadísticamente son iguales.
- En la variable plantas anormales (PA) las medias son diferentes numéricamente pero estadísticamente son iguales ya que son agrupados en un mismo grupo para estas variables y las tres concentraciones de ácido giberélico no es relevante para esta variable.
- En la variable (SSG) no hay diferencias estadísticas ya que estadísticamente son iguales y son agrupados con la letra (a) todos los tratamientos son iguales.

- El ácido giberélico no cumplió en sus tres diferentes concentraciones de ácido giberélico, en la variable de germinación ya que en los resultados obtenidos indican que no existe diferencia significativa y por consiguiente todos los tratamientos son iguales.
- En la variable de longitud de plúmula si hubo diferencias ya que los tratamientos (T2_{500ppm}) (T3_{750ppm}) y (T4_{100ppm}) sobrepasaron al tratamiento (T1_{testigo}). La concentración de las tres diferentes concentraciones de ácido giberélico no es relevante ya que estos tratamientos fueron agrupados en un mismo grupo, el ácido giberélico si tuvo efecto en cuanto a esta variable al contrario del tratamiento 1.
- En los tratamientos la variable de longitud de radícula, fue muy similar a la variable longitud de plúmula esto porque unos de los efectos más característicos del ácido giberélico aparte de romper latencia en semillas y estimular crecimiento, participa mucho en la actividad de división y elongación celular en los meristemas.
- El ácido giberélico provoco un vigor más alto en los tratamientos (T2_{500ppm}) (T3_{750ppm}) (T4_{100ppm}) sería conveniente un pre-tratamiento de ácido giberélico antes de siembra para aumentar la estabilidad de las semillas después de germinar. El ácido giberélico provoca un mayor tamaño de radícula y plúmula sin importar la concentración.

Bibliografía

Ávila, R. S., De la Cruz, T. E. y Reyes, G. A., (2004). Evaluación de calidad de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mejorada por mutagénesis. XIV Congreso Técnico Científico ININSUTIN. pp. 127-130. Eulogio De La Cruz T. y J. Manuel García A. (2007).

Mejoramiento de pseudocereales en el ININ. Contacto Nuclear, No. 48. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro Nuclear. México. pp. 35.40.

J. Manuel García A., Eulogio De La Cruz T., Cristina Mapes S., Antonio Laguna C., Diana A. Flores R., D. Benjamín Velazco L. y Maricela Ibáñez Montiel (2010). Conocimiento y aprovechamiento de los pseudocereales nativos de México. Día de los jardines Botánicos. Ciudad Universitaria, México. pp.

J. Manuel García A., Eulogio De La Cruz T., Cristina Mapes S., Antonio Laguna C., Diana A. Flores R., D. Benjamín Velazco L. y Maricela Ibáñez Montiel (2010). Importancia de los pseudocereales dentro del sistema milpa. La Milpa, Baluarte de Nuestra Diversidad Biológica y Cultural. Ciudad Universitaria, México.

De la Cruz Torres Eulogio, Juan M. García A., Cristina Mapes S., Adriana López M. (2010). Estudio de los recursos genéticos de pseudocereales nativos de México. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de Fitogenética. Nayarit, México.

Martínez G. N. C. 2005. Caracterización física y bromatológica de germoplasma de pseudocereales: *Chenopodiumberlandierisp. nuttalliae* y *Amaranthusspp.* Tesis de licenciatura químico en alimentos. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Toluca, Estado de México. Morgan, T. (2010) Quelites, Como se guisan y qué son? [http://blogs.mis-recetas.org/nora-cristina/ category/quelites/](http://blogs.mis-recetas.org/nora-cristina/category/quelites/)

Barcelo, J., Nicolás, B. Sabater y R. Sanchez. 1995. Fisiologiavegetal, 2ª ed. Ediciones Pirámide S.A., Madrid. 662 p.