

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**



**CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE NUEVE ECOTIPOS
DE OREGANO DE TRES ESTADOS DEL NORTE DE MÉXICO**

POR

CARLOS DE JESÚS ADAN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

Calidad fisiológica de semillas de nueve ecotipos de orégano
de tres estados del norte de México

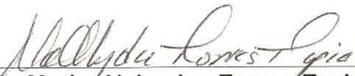
POR

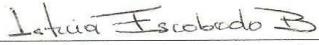
CARLOS DE JESUS ADAN

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:

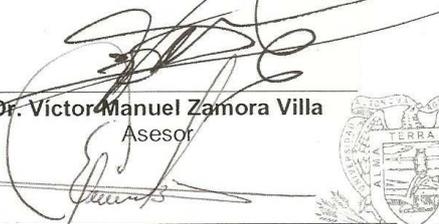
INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

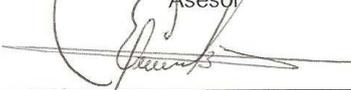
A P R O B A D A


M. P. María/Alejandra Torres Tapia
Asesor principal


M. C. Leticia Escobedo Bocado Asesor


M.C. María Teresa Ruiz de León
Asesor


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Asesor


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre, 2010



Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A DIOS gracias señor por permitirme alcanzar uno de mis metas en esta vida, de formarme profesionalmente y ser alguien en la vida; por darme la FE de poder hacer las cosas, como deben de ser y pidiendo todo en tu nombre y de bendecir a toda mi familia y de cuidar a todos los que te necesitamos.

A la M.P. María Alejandra Torres Tapia, por dirigir esta investigación y de disponer su valioso tiempo, por su confianza, su asesoría y de las facilidades prestadas para la realización de esta tesis.

A la M.C. Leticia Escobedo Bocardo, por su valioso tiempo en la revisión del presente trabajo de investigación y de dar las correcciones necesarias.

A la M.C. María Teresa Ruiz De León, por su disponibilidad depositada para la revisión del presente trabajo de investigación y de formarme profesionalmente en todo momento se lo agradezco de todo corazón.

Al Dr. Víctor M. Zamora Villa, por su apoyo brindado en área de estadística y en la donación de los ecotipos estudiados y revisión de esta tesis.

A los técnicos académicos Sandra Luz García Valdez y Martina de la Cruz Casillas, por las atenciones prestadas y su apoyo incondicional en el laboratorio que me brindaron para la realización del presente trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme encobijado en su seno y darme los conocimientos para mi formación como profesionista.

PARA TODOS ELLOS MIL GRACIAS...

DEDICATORIAS

Dedico el presente trabajo con mucho amor y respeto a mis queridos padres, al gran padre y mi ejemplo a seguir al Sr. **Santos De Jesús Hernández**, por haberme heredado el tesoro más maravilloso y del apoyo brindado para mi formación profesional. Para mi querida mama Sra. **Teresa Adán Gaspar** estoy muy orgulloso de tener una gran mujer, al cual amo, admiro y respeto. Estaré agradecido eternamente, los quiero mucho y que DIOS los bendiga hoy y siempre.

Con mucho amor y respeto para mi querida abuelita (†) **Crecenciana G. A.** agradezco mucho de sus sabios consejos y donde quiera que esté, se que está muy orgullosa de mi y le recuerdo que no le falle, si pude concluir mis estudios profesionales, que Dios lo tenga en su gloria.

A mis queridos hermanos que me apoyaron de una u otra forma: **Irene, Leobardo, José Mauro, Alejandro y Santa Inés**, agradezco de todo corazón del apoyo moral y económico brindado por ustedes los quiero mucho.

A mí adorada esposa **S. Leticia Morales García**. Gracias mi amor, por estar conmigo en la buenas y en las malas. Quiero que sepas que te amo y te amare por siempre chaparrita. Agradezco también por haberme dado un Bebe maravilloso a nuestro hijo **Carlos Alberto De Jesús Morales**, te amo papi me has enseñado muchas cosas maravillosas y te quiero mucho, por siempre serás una gran bendición para nosotros, te amo y te quiero mucho mi adorado hijo.

A mis queridos sobrinos: Anastasia, María Magdalena, Juan Carlos, Brenda Jazmín, Ángela, Iván Rodrigo y Sofía. Que el presente trabajo sea un ejemplo a seguir, para la formación de profesionistas. Estaré agradecido eternamente contigo Ana por haber cuidado de mi niño, te aprecio mucho y cuenta conmigo.

A mis cuñados Magdaleno, Lourdes y Rigoberto. Agradezco de todo corazón por sus consejos y su apoyo económico, brindado para mi formación profesional, los quiero mucho a todos.

Al Sr. Fidencio De Jesús Gil y su esposa Victoria, les agradezco mucho por el apoyo brindado y de sus buenos consejos los quiero mucho y guardo momentos maravillosos que pasamos juntos.

A mis compañeros y amigos de la generación por haber convivido de una u otra forma: Abi, Nelly, Diana, Ana Laura y los pichones Jorge, Eleuterio, Higinio, Marcelo, Edgar, Erik; mis amigas Adriana (Alexia), Elvira y mi gran amigo Santiago, por formar parte de la gran familia que tengo aquí en Saltillo, me llevo un gran recuerdo de ustedes los aprecio mucho su gran amigo Carlitos.

Dedico también a todas las generaciones que vienen atrás de mí, a la maravillosa gente de Xala Ajalpan Puebla. Que confiaron en mí y del apoyo brindado, por sus consejos muchas gracias a todos los quiero mucho.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas de la UAAAN. Consistió en evaluar la calidad fisiológica de nueve ecotipos de semillas de orégano provenientes de los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila; mediante pruebas de viabilidad, germinación y vigor. Para viabilidad se utilizó 2, 4, 5 Trifenil cloruro de tetrazolio evaluando semillas viables y no viables, para capacidad de germinación se utilizaron dos tratamientos con ácido giberélico a 1000 y 500 ppm y un testigo, evaluando plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar; en cuanto a vigor se calcularon índices de velocidad de emergencia y velocidad de germinación; y los datos obtenidos se analizaron por medio de un diseño completamente al azar, utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1998).

Para viabilidad el ecotipo E5, obtuvo mayor porcentaje de viabilidad con 70 % seguido por E6, E8; E9 y E7 desde 53.3 a 63.3 % de semillas viables. Para capacidad de germinación los ecotipos E1, E6, E7 y E8, presentaron valores de 72.6 % a 82.9 % y E3 con un 28.2 % de germinación. Los tratamientos aplicados la semilla resultaron muy similares con un promedio de 64 %.

Para Interacción de ecotipos por tratamientos, el ecotipo E6 con agua (testigo) resultó ser el de mayor porcentaje con 91.1 % de germinación, así como el E1 con un 77.8 %, mientras que los demás ecotipos E3, E5, E7, E8 y E9 tuvieron un rango de 68.9 a 59.9 %. En la aplicación de AG₃ a 500 ppm el E6 tuvo el mejor comportamiento con un 88.9 % de germinación y en 1000 ppm E1 con un valor de 86.7 %.

En variable IVE, los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 tuvieron valores de 11.4 a 10.9 plántulas emergidas por día y en IVG los ecotipos E6, E8, E7 y E5, tuvieron de 9.9 a 9.3 plántulas normales por día, teniendo el mejor vigor.

Se concluye que los Ecotipos provenientes de los estados de Chihuahua y Durango tuvieron el mayor porcentaje de viabilidad y germinación al no tener un grado de deterioro avanzado como fueron los de Coahuila. Para la prueba de viabilidad con cloruro de tetrazolio permitió determinar al ecotipo E5 con la mayor viabilidad. El mejor tratamiento para promover la germinación de la semilla fue el ácido giberélico a 500 ppm para los ecotipos recién cosechados E5, E6, E7, E8 y E9 procedentes de Chihuahua y Durango obteniendo datos más confiables sobre los tratamientos.

Es recomendable que los materiales a estudiar sean de la misma fecha de producción para evaluar con mayor confiabilidad los tratamientos ya que esto puede causar una desventaja en los materiales deteriorados y enmascara los efectos reales de los tratamientos.

Palabras clave: *Semillas de Orégano, viabilidad, capacidad de germinación, ácido giberélico.*

INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Origen e importancia.....	4
Clasificación taxonómica.....	6
Morfología del orégano.....	8
Usos y composición química del orégano.....	10
Características ecológicas.....	11
Distribución geográfica de orégano en México.....	12
Tipos de explotación.....	13
Proceso Productivo.....	13
Recolección.....	14
Producción nacional.....	15
Propagación del cultivo de orégano.....	16
Multiplicación por semillas.....	16
Multiplicación por esqueje.....	17
División de la planta	17
Cultivo de tejidos	17
Producción de plantas de orégano en vivero.....	18
Semillas.....	19
Fuente de semilla.....	20
Madurez de la semilla.....	21
Establecimiento en almacigo.....	21
Calidad de semilla.....	23
Viabilidad de la semilla.....	24
Germinación.....	25

Proceso de Germinación.....	26
Tratamientos para inducir la germinación.....	27
Vigor.....	30
Factores que influyen en el vigor de las semillas.....	31
MATERIALES Y METODOS.....	32
Ubicación de estudio.....	32
Material genético.....	32
Tratamientos.....	33
Parámetros evaluados.....	34
Diseño experimental.....	38
RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
Viabilidad de semillas.....	40
Capacidad de germinación.....	42
Vigor.....	49
CONCLUSIÓN.....	55
LITERATURA CITADA.....	56

INDICE DE CUADROS

No. de cuadro	Páginas
2.1 Principales especies conocidas como orégano en México.....	7
2. 2 Composición química fundamental del orégano.....	10
3.1 Identificación de los diferentes ecotipos de semillas de orégano ((<i>Lippia berlandieri</i> Schuauer) 2009.....	33
3.2 Tratamientos utilizados en la prueba de germinación de diferentes ecotipos de semilla de orégano.....	33
4.1 Cuadrados medios y significancia de análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de semillas de orégano de nueve ecotipos bajo condiciones de laboratorio.....	39
4.2 Comparación de medias de las variables porcentaje de semillas viables y no viables de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	40
4.3 Cuadrados medios y significancia de análisis de varianza para las variables plántulas normales, anormales y semilla sin germinar de nueve ecotipos orégano bajo condiciones de laboratorio.....	43
4.4 Comparación de medias de las variables; plantas normales, plantas anormales y semilla sin germinar de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	43
4.5 Cuadrados medios y significancia de análisis de varianza para las variables evaluadas en el vigor de las semillas de nueve ecotipos orégano bajo condiciones de laboratorio.....	50
4.6 Comparación de medias de las variables, índice de velocidad de emergencia e índice de velocidad de germinación de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	51

INDICE DE FIGURAS

No de Figuras	páginas
3.1 Respuesta de la prueba de germinación de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio. a) Plántulas normales, b) Plántulas Anormales y c) Semillas Sin Germinar.....	36
4.1 Respuesta de la prueba de 3, 4, 5 trifenil cloruro de tetrazolio para determinar semillas viables y no viables de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	41
4.2 Interacción de ecotipo por tratamiento en la prueba de germinación de nueve ecotipos de semilla de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	47
4.3 Respuesta de la prueba de germinación para determinar plántulas normales de nueve ecotipos de semilla de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	48
4.4 Respuesta de la prueba de germinación para determinar plántulas anormales de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	49
4.5 Respuesta de la prueba de germinación para determinar el índice de velocidad de emergencia de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	53
4.8 Respuesta de la prueba de germinación para determinar el índice de velocidad de germinación de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.....	54

INTRODUCCIÓN

Con el nombre genérico de orégano se conocen diversas especies de plantas pertenecientes a las familias verbenaceae, labiadas y compuestas, abarcando 170 géneros y 3,000 especies. Las especies más importantes desde el punto de vista económico son: *Lippia berlandieri*, *Origanum vulgare* y *Lippia palmeri* (Silva, 2004).

El orégano, es una planta originaria de México, conocida con varios nombres como Orégano del cerro, O. cimarrón, O. silvestre, O. mexicano o simplemente Mejorana. Actualmente ha adquirido importancia económica debido a que el 90% de la producción de su materia seca útil es exportada a los Estados Unidos de América y en menor grado a Italia y Japón (Cavazos, 1991).

La explotación de orégano se basa en la recolección del follaje de poblaciones silvestres que a largo plazo puede provocar una disminución de dichas poblaciones, debido a que la época de recolección coincide con la época de floración y con ello incluye la inflorescencia en la cual se aloja la semilla, provocando limitada dispersión natural de la especie (Caballero, 1985; citado por Silva, 2004).

Existe poca información sobre un sistema propio en la producción de semillas de esta especie y por consecuencia un abastecimiento comercial de semilla y mucho menos semilla certificada, donde el pequeño, mediano y grande agricultor tenga posibilidad de obtener semilla de calidad o por lo menos comprarla para una posible producción de la especie y poder comercializar el follaje o el mismo grano para sus diferentes usos industriales a los cuales se ha encontrado su aportación.

La semilla generalmente se obtiene mediante la selección en campo de poblaciones naturales de plantas bien desarrolladas, vigorosas, de buen porte y sanas una sola vez al año. Si las precipitaciones fueron inferiores a la media regional (250 mm por año) la mayoría de la semilla resulta vana (Reyes y Ortega, 2002). En cambio si se llegará a contar con alguna plantación de orégano, esta puede ser la fuente primaria de abastecimiento con la ventaja de obtener semilla de mejor calidad y disponer de dos producciones al año comparando con las poblaciones naturales.

El producir orégano cultivado puede ser una alternativa de diversificación de las zonas áridas y semiáridas de México. además de que su producción controlada puede liberar parte de la presión de sobre explotación que se tiene sobre las áreas donde crece naturalmente.

Por lo anterior se ve la necesidad de hacer investigación sobre el potencial productivo del orégano debido al poco requerimiento agua y para responder a los interrogantes sobre el manejo de la especie como una posible alternativa de producción para los pequeños agricultores, así como estudios relacionados con la fisiología propia de la semilla con el objetivo de mejorar la capacidad de germinación y poder implementar un programa de producción iniciando con la selección de semillas de calidad de diferentes ecotipos colectados en el norte de México, tratando de desacelerar la desaparición de importantes áreas oreganeras como consecuencia del mal manejo por los campesinos; por lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la calidad fisiológica de semillas de nueve ecotipos de orégano (*Lippia berlandieri Schuauer*) mediante pruebas de viabilidad, germinación y vigor en condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos

- Evaluar la viabilidad de semillas de los nueve ecotipos de orégano (*Lippia berlandieri Schuauer*) mediante la prueba topográfica con solución de 2, 4, 5 trifenil cloruro de tetrazolio bajo condiciones de laboratorio.
- Evaluar la capacidad de germinación y vigor mediante las pruebas de índice de velocidad de emergencia y germinación de los nueve ecotipos de orégano (*Lippia berlandieri Schuauer*) en dos concentraciones de ácido giberélico bajo condiciones de laboratorio.

Hipótesis

- Al menos uno de los ecotipos de orégano (*Lippia berlandieri Schuauer*) estudiados tendrá una mayor calidad fisiológica.
- Al menos uno de los ecotipos de orégano (*Lippia berlandieri Schuauer*) estudiados tendrá un mayor porcentaje de viabilidad y vigor.
- Al menos una de las dosis de ácido giberélico promueve la capacidad de germinación y vigor en las semillas de alguno de los ecotipos estudiados, bajo condiciones de laboratorio.

REVISION DE LITERATURA

Origen e importancia

El nombre de orégano se utiliza para designar a diferentes plantas aromáticas de distintas familias, básicamente del género *Lippia* (verbenaceae), pero en general se conocen dos tipos de orégano: el europeo (*Origanum vulgare* L.) y el de cerro o silvestre (*Lippia berlandieri* Schauer = *Lippia graveolens* H.B.K), especie forestal no maderable ampliamente distribuida en las zonas áridas y semiáridas, originaria de México, la cual se comercializa con mayor intensidad cubriendo casi el 100% de las exportaciones de México hacia otros países; se le asignan diferentes nombres tales como orégano cimarrón, mexicano y mejorana. (Martínez, 1993).

Reyes y Ortega (2002) mencionan que la recolección de productos forestales no maderables es una actividad complementaria que desarrollan los campesinos que habitan en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, el orégano es una de las plantas de mayor interés, ya que su recolección o aprovechamiento se realiza cuando mas escasea el trabajo en el campo; así como los altos precios que se llegan a pagar en su comercialización y porque en dicha actividad participan todos los miembros de la familia obteniendo buenos ingresos.

Las poblaciones naturales de orégano en la actualidad se encuentran en un proceso de degradación ya que a gran demanda que tiene este producto en el mercado internacional, implica aprovechamientos muy intensivos (Reyes y Ortega 2002).

A nivel industrial se usa para la extracción de aceites esenciales y oleorresinas las cuales se utilizan en industria farmacéutica y de perfumería

principalmente en países como E. U., Francia, Italia y España. A nivel casero se usa como té o agua para padecimientos del riñón, cólicos, elaboración de infusiones para el control de la fiebre y por sus propiedades expectorantes se utiliza para la tos y problemas bronquiales y de las vías respiratorias, se ha estudiado farmacológicamente y se ha demostrado su actividad antibiótica, fungicida y antiviral. El aceite esencial ejerce acción depresora del sistema nervioso central, también tiene una acción suave como antiinflamatorio (Cavazos, 1991). Ríos (1983) cita el orégano mexicano como principal condimento y aromatizante alimenticio (pozole, menudo, birria) (Arias, 2004).

La importancia económica que tiene esta especie radica que el 90% de la producción de su materia seca útil es exportada a los Estados Unidos de América (E.U.A.) y en menor grado a Italia y Japón, generando divisas para el país (Cavazos, 1991).

Arias (2004) cita a Ríos (1983) donde menciona que esta especie que como materia prima representa grandes ventajas de carácter económico para su almacenamiento, transporte y manejo ya que permite comprensibilidad, de tal forma que su relación peso volumen puede aumentarse en beneficio de su densidad económica, tolera grandes periodos de almacenamiento (hasta 18 meses) sin sufrir grandes cambios en aroma y presentación, mientras no entre en contacto con líquidos y es versátil en su forma de almacenamiento.

Ortega *et al.* (2007). Mencionan que debido a la gran importancia económica del orégano a nivel mundial, porque es una planta que está en explotación constante, es importante realizar algunas prácticas para la sostenibilidad del orégano. así mismo, es importante tener conocimientos técnicos para saber su comportamiento fenológico, con respecto a su biomasa, tanto en estado natural como cultivado a la reproducción de nuevos individuos a partir de semillas procedentes de varios sitios naturales o ecotipos diferentes de semilla de orégano.

Clasificación taxonómica

Como orégano se conocen a varias especies de diferentes familias, como lo son verbenaceas, compuestas, labiadas y leguminosas. En general se conocen dos tipos de orégano; el europeo (*Origanum vulgare* L.) y el mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer). El género *Lippia* es el más representativo del orégano mexicano y dentro de este tenemos a *Lippia berlandieri* Schauer, *L. palmeri* Wats y *L. germinuta* H.B.K. desde el punto de vista económico destacan: *L. berlandieri* Schauer, *L. palmeri* Wats y *Origanum vulgare* L. (Silva, 2004).

Según Silva (2004), la clasificación taxonómica del género *Lippia* es la siguiente:

Reino: *Vegetal*

División: *Tracheophyta*

Clase: *Angiospermas*

Orden: *Lamiales*

Familia: *Verbenaceae*

Género: *Lippia*

Especie: *graveolens* sin. *Berlandieri* Schauer

Las especies más importantes desde el punto de vista económico son: *Lippia berlandieri*, *Origanum vulgare* y *Lippia palmeri*. Las cuales en el cuadro 2.1 se describe su familia a la que pertenece y su distribución geográfica.

Cuadro 2.1 Principales Especies conocidas como Orégano en México

Nombre Científico	Familia	Nombres comunes y distribución geográfica
<i>Brickellia veronicaefolia</i> H.B.K.	<i>Astereaceae</i> (<i>compositae</i>)	Orégano de cerro (Chih.), de campo (Méx.) de monte (Pue.)
<i>Calamiutha potosina</i> S	<i>Labiatae</i>	Orégano de la sierra (S.L.P.)
<i>Dalea greggi</i> Gray	<i>Fabaceae</i> (<i>Leguminiseae</i>)	Orégano Cimarrón (Chih., Oax., Peb., S.L.P., Son.)
<i>Gardoquia micromerioide</i> Hemsí (Schaffner)	<i>Labiatae</i>	Orégano (S.L.P.)
<i>Hedeoma</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano (Chih., S.L.P., Son.)
<i>Floribundia Standl</i>		
<i>Hedeoma</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano, Salvia, (Ags., Chis., Gto., Jal., Pue., Sin., Son.)
<i>Patens</i> Jones		
<i>Lantana</i>	<i>Verbenaceae</i>	Orégano, peonía, colorada, tarete, (Mich., Sin., Tamps.)
<i>Involucrata</i> L.		
<i>Lantana</i>	<i>Verbenaceae</i>	Orégano (Gto., S.L.P. y Tamps.)
<i>Velutina</i> Mart.		
<i>Lippia</i>	<i>Verbenaceae</i>	Orégano de castilla, (Coah., Dgo., Jal., Qro., Sin., Zac.)
<i>Berlandieri</i> Schauer		
<i>Lippia</i>	<i>Verbenaceae</i>	Orégano (Camp., Yuc.)
<i>Graveolens</i> H.B.K.		
<i>Lippia</i>	<i>Verbenaceae</i>	Orégano (B.C., Chih., Sin., Son.)
<i>Palmeri</i> Watson		
<i>Monarda</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano (Chih., Son.)
<i>Asutromontana</i> Epl.		
<i>Monarda</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano (Chih., N.L., Son.)
<i>Citriodora</i> Cerv.		
<i>Origanum</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano Europeo (zonas templadas de México)
<i>Mejorana</i> L.		
<i>Origanum vulgare</i> L.	<i>Labiatae</i>	Orégano europeo (zonas templadas de México)
<i>Paliomintha</i>	<i>Labiatae</i>	Orégano (Coah., N.L.)
<i>Longiflora</i> Gray		

Fuente: Huerta, 2006.

Morfología del orégano

Forma

La planta es un arbusto caducifolio (que tira sus hojas al no haber humedad), muy ramificado, llegando a alcanzar hasta 2.5 m de altura y de 1.2 m de diámetro de cobertura foliar. Las poblaciones silvestres bajo explotación miden de 0.70 a 1.2 m de altura y de 40 a 80 cm de diámetro de cobertura foliar, dependiendo de las condiciones específicas de desarrollo y de la edad de la planta (Martínez, 1993).

Raíz

El sistema radicular es ramificado, con raíces laterales entre los 30 y los 80 cm. Las raíces forman nódulos con microorganismos nitrofixadores, los cuales ayudan a fijar el nódulo y esto se ve reflejado en el tamaño de la planta, ya que fija el nitrógeno y éste es empleado por la planta para realizar su crecimiento (Martínez, 1993).

Tallo

El tallo no es redondo sino curiosamente ramificado en la parte más alta, totalmente cubierto de pelusilla, erguido, cuadrangular de consistencia leñosa, es debido a esto que se le considera una planta leñosa y perenne, las ramas usualmente son redondeadas en el ápice, con alturas variables de 30 - 90 cm, que pueden variar hasta 250 cm, pudiéndose tomar como promedio 64 cm, con un rango de 12 a 150 cm, teniendo como diámetro de cobertura el de 52 cm (Martínez, 1993).

Hojas

Son hojas enteras, ovaladas, acabadas en punta, brotan de dos en dos en cada nudo, enfrentadas, también se recubren de pelusilla por ambas caras y su longitud es de hasta 4 centímetros. Poseen pecíolo y aparecen

cubiertas también de glándulas. La producción de follaje de las poblaciones naturales de orégano se inicia de una a dos semanas después de presentarse las primeras lluvias, concluyéndose la formación total del follaje a las seis semanas después de haberse iniciado los brotes vegetativos (Martínez, 1993).

Flores

Las flores son hermafroditas, se disponen en forma de espiguillas de hasta 3 centímetros; son muy pequeñas (los pétalos no sobrepasan los 2 ó 3 milímetros de longitud), de color violeta rozado, agrupadas en ramilletes terminales (en los extremos de las ramitas) resumen unas gotitas de un líquido amarillento aromático. Toda la planta desprende un agradable y particular aroma (Martínez, 1993).

Fruto

La cápsula pubescente tiene una longitud o medida de 0.47 mm. Guarda cuatro semillas de color café con un ancho de 0.8 mm, y con un largo de 1.7 mm de forma oval, un kilogramo puede contener 2,200,000 semillas, las cuales tienen un aroma intenso alcanforáceo y parecido a la mejorana, con un sabor fragante, picante y amargo (Martínez, 1993).

Semilla

Son de color café de forma ovoide y de un tamaño menor de 0.5 mm; bajo condiciones óptimas de humedad y temperatura (15-20 °C), la semilla germina después de una semana. Al germinar la plántula alcanza unos 10-15 cm en el primer año de vida quedando en condiciones de ser podada a los cuatro o cinco años (Martínez, 1993).

Usos y composición química del orégano

Huerta (2006), menciona que la mayoría de las especies de orégano poseen notables propiedades medicinales, que se explican por la extraordinaria y compleja composición química que tienen estas plantas. En la práctica terapéutica (herbolaria) las especies de orégano europeas (*Origanum spp*) y las mexicanas (*Lippia spp*) se administran para las mismas dolencias.

Las hojas y los tallos del orégano contienen aceite esencial, sustancias tónicas, un principio amargo, goma-resina, entre otras; la esencia tiene como componente principal, el carvacrol y también contiene timol, alfafineno, cimeno, levógiro, terpenos principalmente (Cuadro 2.2). Estos elementos le dan propiedades tónicas: amargo-excitante, antisépticas, expectorantes, diuréticas y sudoríficas; también se le considera un producto duradero de consumo final, ya que una vez deshidratado conserva sus propiedades y no sufre descomposición. En base a sus propiedades, en México se usa además de condimentador de alimentos, como medicina popular en forma de infusiones para tos, cólicos, padecimientos de los riñones, fiebre y enfermedades de las vías respiratorias (Huerta, 2006),

Cuadro 2. 2 Composición Química fundamental del Orégano

Componentes	Lippia graveolens	Origanum vulgare subsp. Hirtum	Origanum vulgare Subsp. Gravite
Aceite esencial	2.00%	1.50%	1.50%
Timol	10.40%	23.90%	15.10%
Carvacrol	43.70%	12.20%	9.90%
p-cimeno	6.40%	15.90%	8.10%

(Huerta, 2006)

En México el uso del orégano es principalmente como condimento alimenticio utilizando la materia seca; e internacionalmente se emplea tanto

directo como en forma de aceite en perfumería, medicina, refresquería, etc. alcanzando precios atractivos (Silva, 2004).

El uso de hierbas aromáticas y especias es bien atestiguado en antiguos escritos incluyendo al viejo testamento, en los primeros documentos griegos y romanos, en manuscritos medievales, y en tiempos más recientes. Cualquier planta usada para propósitos culinarios, medicinales o de fragancia es considerada una hierba aromática. El uso de hierbas, especias y otros vegetales aromáticos conjuntamente con la sal producen los sazonadores de la comida, que no son solo antiguos conocimientos, si no que estén tecnológicamente bien fundamentados; ya que ellos ayudan en la preservación de la carne y otros alimentos, siendo también saborizantes de los mismos. Tienen propiedades medicinales, ya que ejerce una acción estimulante de sistema nervioso y calma el dolor, también actúa sobre el sistema respiratorio y favorece las funciones digestivas propias del organismo (Huerta, 2006).

Características ecológicas

Las características del hábitat del orégano en México, son muy variables dependiendo del orégano y especie correspondiente.

- **Altitud:** podemos encontrar en casi toda la Republica Mexicana ya que prospera en altitudes que van de 900 - 2,500 hasta 3,000 metros sobre el nivel del mar (msnm).
- **Clima:** Es una planta que se desarrolla en climas de tipo seco con lluvias en verano, con una temperatura media anual entre 17 y 22 °C y una precipitación media anual de 250 a 300 mm. Por lo general las lluvias se presentan en los meses de junio a septiembre y con períodos de cinco a ocho meses de temporada seca al año. (Maldonado, 1998).

- Suelo: Se adapta a una amplia gama de suelos, siempre que no existan limitaciones graves de drenaje. Es importante una buena nivelación del suelo, es altamente sensible a condiciones de humedad del suelo y no prospera en suelos salinos.

El orégano habita en climas secos y semisecos, sobre lomeríos rocosos, valles, arroyos, en chaparrales, en matorrales desérticos y mesas. Se distribuye desde Texas a Nuevo México en los Estados Unidos de América (E.U.A.), así como en los estados del norte de México. En los sitios en los cuales se encuentra el orégano, el suelo tiene de 5 a 35 cm de profundidad con una textura franco arenosa (50 – 60 % arena, 20 – 30 % limo, 10 – 25 % arcilla), el pH varía de 5.8 a 6.5, la conductividad eléctrica de 0.3 a 0.4 mmhos/cm. Las comunidades donde crece el orégano varían del 3 al 15 % de pendiente del suelo en la parte cerril, con un pH de 7.5 a 8.5 y la mayor abundancia se encuentra en la exposición Suroeste teniendo mayor densidad de la parte media del cerro a la cima, por otra parte, la menor abundancia o en ocasiones la nula existencia de la especie es en la exposición Noroeste del cerro y en climas donde la precipitación pluvial varía de 200 a 300 mm anuales (Silva, 2004).

Distribución geográfica de orégano en México

Los estados productores que comercializan el orégano, son los siguientes: Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Campeche, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas y Guanajuato. Las áreas mas productoras de orégano están las regiones noroeste en los Estados de Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila y la Comarca Lagunera con más del 50 % de las curvas autorizadas para la exportacion (Silva, 2004).

El orégano presenta una amplia distribución en México, como ya se había explicado anteriormente se encuentra en las zonas Central,

Occidental, y Norte del país, en los Estados de Querétaro, Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Baja California y parte de Coahuila, prefiriendo los climas semicálidos húmedos, templados subhúmedos y secos derivados de rocas ígneas con texturas que van desde las franco arenosas a las franco arcillosas, con ph ligeramente ácido.

En México se estima que el orégano ocupa alrededor de 35.5 millones de hectáreas (ha). Para el estado de Coahuila se reportan 25,000 ha exceptuando a la Región Lagunera, distribuyéndose en 8 municipios que son de gran importancia; General Cepeda, Ramos Arizpe, Cuatrociénegas, Escobedo, Progreso, Sierra Mojada, Ocampo y Zaragoza localizándose en 19 comunidades ejidales y 2 predios particulares.

Tipos de explotación

Maldonado (1998) cita que la explotación de esta especie forestal se reduce generalmente a la simple recolección como actividad económica complementaria, en el cual se aplican técnicas rudimentarias que no permite el aprovechamiento racional del recurso, ocasionando drásticas reducciones en los niveles poblacionales de esta especie silvestre que prospera en suelos accidentados donde su desarrollo lo propicia la precipitación pluvial.

Proceso Productivo

El desarrollo de la planta de orégano es en forma natural, sin que se le apliquen insumos, ni algún trabajo que lo beneficie. Rebrotan con las primeras lluvias de la temporada, recuperándose del corte que se le hizo el año anterior, cuando el corte es irracional no se recupera completamente al año siguiente, aplicando técnicas adecuadas si se logra la recuperación, produce follaje, siendo este el producto a beneficiar, comercializar, actividad que se realiza después de la formación de la inflorescencia (Vázquez 2005).

Vázquez (2005) menciona los rendimientos que oscilan entre 2000 a 2500 kilos por hectárea de orégano seco para el primer año después de la siembra del cultivo, incluyendo ambos cortes, los cuales se desglosan de la siguiente manera:

- 1500 kilogramos para el primer corte.
- 1000 kilogramos en el segundo.

Para el periodo del 2º - 5º año del cultivo los rendimientos llegan a ser entre 2000 a 3500 kilos por hectárea, pudiendo ser mayor según las condiciones de la precipitación pluvial. Estos se desglosan de la siguiente manera:

- 2000 kilogramos en el primer corte.
- 500 kilos en el segundo corte.

Los agricultores coinciden que mantener por más de 5 años el cultivo es poco rentable, ya que la producción es considerablemente mas baja y que los costos son similares a los años anteriores. Aquí se habla del envejecimiento de la mata, normalmente se arranca al quinto año (Vázquez 2005).

Recolección

El orégano es un especie forestal no maderable, en lo cual el corte se realiza al inicio de la floración en los meses de julio y agosto; en condiciones favorables se efectúan cortes en octubre, en nuestro país se efectúan cortes al final de la floración en el período comprendido de septiembre a diciembre. Se utilizan las hojas y las flores, por lo que se recolectan las sumidades floridas, esto es, los extremos de las ramas que contienen floras y hojas. La época ideal es en plena floración, no antes. Vale más esperar a que algunas floras estén marchitas y no precipitarse cuando empiecen a florecer las primeras, pues la producción de esencia por las flores se incrementa una vez que éstas ya se han desarrollado totalmente. Deberán de secarse a la sombra, pues el sol destruiría el aceite esencial; luego han de guardarse en

recipientes cerrados herméticamente, en lugares frescos y secos (Reyes y Ortega, 2002).

El corte en forma tradicional se lleva a cabo a una altura de 6 a 8 cm del suelo al tallo para posteriormente llevar a cabo el proceso de secado y limpieza de la hoja. El secado se realiza bajo sombra de dos a tres días, una vez secas las ramas son apaleadas para separar las hojas de las ramas.

Las labores de recolección, procesamiento primario, envasado y comercialización del orégano es muy compleja en lo que se refiere las relaciones entre los recolectores, acaparadores, intermediarios, mayoristas, detallistas, procesadores y empacadores. Ya que este proceso provoca ganancias inequitativas entre los actores que intervienen, especialmente por la diferencia de precios del orégano entre el productor y el consumidor, que es inmensa. De las casi 4 000 ton de orégano que se recolectan anualmente, la mitad son reguladas por dependencias oficiales y comercializadas a Estados Unidos principalmente. El 50 % restante se extrae en forma clandestina y se exportan a diferentes países, bajo aranceles falsos, de los que no se tienen datos precisos del precio obtenido. Obviamente esto no beneficia al productor, al que se le paga el producto a precios ínfimos (Reyes y Ortega, 2002).

Producción nacional

El volumen de la producción en México ha llegado a ser de 2559 ton (en 1989), lo que representó un valor monetario de 3.2 millones de dólares, aunque este volumen ha fluctuado en otros años entre 1100 y 1800 ton anuales, lo que representa un valor comercial de 1 a 2 millones de dólares, dependiendo de las fluctuaciones en el precio del mercado (Martínez, 1993).

Cavazos (1991) señala que el pastoreo y la cosecha intensa pueden afectar negativamente la producción de hojas, pues las mayores cosechas se presentan en sitios con un pastoreo moderado. El pastoreo puede tener

efectos negativos en su hábitat o afectar directamente la estructura de edades de esta especie.

Se estima que en 2002, las exportaciones de orégano seco no manufacturado con destino a los Estados Unidos fue de 6´648,313 kilogramos; México participó con una cantidad de 2´143,377, sólo por debajo de Turquía. El costo promedio de la hoja seca de orégano por kilo es de 8.00 a 9.00 pesos. Durante la cosecha 2002, productores del semidesierto de Querétaro lo vendieron hasta en 11.00 pesos, el precio históricamente más alto pagado a colectores de orégano en México (Reyes y Ortega, 2002).

Propagación del cultivo de orégano

El orégano se multiplica por semilla, por esqueje o por división de la planta. La multiplicación por semilla tiene la desventaja de presentar variabilidad genética y no se tiene la certeza que se tendrán plantas iguales a las plantas madre de orégano, por lo que es preferible la multiplicación por esqueje o por división de la planta madre (Maldonado, 1998).

Multiplicación por semillas

Si se prevee de hacer la siembra en maceta o en semillero del orégano, las semillas deben ser sembradas al principio de la primavera en una mezcla formada en partes iguales de tierra fértil y arena. Puesto que las semillas son pequeñas, basta enterrarlas ligeramente, empujándolos bajo el mantillo utilizando un trozo de madera plana (Reyes y Ortega, 2002).

La bandeja debe ser revestida de una cubierta de plástico transparente (o con una losa de vidrio) quién garantizará una buena temperatura y evitará a la tierra secarse demasiado rápido. La hoja de plástico (o la losa de vidrio) debe ser removida cada día para controlar el grado de humedad del terreno y secar el agua de condensación que se forma sobre el plástico (o en el vidrio). Puesto que las semillas han germinado (generalmente después de un par de semanas), se aparta la

cubierta de plástico transparente (o la losa de vidrio) y se desplaza la caja en una posición más luminosa (Reyes y Ortega, 2002).

Multiplicación por esqueje

La multiplicación por esqueje del orégano se realiza al principio del verano (en junio). Los esquejes tienen que ser largos 8-10 cm de los botones basales sin flores y tienen que ser retirados de plantas sanas y vigorosas. Deben ser plantados en una mezcla de turba y arena y colocados en invernadero fresco (acerca de 10°C), hasta arraigar para luego ser trasplantado (Reyes y Ortega, 2002).

División de la planta

La multiplicación por división de la planta de orégano se realiza en primavera (marzo) o en otoño (octubre). Sería preferible tener las plantas jóvenes en un lugar fresco hasta cuando no habrán arraigado y luego ser trasplantadas a su lugar definido antes de primavera o al principio del verano (Reyes y Ortega, 2002).

Cultivo de tejidos

Otra área de reproducción vegetativa en orégano que recientemente se ha estado explorando es la de cultivo de tejidos, donde en los resultados preliminares se tiene una tasa de multiplicación en dos meses de 1000 plantas a partir de un inóculo; sin embargo, todavía no se tienen evidencias de la respuesta de aclimatación y establecimiento definitivo de la planta producida *in vitro*. En el caso del orégano esta multiplicación había tropezado hasta ahora con un problema de malformación fisiológica (vitricación o hiperhidratación) que aparecía en las etapas de regeneración de las plantas clónicas a partir de los cultivos de tejidos (Huerta, 2006).

Producción de plantas de orégano en vivero

Los viveros forestales son una fuente importante en el abastecimiento de diversas plantas, porque en este lugar se requieren de una serie de cuidados para que los vástagos presenten un buen desarrollo y vigor con el objeto de disminuir las pérdidas y eficientar los costos antes de llevar el material vegetativo a un lugar definitivo en campo (Silva, 2004).

El orégano es una planta que se desarrolla bajo condiciones naturales y en la actualidad su aprovechamiento se ha incrementado considerablemente, lo que aunado a las bajas precipitaciones, han causado un deterioro de él recurso que trae como consecuencia una disminución en las poblaciones naturales de orégano y en algunas ocasiones puede terminar con la desaparición de la especie (Silva, 2004).

Una de las estrategias para el control de tal efecto, podría ser la de disminuir la presión que se ejerce sobre el ecosistema el hombre, mas sin embargo, no es posible realizarlo ya que al no existir otra fuente de ingresos económicos, tratan de obtener el mayor beneficio posible de esta actividad, por lo que la situación económica que vive nuestro país, obliga a buscar actividades que requieran baja inversión de capital, alta tasa de recuperación en el corto plazo, que generen empleos en el medio rural y además permitan al país captar nuevas divisas (Silva, 2004).

Por ser nuestro país una región especial de distribución natural del orégano en el mundo, la recolección ha resultado una actividad económica de gran importancia para el medio rural, mismo que ha evolucionado positivamente desde la década de los setentas. Donde las diferentes especies conocida con el nombre de orégano, han tenido una gran importancia económica y social, ya que por concepto de recolección y beneficio se sus hojas, ingresan al país divisas que benefician a un gran número de personas que aprovechan este recurso natural (Silva, 2004).

Semillas

Moreno (1996), menciona que para fines agronómicos y comerciales se conoce como una semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. De acuerdo al criterio que se utiliza en botánica, una semilla verdadera es aquel embrión en estado de latencia, acompañado o no de un tejido nutricional y protegido por el episperma.

A su vez, Besnier (1988), cita que las semillas son unidades de diseminación sexual de las plantas, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores; están compuestas de uno o varios embriones y reservas nutritivas, así como de una o varias capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario y de los tejidos de otras partes de la flor.

Fuente de semilla

La semilla de orégano se obtiene en campo, de poblaciones naturales, seleccionando la semilla mejor desarrollada. En este caso de contar con alguna plantación de orégano, esta puede ser la fuente primaria de abastecimiento de semilla, con la ventaja de obtener semilla de mejor calidad y disponer de dos producciones de semilla al año, comparando con las poblaciones naturales que tienen una sola producción, y si las precipitaciones fueron inferiores a la media regional (250 mm) la mayoría de la semilla es vana. De acuerdo a estimaciones realizadas, en un kilogramo se tiene aproximadamente 400,000 semillas con valor promedio de germinación de 50 % y con viabilidad de un año (Maldonado, 1998).

Se han efectuado estudios de su reproducción; aun cuando la germinación de la semilla es mas bien baja de 47 a 62 %, hasta la fecha es la forma de reproducción mas utilizada para la producción de plántula, con la finalidad de incrementar la tasa de germinación, se han probado tratamientos a la semilla que incluye al remojo, calor y acondicionamiento

osmótico. De acuerdo a estimaciones realizadas en un kilogramo se tienen aproximadamente 400,000 semillas con valor promedio de 50 % de germinación y con la viabilidad de un año (Maldonado, 1998).

García (2007). cita que el peso de semillas de orégano en promedio de 1000 semillas es de 0,035 g y su poder germinativo es del 90 %, en 23 días y a una temperatura media de 20 °C. Estudios recientes revelan que las semillas de orégano poseen unos requerimientos lumínicos absolutos para la germinación. Además dichos requerimientos van acompañados de un rango pequeño de temperaturas óptimas para dicho proceso biológico (típicas de los climas mediterráneos sin grandes oscilaciones de temperaturas). Este rango de temperaturas oscila entre 15-20 °C.

Por otro lado la producción de semilla de orégano en condiciones naturales al parecer es cíclica, ocasionada por la exposición de la planta a la sequía, estos factores interrelacionan y restringen las áreas donde puede llevarse a cabo la cosecha de la semilla, por lo tanto es necesario eficientar mediante técnica de siembras adecuadas los lotes semilleros, pues de su manejo dependerá el número de plantas que se produzcan (Maldonado, 1998).

Madurez de la semilla

En poblaciones naturales la madurez se presenta en otoño, durante los meses de octubre y noviembre y debe de colectarse cuando se encuentra totalmente madura; esto es cuando las cápsulas presentan un color amarillo oscuro. El almacenamiento de semilla puede realizarse en cualquier tipo de construcción que tenga buena ventilación (Silva, 2004).

Establecimiento en almácigo

Los almácigos o semilleros son parte esencial de los viveros. En los viveros de zonas áridas se requieren como medios de propagación pencas, estacas, tallos o semillas, utilizando esto último como medio de propagación

para el orégano. El almacigo es una porción de terreno destinado a la ejecución de las siembras para la obtención de plántulas que mas tarde se trasplantan en envases o macetas, antes del lugar definido. Los almácigos se recomiendan de forma rectangular de 1.2 m de ancho y de longitud variable, de acuerdo a los requerimientos de planta con una altura aproximada de 1 m para facilitar su manejo (Reyes y Ortega, 2002).

El suelo para siembra debe ser rico en materia orgánica, y antes de colocarse en los almácigos debe de desinfectarse con algún producto químico para evitar el daño a la semilla y a la plántula; entre los productos que se utilizan son las siguientes:

- Bromuro de metilo en porción de 75 g por metro cúbico.
- Formol diluído al 2 o 3 %.
- Captan 50 H, 1.5 g por litro de agua.

Una vez colocada la tierra, se procede a apisonarla para evitar que queden espacios vacíos y al colocar la semilla se vaya a mayor profundidad que la requerida; esta práctica se logra con el tiempo que se nivela el suelo, con lo cual se evita el estancamiento del agua. La semilla de orégano se siembra en los meses de febrero y marzo, lo que permite contar con planta de buen tamaño para la época de plantación. Sin embargo, puede producirse plántula durante todo el año, bajo condiciones de invernadero (Reyes y Ortega, 2002).

Las plantaciones de temporal o de riego de orégano oscilan entre 5,000 a 10,000 plantas/ha, respectivamente. Tales poblaciones son cubiertas con el establecimiento del almacigo que preferentemente se hacen en el período de lluvias, (Junio-Julio) debido a que las condiciones de temperatura y humedad influyen en el porcentaje y velocidad de germinación del mismo, las plántulas producidas en dicho período se establecen en el campo cuando alcanzan una altura mínima de transplante, efectuándose lo siguiente. En el establecimiento de almácigos como orégano, la época de floración se traslapa con la época de aprovechamiento, provocando que en

áreas productoras se presente una baja regeneración natural, debido a que no deja semillas la planta (Reyes y Ortega, 2002).

Para establecer la planta de orégano se hace un trazo de plantación, haciendo un surcado en contorno, siguiendo las curvas a nivel. La distancia entre surcos y entre plantas es de 1 por 1.5 m., para una densidad total de 5,000 plantas bajo condiciones de temporal, en lugares donde existen la posibilidad de riego, aunque sea restringido, los distanciamientos serán de 1 por 1 m., lo que nos da una densidad de 10,000 plantas por hectárea (Maldonado, 1998).

Densidad de siembra. Se siembran 42 gramos de semilla sucia (molida con todo y cápsula) por metro cuadrado en los almácigos. La densidad de siembra de semilla limpia por metro cuadrado es de 0.5 gramos que contiene alrededor de 2260 semillas y los riegos se aplican cada tercer día, efectuándolos al atardecer o en la mañana temprano, procurando de mantener la tierra húmeda (Maldonado, 1998).

Calidad de semilla

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios atributos como son la pureza de especies, pureza varietal, capacidad de germinación, vigor, tamaño de la semilla, pureza física, sanidad y contenido de humedad (Thomson, 1979; citado por: Quintana, 1992).

Por calidad de semillas se entiende la suma de todos aquellos atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios que afectan su calidad de originar y producir plantas y cultivos de alta calidad. También menciona que los aspectos mas importantes en el análisis de la semillas agrícolas es la pureza física, este parámetro en conjunto con la pureza varietal, poder germinativo, el vigor, la sanidad así como el contenido de humedad, definen la calidad de las semillas, y para su evaluación se han desarrollado métodos específicos que pueden ser utilizados en los programas de producción y comercialización de las semillas certificadas (Moreno, 1996).

Una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, para ello, debe de contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agro-climáticas (Perreti, 1994)

La calidad de semilla comprende diversos atributos o características de la misma dentro de las que se encuentran pureza varietal, viabilidad, vigor, ausencia de daño mecánico, ausencia de infección de enfermedades, efectiva cobertura de tratamiento, tamaño y apariencia. Mientras que en un lote de semillas, las características de calidad incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes (semilla de maleza de otros cultivos y materia inerte) y uniformidad de lote (Delouche, 1986).

También señala que los atributos anteriores pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: genéticos, principalmente pureza varietal; físicos, que incluye los tradicionales componentes de pureza hasta incidencia y severidad de daño mecánico y tamaño de la semilla; sanidad de semillas o factores patológicos, donde se considera el tipo de incidencia de enfermedades transmitidas por semilla y por último fisiológicos, que es la germinación y vigor, todos los componentes son de importancia durante la producción de semilla (Delouche, 1986).

Viabilidad de la semilla

La viabilidad de la semilla es el período de tiempo durante el cual la semilla conserva su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Cada especie botánica tiene un período propio de viabilidad; las semillas

sembradas después de dicho período de viabilidad óptima pueden producir plantas débiles o no germinar (Encarta, 2000).

Entre los factores que afectan la viabilidad de las semillas se pueden citar: el genotipo, el medio ambiente, nutrición de la planta, estado de madurez al momento de cosecha, tamaño, peso, peso volumétrico, daño físico, deterioro y envejecimiento, almacenamiento, patógenos y medio ambiente en post-maduración de precosecha (Moreno, 1984 y Copeland y McDonald, 1985).

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, puede haber semillas que germinan, todavía después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas. El caso más excesivo de retención de viabilidad es el de las semillas de *Nelumbo nucifera* encontradas en Manchuria con una antigüedad de unos 250 a 400 años. En el extremo opuesto tenemos las que no sobreviven más que algunos días o meses, como es el caso de las semillas de arce (*Acer*), sauces (*Salix*) y chopos (*Populus*) que pierden su viabilidad en unas semanas; o los olmos (*Ulmus*) que permanecen viables 6 meses.

Germinación

En términos fisiológicos la germinación es el reinicio de la actividad metabólica de una semilla viable, después de imbibición que es el paso inicial de la germinación y que involucra el suministro de humedad por absorción del tejido de la semilla, en seguida se activa la respiración y por lo tanto existe la necesidad de oxígeno, las enzimas hidrolíticas se vuelven activas y los alimentos insolubles de los cotiledones (almidón, proteínas, grasas) son hidrolizadas a compuestos sencillos, ocurriendo otras actividades metabólicas después de un período de tiempo de emergencia posterior de la radícula, (Cronquist, 1984).

El alto grado de organización en el proceso germinativo depende de una serie de transformaciones químicas y físicas dentro de un sistema cíclico cerrado, para mantener la latencia del embrión y activar los puntos de germinación, la activación para el proceso germinativo depende de cierto contenido de agua procedente del exterior, de determinadas condiciones ambientales y de estructura y madurez del embrión de la semilla (Cronquist, 1984).

La germinación es un proceso de cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que crece activamente, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen (Besnier, 1998).

Proceso de Germinación. El proceso de germinación presenta en secuencia las etapas de imbibición, activación enzimática o hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas, división y alargamiento celular, presión de la radícula o la plúmula sobre el tegumento y su emergencia a través de éste. La mayoría de las semillas sigue el mismo patrón de la germinación, en la que se realizan una secuencia específica de eventos. Los eventos principales son de acuerdo a Copeland y McDonald (1985) los siguientes:

- a) Imbibición.** La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla, dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria. El grado de absorción depende de tres factores: composición de la semilla, el componente principal responsable de la imbibición son las proteínas o moléculas complejas que exhiben cargas positivas y negativas que atraen a las moléculas de agua altamente cargadas. Otras moléculas que incrementan la imbibición son la celulosa y las pectinas. Así mismo la permeabilidad de la cubierta que puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la entrada de otros solutos y restringiendo la entrada de otras sustancias. Además

depende de la disponibilidad de agua en el medio de germinación, dependiente del agua celular.

- b) Activación de enzimas.** La actividad de las enzimas empieza muy rápidamente al inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla. La actuación resulta en parte de la reactivación de enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de nuevas enzimas al comenzar la germinación.
- c) Digestión y translocación de reservas.** En el endospermo, los cotiledones almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.
- d) Crecimiento del embrión.** El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La primera evidencia del proceso de germinación es la protusión de la radícula a través de la cubierta de la semilla, posteriormente emerge la plúmula.
- e) Elongación de la radícula.** La emergencia de la radícula es lo que nos indica que el proceso de la germinación está completo y puede estar terminado a través de la elongación o división celular. En general, la elongación celular precede a la división celular.

Tratamientos para inducir la germinación

Ortega, *et al.* (2007). Realizaron varias pruebas de germinación utilizando ácido giberélico (AG₃), con tres tiempos diferentes de remojo (30, 60 y 120 min.) con tres condiciones de A. G. (100, 200 y 300ppm) con una

temperatura de 25-27 °C. y 80 % de humedad relativa. Los resultados obtenidos en germinación de semillas presentaron un 100 %, utilizando 100 ppm de ácido giberélico y de estar remojados por 30 min. También alcanzaron un 80 % de germinación utilizando 300 ppm durante 120 minutos de remojo.

Fuentes *et al.* 1998. realizaron estudios sobre la germinación de semillas de orégano cimarrón (*Ocimum gratissimum* L.), estudiaron la influencia del ácido giberélico sobre la germinación a 50, 100, 250, 500, 750 y 1000 ppm tomando en cuenta la edad de cosecha de las semillas en la germinación y la influencia de la iluminación en la germinación. Encontraron que es posible mejorar la germinación con aplicaciones exógenas de ácido giberélico a partir de concentraciones de 250 ppm. Las semillas no germinaron en condiciones de plena oscuridad.

Maldonado (1998) cita con respecto a su reproducción, que se han llevado a cabo varios estudios y encontraron un 47 a 62 % de germinación de semillas de orégano, hasta la fecha es la forma de reproducción más utilizada para la producción de plántula. Con la finalidad de incrementar la tasa germinativa se han probado tratamientos a la semilla que incluye el remojo, calor y acondicionamiento osmótico, también menciona que las semillas tienen un valor promedio de germinación de 50 % y viabilidad de un año en que fueron cosechados

Saucedo (2009), trabajó con semillas de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) donde aplicaron diferentes dosis de cloruro de sodio, utilizando tres repeticiones por cada tratamiento de 20 semillas, las cuales fueron sumergidas en la solución de NaCl, a diferentes concentraciones y como testigo agua destilada, en periodos de tiempo de 48 y 72 horas; sembraron en cajas petri con papel filtro Watman No. 1 y colocaron las semillas en una incubadora de germinación Lab-Line por 15 días, a 25 °C. El mismo autor utilizó los mismos tratamientos y los puso a germinar en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando peat moss y perlita. con 80 horas y se evaluaron a los 20 días la capacidad de germinación, plántulas normales

y plántulas anormales. De acuerdo al ANOVA para la variable germinación no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el testigo numéricamente se manifestó más con un 67 % de germinación y el cloruro de sodio alcanzo un 35 % y en cuanto a plántulas normales solo fue el 40 % del testigo y NaCl solo un 20 %. Concluye que la aplicación de NaCl inhibe la germinación de semillas de orégano.

Escamilla *et al.*, (1990), utilizaron cuatro fuentes de solutos para acelerar la germinación de semilla de orégano y se le dio un acondicionamiento osmótico a dicha semilla. Se utilizó manitol, polietilenglicol, cloruro de sodio y cloruro de calcio, la mitad de los tratamientos con una inmersión de 24 horas y el resto a las 72 horas. encontraron el polietilenglicol se alcanzó de 27 a 41 % de germinación, cloruro de calcio con 37.3 a 23.8 % de germinación, manitol con 51 % de germinación y en laboratorio alcanzaron un porcentaje de germinación de 56, 46 y 35 %. Esto demuestra que las semillas de orégano presentan variabilidad en su germinación debido, probablemente a diferencias intrínsecas a su fisiología y metabolismo, inducidas quizás por diferencias en morfología, tamaño, color, peso y grado de madurez de las semillas.

Bautista *et al.* 1990. Trabajaron diferentes ecotipos de orégano colectados en el altiplano y zona media de San Luis Potosí. con el objetivo de estudiar las características germinativas de *Lippia graveolens* de diferentes procedencias. sin utilizar ningún tratamiento y encontraron la capacidad germinación de 47.5 a 62 %. Así mismo, se observo que la germinación comenzó el cuarto día en todas las procedencias del altiplano potosino. El porcentaje de germinación de la semilla de tres procedencias a los cinco meses de recolectada es mayor que la del testigo procedente de Saltillo Coahuila de dos años y siete meses de cosechada, por lo que la semilla de orégano puede ser utilizada para trabajos de propagación, después de un corto período de almacenamiento.

Torres (2005b), hizo pruebas de germinación con semillas de orégano de diferentes tipos de colores en la especie de orégano a los siete

días de germinación, utilizó semillas de color café y de color verde aplicó como tratamiento agua destilada y encontró un 71 % de germinación y plántulas normales para semillas de color café, 6 plántulas anormales y 23 semillas si germinar, por otra parte en semillas verdes encontró un 39 % de germinación plántulas normales, 27 % anormales, 34 % semillas sin germinar, en conclusión se puede decir que las semillas de color café alcanzan su madurez fisiológica antes que las semillas de color verde.

Vigor

El vigor de la semilla es la suma de los atributos de la semilla que favorecen un establecimiento rápido y uniforme en el campo aún bajo condiciones desfavorables. Sin embargo, los atributos como peso seco de la planta, velocidad de emergencia y germinación de la semilla son dañados por factores adversos, trayendo como consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en el campo debido al bajo vigor de la semilla (Barrie and Drenan, 1971).

El vigor es un concepto relativamente nuevo comparado con el de la germinación y surgió de la observación de las diferencias del establecimiento de plántulas entre lotes de semillas, trayendo como resultados una prueba adicional de calidad capaz de predecir la emergencia de plántulas bajo condiciones, ambas adversas y favorables de campo (Sayers, 1982).

Miranda (1984) menciona que el vigor es considerado desde que la semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta y es el punto donde convergen el máximo peso seco, viabilidad y el mas alto vigor de la semilla, y a partir de la cual lo manifestó Mc Donald (1975) la perdida de vigor precede a la perdida de germinación y viabilidad.

En 2009, el comité de prueba de vigor de la ISTA define a vigor como la suma total de propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y

emergencia de la plántula. Las semillas que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor. Evaluar el vigor de las semillas es de gran utilidad para predecir el comportamiento de un lote cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plántulas (ISTA, 2009).

Factores que influyen en el vigor de las semillas

Moreno (1996) menciona que los factores que afectan el vigor de una semilla, son:

- a) Genotipo: La constitución genética determina el vigor de las plántulas.
- b) Madurez de la semilla: Según maduran las semillas, el potencial de germinación y vigor aumenta. Semillas maduras dan su máxima expresión de vigor en contraste con semillas inmaduras,
- c) Condiciones ambientales: Alta temperatura y baja humedad del ambiente, dan como resultado un bajo vigor y bajo rendimiento.
- d) Tamaño de semilla
- e) Daño mecánico; Las semillas dañadas pueden parecer normales, pero presentan menor vigor que las semillas sin dañar.
- f) Envejecimiento
- g) Ataque de microorganismos.

Las semillas se separan en germinadas y no germinadas. Las plántulas se clasifican en dos grupos:

- 1) Plántulas vigorosas.
 - Plúmulas fuertes bien desarrolladas, de color verde oscuro.
 - Raíz primaria fuerte, o si esta ausente, deberá contar con abundantes raíces secundarias
- 2) Plántulas de bajo vigor.

Plúmula corta, menor que la mitad de tamaño de la plúmula de la plántula mas larga en la prueba; plúmula enrollada, plúmula sin emerger de la testa; planta clorótica.

- Raíces escasas, débiles o ausentes.

Los resultados de una prueba de vigor pueden registrarse bajo las siguientes categorías: plántulas normales vigorosas, plántulas normales débiles, porcentaje total de plantas normales (vigorosas y débiles), plantas anormales, plantas deterioradas o rotas, semillas latentes o duras.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Producción de Semillas, del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) perteneciente al Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) que se encuentra en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.; cuya ubicación geográfica está dada a 25° 22" latitud Norte y 101° 00" longitud Oeste, con una altitud sobre el nivel del mar de 1742 m.

Material genético

La semilla evaluada en este trabajo fue proporcionada por dos instituciones, cuatro ecotipos proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el resto (cinco genotipos) por la UAAAN, estos materiales fueron colectados en los estados de Chihuahua y Durango. En el caso de los ecotipos del INIFAP, se encontraban como semilla limpia y pura, mientras que los materiales de la UAAAN, se encontraban en materia prima por lo que se tuvo que darles un proceso de limpieza en un soplador "South Dakota" con aire forzado y por diferencia de peso se separó la semilla pura de la materia inerte (impurezas y semilla vana), mostrando en el Cuadro 3.1 la identificación de los materiales en la evaluación.

Cuadro 3.1 Identificación de los diferentes ecotipos de semillas de orégano ((*Lippia berlandieri* Schuauer) 2009.

Ecotipos	Identidad
INIFAP-1	E 1
INIFAP 2	E 2
INIFAP 3	E 3
INIFAP 4	E 4
AN5	E 5
AN6	E 6
AN7	E 7
AN8	E 8
AN9	E 9

Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos para romper la latencia en la semilla con ácido giberélico a 100 y 500 ppm, mas un testigo con adición de agua (Cuadro 3.2). Los tratamientos fueron aplicados directamente en el papel filtro de la prueba de germinación.

Cuadro 3.2 Tratamientos utilizados en la prueba de germinación de diferentes ecotipos de semilla de Orégano.

Tratamientos	Descripción
1	Testigo
2	1000 ppm AG ₃
3	500 ppm de AG ₃

Variables evaluados

Viabilidad (2, 3, 5 Trifenil cloruro de tetrazolio)

La viabilidad de la semilla de orégano se realizó conforme a las reglas internacionales de la ISTA (2009). La prueba con Tetrazolio se desarrolló para proporcionar estimaciones rápidas, usadas fácilmente en el manejo de semillas y principalmente en lotes de semillas que presentan latencia, la prueba sirve para clasificar su vigor, puede ser complemento de la prueba de germinación así como el diagnóstico de causas de deterioro en la semilla.

Material y equipo

La prueba con tetrazolio puede ser hecha con diferentes equipos sin que estos influyan en los resultados. Para semillas de orégano se utilizaron los siguientes instrumentos de laboratorio: cajas petri, bisturí, agujas para coser, jeringas de insulina, tubos de ensaye, pinzas, un microscopio estereoscopio, gotero, papel aluminio, papel secante y cámara de incubación de 35-45 °C. Se utilizó una solución acuosa de cloruro 2,3,5-trifenil tetrazolium a concentración de 1.0 % y un pH 6.5-7.5.

Metodología

- 1. Acondicionamiento de las semillas.** La prueba consistió primeramente en un osmoacondicionamiento de las semillas, se evaluaron tres repeticiones de 25 semillas por repetición seleccionadas al azar; se colocaron en tubos de ensaye de 13 x 100 mm. Con suficiente agua destilada por espacio de cinco horas, una vez imbibida la semilla, se extrajeron los cotiledones a través de un estereoscopio procurando no dañarlos y sin separarlos, utilizando una aguja de disección y pinzas de punta aguda.
- 2. Teñido.** Una vez obtenidos los cotiledones, fueron colocados en tubos de ensaye por repetición, agregando la solución del tetrazolio hasta

cubrirlos y se envolvió cada tubo con papel aluminio; todos los tubos fueron llevados a una cámara de incubación a 35 °C por 90 minutos.

- 3. Evaluación.** El principal propósito del ensayo de tetrazolio es distinguir la viabilidad y no viabilidad de semillas. Una vez transcurrido el tiempo se colocaron en una caja petri y fueron observados los cotiledones bajo un estereoscopio. Para la evaluación, las semillas que se tiñeron completamente o parcialmente de color rojo cereza lo que indicó que las estructuras esenciales fueron consideradas viables y por ende las no teñidas no viables, registrando el número de semillas viables y no viables y calculando el porcentaje.

Capacidad de germinación

Para esta variable, se evaluaron tres tratamientos en cada una de los nueve ecotipos estudiados con tres repeticiones. Se sembraron en cajas petri de plástico de 15 x 20 mm. conteniendo un papel filtro Wathmann No 1 humedecido con cada tratamiento, en cada caja se colocaron 15 semillas por repetición, se identificaron y se colocaron en una cámara de germinación "Precisión Lab-line" a una temperatura de 25 °C, con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Se realizó una evaluación a los 14 días después de la siembra registrando el dato en porcentaje, conforme a las Reglas Internacionales de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA, 1992) considerando las siguientes variables:

Plántulas normales

Aquellas plántulas que poseían sus estructuras esenciales bien definidas (sistema radicular bien desarrollado, plúmula normal e intacta y sus cotiledones bien desarrollados) para producir una planta normal bajo condiciones favorables de suelo.

Plántulas anormales

Se consideraron plántulas anormales aquellas que presentaban alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, plántulas dañadas, sin cotiledones, deformes, con desarrollo débil, o las que presentaban raíces sin desarrollo.

Semillas sin germinar

Fueron evaluadas aquellas semillas que no germinaron después de ofrecérseles las condiciones favorables para que ello ocurriera, lo que se atribuye a la latencia fisiológica de semillas frescas o semillas duras incapaces de absorber humedad; como se puede observar en la Figura 3.1.

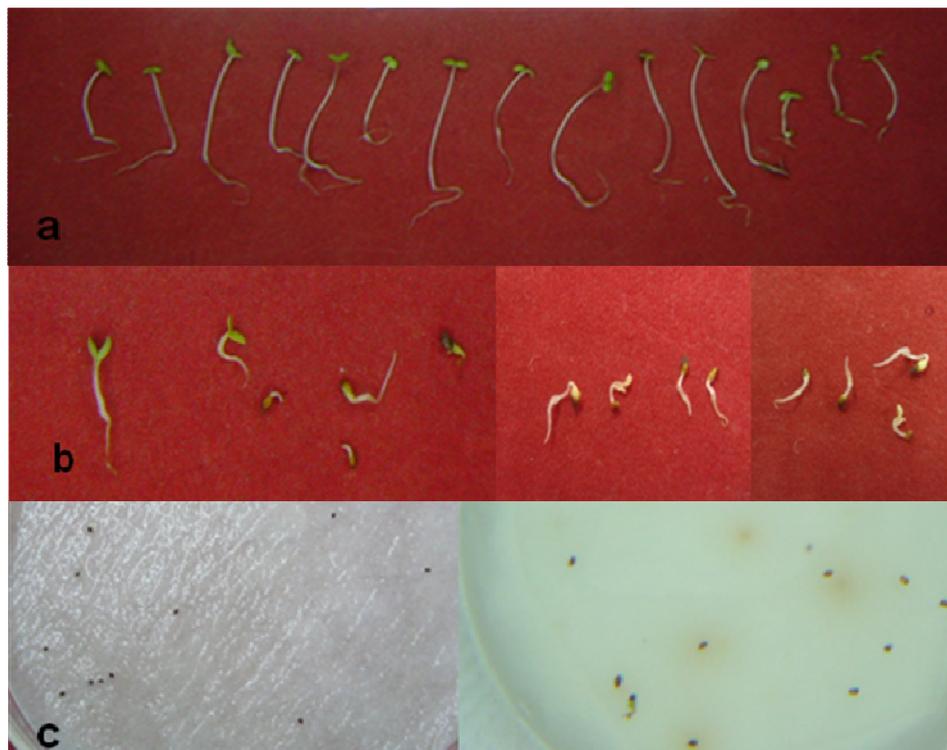


Figura 3.1 Respuesta de la prueba de germinación de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio; a) Plántulas normales; b) Plántulas anormales y c) Semillas sin germinar.

Vigor mediante el índice de velocidad de emergencia (IVE)

Para calcular este índice se tomaron en cuenta las plántulas emergidas por día a completar los días totales de la prueba de germinación. La siembra que se llevó a cabo fue en forma convencional en cajas petri con papel filtro Wathmann N°1 (sembrando sobre papel). Para la evaluación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IVE} = \sum \frac{\text{Número de plántulas emergidas}}{\text{Día}} + \dots \frac{\text{Número de plántulas emergidas}}{\text{Día}}$$

Vigor mediante el índice de velocidad de germinación (IVG)

Para la evaluación de este índice, se determinó en la misma prueba de germinación, considerando las plántulas normales emergidas por día a completar los 14 días totales de la prueba. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{IVG} = \frac{\sum (D_i - D_j)}{i}$$

Donde:

D_i = Semillas germinadas en el día i

I = Número de días al conteo desde la siembra

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo anterior al día i

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones para evaluar viabilidad, mientras que las variables de calidad fisiológica se usó un arreglo bifactorial (A*B) con un diseño completamente al azar con tres repeticiones en donde el factor A= corresponde a los ecotipos y B= Los tratamientos utilizados.

Se realizó el ANOVA de los tratamientos y comparaciones apareadas de medias utilizando la prueba de Tukey con el programa SAS (Statistical Analysis System, 1998) bajo el siguiente modelo experimental:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{ijk}$$

Donde:

$$i = 1, 2, \dots, A \quad j = 1, 2, \dots, B$$

Y_{ijklm} = Número de viables en la ijklm-ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general del experimento

α_i = Efecto de los ecotipos (A)

β_j = Efecto del j-ésimo tratamiento con ácido giberélico (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto verdadero de la interacción de la i-ésimo ecotipo con la j-ésimo de la dosis de ácido giberélico (AB)

ξ_{ijk} = Error experimental

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Para la comparación de medias en las variables registradas en el experimento, se utilizó la Diferencia Mínima Significativa (DMS), al 0.05 de probabilidad, mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = (t_{\alpha, g_{le}}) \sqrt{(2CMEE/r)}$$

Donde:

t_{α} = valor de tablas a nivel de probabilidad

g_{le} = grados de libertad del error

CMME = Cuadrado medio del error experimental

r = repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Viabilidad de la semilla

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.1) se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), entre los nueve ecotipos estudiados, esto significa que la viabilidad encontrada en ellos fue diferente, dando un coeficiente de variación (21.4 % en semillas viables y 20.9 % en semillas no viables), el alto porcentaje fue debido a que algunos ecotipos en sus repeticiones presentaron valores de viabilidad de cero. De acuerdo a lo anterior se hizo la prueba de medias entre semillas viables y no viables, encontrándose los siguientes resultados; el ecotipo E5 es el que obtuvo mayor porcentaje de viabilidad con 70 % y 30 % de semillas no viables, seguido por los ecotipos E6, E8; E9 y E7 que estadísticamente fueron iguales y tuvieron un porcentaje de semillas viables desde 53.3 a 63.3 %, posteriormente se tuvo un siguiente grupo donde se encuentran los ecotipos E7, E1, E2 y E4 desde 36 a 53.3 % de semillas viables y en el último grupo fue E3 quien obtuvo un 12 % de semillas viables y un 88 % de no viables (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de semillas de orégano de nueve ecotipos bajo condiciones de laboratorio.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
		Porcentaje de semillas viables	Porcentaje de semillas no viables
Ecotipos	8	7056.74**	7056.74**
Error	18	2012.00	2012.00
C V		21.4 %	20.9 %

** Alta significancia (0.01%), CV= coeficiente de variación

Cuadro: 4.2 Comparación de medias de las variables porcentaje de semillas viables y no viables de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Ecotipos	% de semillas viables		% de semillas no viables	
E5	70.0	A	30.0	D
E6	63.3	AB	36.7	CD
E8	58.6	AB	41.7	CD
E9	56.7	AB	43.3	CD
E7	53.3	ABC	46.7	BCD
E2	49.3	BC	50.7	BC
E1	46.7	BC	53.3	B
E4	36.0	C	64.0	B
E3	12.0	D	88.0	A

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS 0.05 de probabilidad)

La viabilidad es una de las características de la madurez fisiológica de cualquier semillas en estudio, que en este caso fue sobre semillas de orégano el ecotipo que presentó mayor porcentaje de viabilidad fueron el E5 dando una coloración rojiza pues indica que se encuentra viable como se muestra en la Figura 4.1.; sin embargo los ecotipos E3 y E4 tuvieron menor porcentaje de viabilidad posiblemente porque exista una inmadurez fisiológica o deterioro en la semilla (Figura 4.1), al no estar completamente teñidos los cotiledones reaccionando con la solución de tetrazolio; otra explicación sería que no tuvieron suficientes reservas nutritivas o aún se encuentran inactivas las enzimas, por lo que no es capaz de dar una plántula normal, ya que el perispermo se reabsorbe durante el desarrollo de la misma (Besnier, 1989).

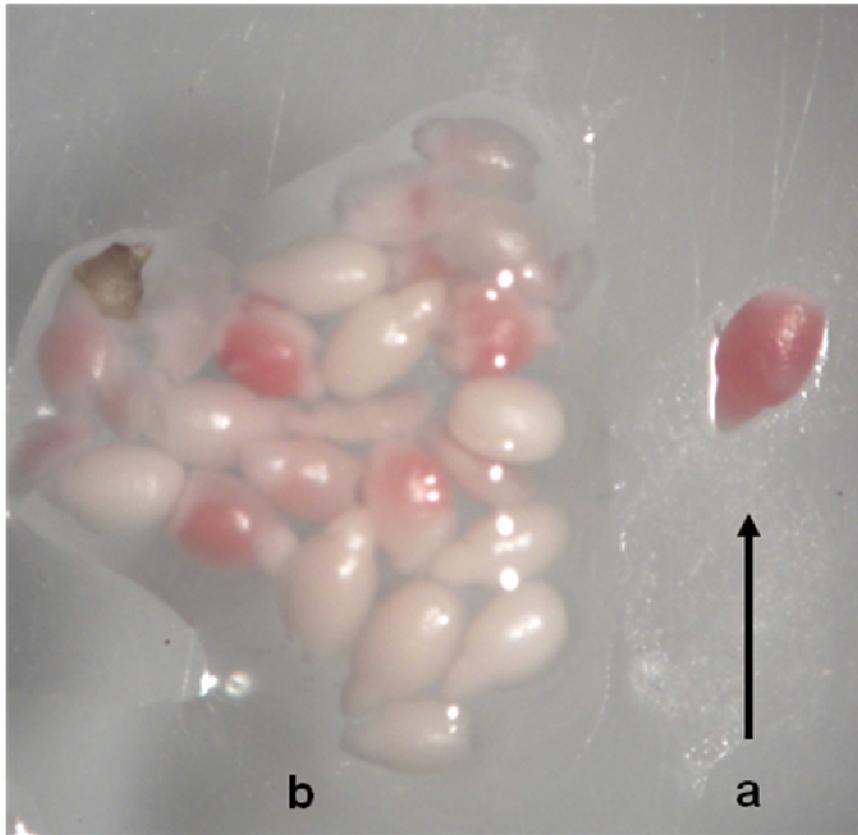


Figura 4.1 Respuesta de la prueba de 2, 3, 5 trifenil cloruro de tetrazolio de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio. a) Semilla viable: cotiledón completamente teñido; y b) Semillas no viables: los cotiledones no se encuentran completamente teñidos o están sin teñir.

Entre los factores que afectan la viabilidad de las semillas se pueden citar: el genotipo, el medio ambiente, nutrición de la planta estado de madurez al momento de cosecha, tamaño, peso, peso volumétrico, daño físico, deterioro y envejecimiento, almacenamiento, patógenos y medio ambiente en post-maduración de precosecha (Moreno, 1984 y Copeland y McDonald, 1985), mientras que Maldonado (1998), menciona que las poblaciones naturales que tienen una sola producción de semillas al año, y que presenten precipitaciones menores o inferiores a la media regional (250 mm anual) como es el caso de esta especie la mayoría de la semilla resulta vana. Esto se puede decir para los ecotipos E3 y E4 que tienen menor viabilidad debido a las condiciones ambientales mencionadas por Moreno (1996), y de acuerdo a estimaciones realizadas, por Moreno (1996)

menciona que en un kilogramo tiene aproximadamente 400,000 semillas con valor promedio de germinación de 50% y con viabilidad de un año.

Mientras tanto Perreti (1994) menciona que una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, para ello, debe de contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agro-climáticas como las semillas de orégano, que en este caso se logro detectar que no todas los materiales estudiados tuvieron esta respuesta.

Capacidad de germinación

Plántulas normales

De acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias de la variable plantas normales observadas en el Cuadro 4.3, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), con un coeficiente de variación de 19.3 % para los ecotipos estudiados, los tratamientos utilizados no fueron significativos y la interacción de ecotipos por tratamientos si hubo diferencias altamente significativos. En los nueve ecotipos estudiados, resultaron cinco grupos estadísticos diferentes; donde los ecotipos E1, E6, E7 y E8, se encontraron en el primer grupo estadístico con valores de un 72.6 % hasta un 82.9 %, sobresaliendo E6 que numéricamente fue el que presentó el mayor porcentaje en plantas normales; el siguiente grupo lo conformaron los tres ecotipos del grupo anterior (E1, E7 y E8) aunado los ecotipos E5 con 71.1 % y el ecotipo E9 con 68.9 %, en el tercer grupo estadístico se encuentran los ecotipos E3, E5, E7 y E9 con valores de 62.2 % hasta un 72.6 %, para el penúltimo grupo se encuentra el ecotipo E2 con un 45.9 % de plantas normales mientras que en el último grupo estadístico se encuentra el ecotipo E3 con 28.2 % como se observa en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables plántulas normales, anormales y semilla sin germinar de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Fuentes de Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios		
		Plántulas Normales (% de Germinación)	Plántulas Anormales	Semillas sin Germinar
Ecotipos	8	21190.13**	819.84**	23490.91**
Tratamientos	2	30307.04 ^{NS}	1629.97 ^{NS}	30366.30 ^{NS}
Trat. * Eco	16	9050.05**	767.23**	6871.03**
Error	54	8414.164	2903.49	6665.51
Total	80	38721.21	4533.46	37031.82
CV		19.3 %	110.0 %	38.7 %

** Alta significancia (0.05%), CV= coeficiente de variación

Cuadro 4.4 Comparación de medias de las variables; plantas normales, plantas anormales y semilla sin germinar de nueve ecotipos de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Ecotipos	PN		PA		SSG	
E1	74.1	AB	6.7	ABC	19.3	C
E2	45.9	D	0.7	C	53.3	A
E3	62.2	C	4.4	BC	33.3	B
E4	28.2	E	8.1	AB	63.7	A
E5	71.1	BC	9.6	AB	19.3	C
E6	82.9	A	6.7	ABC	10.4	C
E7	72.6	ABC	6.7	ABC	20.7	C
E8	75.6	AB	4.4	BC	20.0	C
E9	68.9	BC	12.6	A	18.5	C

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS 0.05 de probabilidad) PN =plántulas normales, PA =plántulas anormales y SSG=semillas sin germinar.

Estas diferencias entre los ecotipos se pueden atribuir a que la semilla presenta una variabilidad en su germinación probablemente a aspectos intrínsecos en su fisiología y metabolismo, inducidos quizás por su morfología, tamaño, color, peso y grado de madurez de las semillas coincidiendo con lo descrito por Escamilla *et al.* (1990), quienes hicieron pruebas de germinación en laboratorio y confirmaron lo descrito; ya que se encontraron valores en el porcentaje de germinación de un 56 a 35 %,

resultados semejantes a los ecotipos provenientes de Coahuila, E4 tuvieron resultados tan bajos de un 28.2 % de plantas normales. Otras investigaciones similares también reportaron similares respuestas como Bautista *et al.*,(1990) quienes trabajaron con diferentes ecotipos de orégano colectados en el altiplano y zona media de San Luis Potosí y su germinación fluctuó entre 47.5 a 62 %; Torres (2005b) con semillas de orégano de diferentes tipos de colores y encontró diferencias en la germinación por el color café fue de 71 %, en verde un 39 % de germinación; las semillas de color café tuvieron mayor madurez fisiológica que las semillas de color verde.

Plántulas Anormales

Para esta variable estudiada se encontraron diferencias altamente significativas entre los ecotipos de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.3), la comparación de medias generaron tres grupos estadísticamente diferentes como se muestra en el Cuadro 4.4. el coeficiente de variación 110 % el alto porcentaje de coeficiente de variación fue debido a que algunos ecotipos en sus repeticiones se encontraron valores de cero. En esta variable los Ecotipos E1, E4, E6, E7, y E9 se encuentran en el primer grupo, con valores desde un 12.59 hasta un 6.66 % mientras que en el segundo grupo se adicionó el ecotipo E3 con 4.44 % sin contemplar al E9; en el último grupo se integró el ecotipo E2 con un 0.74 % al grupo anterior sin considerar a E1, E9, E5, E6 y E7. Estos resultados demuestran nuevamente su variabilidad a las diferencias intrínsecas en su fisiología y metabolismo ya mencionadas.

Semilla sin germinar

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.3) se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), con un coeficiente de variación de 38.7 %, mientras que en la comparación de medias (Cuadro 4.4) se presentaron tres grupos estadísticamente diferentes en el grupo A, los

ecotipos E4 con un 63.7 % y E2 con 53.3 %; seguido por el ecotipo E3 con 33.3 % que corresponde al grupo B, por último el grupo C lo formaron los ecotipos E1, E5, E6, E7, E8 y E9 de 18.5 a 10.4 % de semillas sin germinar. Estos resultados tan altos de los tres primeros ecotipos mencionados se debieron posiblemente a causas ya sean físicas o mecánicas como; madurez de la semilla, condiciones ambientales; las altas temperaturas y baja humedad del ambiente dan como resultado bajo rendimiento y poca capacidad germinativa y la mayoría de las plántulas que son anormales, pueden tener daños mecánicos, envejecimiento y daños por microorganismos.

Efecto de los tratamientos en la capacidad de germinación

El análisis de varianza para la prueba de capacidad de germinación no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$), con respecto a los tratamientos utilizados, (Cuadro 4.3), los tres tratamientos resultaron muy similares con un promedio de 64 %. sin embargo, numéricamente la mejor respuesta se obtuvo en el testigo con una 66 %, mientras que en los tratamientos con AG₃ se tuvieron valores de 1 a 2 % de diferencia.

En el caso de plántulas anormales el tratamiento con AG₃ a 1000 ppm fue el que tuvo mayor porcentaje con un 7.6 %, mientras que para el testigo y 500 ppm solo hubo diferencia de 1% entre ellos; así como en semillas sin germinar todos los tratamientos se presentaron con un valor igual.

En la Figura 4.3 el comportamiento de cada ecotipo con el tratamiento; donde E6 en agua (testigo) resultó ser el de mayor porcentaje con 91.1 % de germinación en comparación al resto de los ecotipos y tratamientos; en el mismo tratamiento con agua le siguió E1, con un 77.8 %, mientras que los demás ecotipos E3, E5, E7, E8 y E9 tuvieron un rango de 68.9 a 59.9 % y los ecotipos E2 y E4 presentaron valores de 51.1 a 48.8 % de germinación. Se encontró una gran diferencia entre los ecotipos por tener un rango muy amplio en la germinación de un 48.8 a 91.1 %. Los ecotipos que tuvieron mejores resultados son E1, E3, E5, E6 y E7, en rango de 68.9 a

91.1 % a diferencia de Maldonado (1998), que encontró un 62% de germinación de semillas de orégano, y Saucedo (2009), quien menciona que las semillas de *Lippia graveolens* obtuvieron un 67% de capacidad de germinación sin tratamientos solo agua destilada.

En la aplicación de AG₃ a 500 ppm el mejor comportamiento lo tuvo el E6 con un 88.9 % de germinación, seguido por los ecotipos E7, E8 y E9 con valores de 86.9 a 80.0 %, lo cual muestra que existió un efecto positivo al aplicar este tratamiento así como E5 que presento un valor de 71.1 %, que a diferencia de Ortega *et al*, (2007) quienes mencionan que aplicar AG₃ a 100 ppm promueve un 100 % de germinación y en cambio a 300 ppm disminuye a un 80 %, sin embargo se coincide con Fuentes *et al*, (1998), ya que encontraron que es posible mejorar la germinación con aplicaciones exógenas de ácido giberélico a partir de concentraciones de 250 ppm en semillas de orégano cimarrón (*Ocimum gratissimum* L.). Sin embargo no se tuvo la misma respuesta con los ecotipos E1, E2 y E3 por obtener valores de 57.7 a 48.9 %; cabe mencionar que los ecotipos E2 y E6 tuvieron la misma respuesta que en el testigo con agua. el ecotipo E4, presento el valor más bajo de todos los ecotipos y tratamientos con un 2.2 % de germinación, debido a que la semilla ya estaba deteriorada pues en el testigo con agua también se observó baja germinación con un 48.8 %, así como su viabilidad que fue de 36 %.

En el caso del tratamiento con AG₃ 1000 ppm, que se muestra en la Figura 4.2, el ecotipo E1 presentó el mejor valor con 86.7 %, seguido por E8 con un valor de 84.44 %, mientras que los ecotipos E3, E5, E6, E7 y E9, presentaron un rango de 73.3 a 64.4 % de germinación y los ecotipos E2 y E4 presentaron valores de 37.8 a 33.3 % de germinación. se obtuvo que los ecotipos provenientes de los estados de Chihuahua y Durango marcados como E5, E6, E7, E8 y E9 tuvieron mejores respuestas en la germinación en comparación con los ecotipos de Coahuila, debido que la semilla de Chihuahua y Durango era recién cosechada y tuvo un alto grado de madurez fisiológica y grado de viabilidad mientras que las semillas provenientes de Coahuila tenían más de un año almacenadas lo cual comprueba lo que se

mencionó en la prueba de viabilidad donde estos ecotipos presentaron un grado de deterioro y por ende una germinación baja.

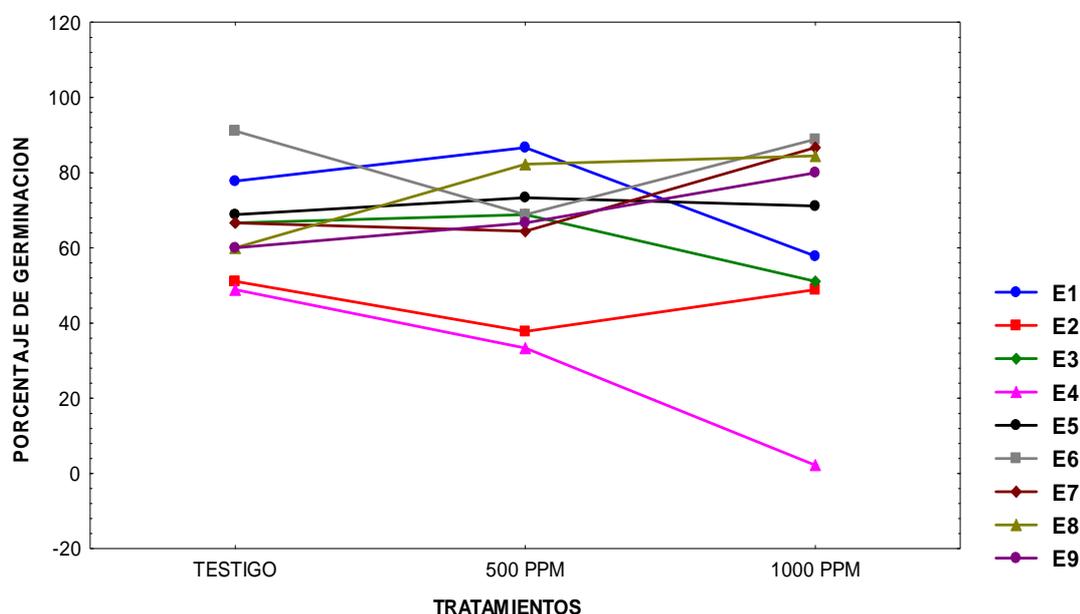


Figura 4.2 Interacción de los ecotipos por tratamientos en la prueba de germinación de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Plántulas Anormales

En el tratamiento AG₃ a 500 ppm se encontró a E4 con mayor número de anomalías con valor de 15.5 % seguido de E9 con 15 %, mientras que E1 tuvo un 8.8 % de anomalía y los ecotipos E3, E5, E6 y E7 tuvieron valores de 6.7 a 4.4% y los ecotipos E2 y E8 tuvieron valores por debajo del 2 % de anomalía (Figura 4.3). Cabe mencionar que los ecotipos E4 y E9 tuvieron un alto porcentaje de plántulas anormales lo cual demuestra que estaban ya deterioradas ya que en la variable anterior el E4 para el mismo tratamiento tuvo el menor porcentaje de germinación.

En la Figura 4.3 se muestra que para el testigo con agua, el ecotipo E9 fue quién presentó mayor anomalía con un 15 %, seguido por el E5 con valor de 13.3 % mientras que los ecotipos E1, E3, E6, E7 y E8

presentaron un rango de 6.7 a 2 % de anomalidad, el ecotipo E2 no presento plántulas anormales.

Para el tratamiento de AG₃ a 1000 ppm, los ecotipos E1, E4, E5, E6 y E7 presentaron similitud en plántulas anormales con un valor de 8.8 % de germinación, mientras que los ecotipos E3, E8 y E9 dieron valores de un 2 al 6.7 % de anomalidad (Figura 4.3).

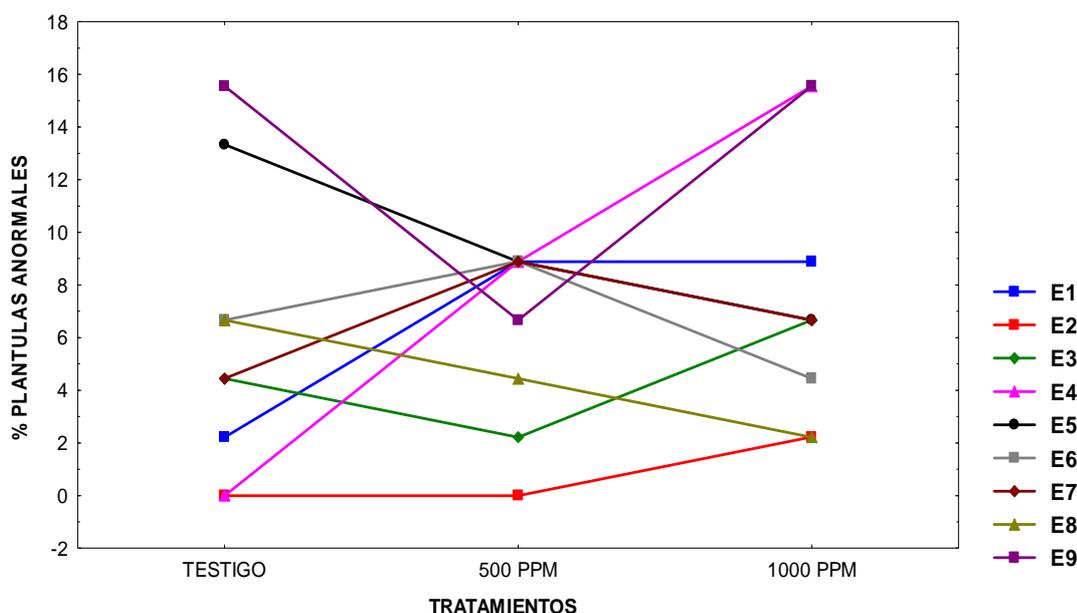


Figura 4.3 Respuesta de la prueba de germinación para determinar plántulas anormales de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Semilla Sin Germinar

El ecotipo E4 tubo el mayor porcentaje de semillas sin germinar con un valor de 82 % para el tratamiento de AG₃ a 500 ppm, esto demuestra que en verdad las semillas para este ecotipo se encontraban deterioradas e inclusive semillas muertas, seguido por los ecotipos E1, E2 y E3 con valores de 48.9 a 33.3 % de semillas sin germinar seguido por los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 con valores de 22.2 al 4.4 %.

El ecotipo E2 fue el que presentó mayor porcentaje de semillas sin germinar en el tratamiento de AG₃ a 1000 ppm, con un valor de 62.2 %, seguido por el E4 con un valor de 57.8 %, mientras que los ecotipos E3, E5, E6, E7, E8 y E9, tuvieron valores que oscilan entre 28.9 a 13.3 % y para el E1 tuvo un valor de 4.4 %; para el tratamiento (testigo) los ecotipos E2 y E4 presentaron mayores porcentajes con de valores de 48.9 y 51.1 %, seguido por los ecotipos E1, E3, E5, E7, E8 y E9, que oscilaron entre los valores de 33.3 a 17.8 % y el ecotipo E6 presentó el menor porcentaje de semillas sin germinar con un valor de 2.22 %, cabe resaltar los ecotipos E2 y E4 tuvieron por arriba de los 48.8 % de semillas sin germinar aún con los dos tratamientos y el testigo se puede predecir que nuevamente las semillas están deterioradas y con un alto porcentaje de semillas muertas (Figura 4.4).

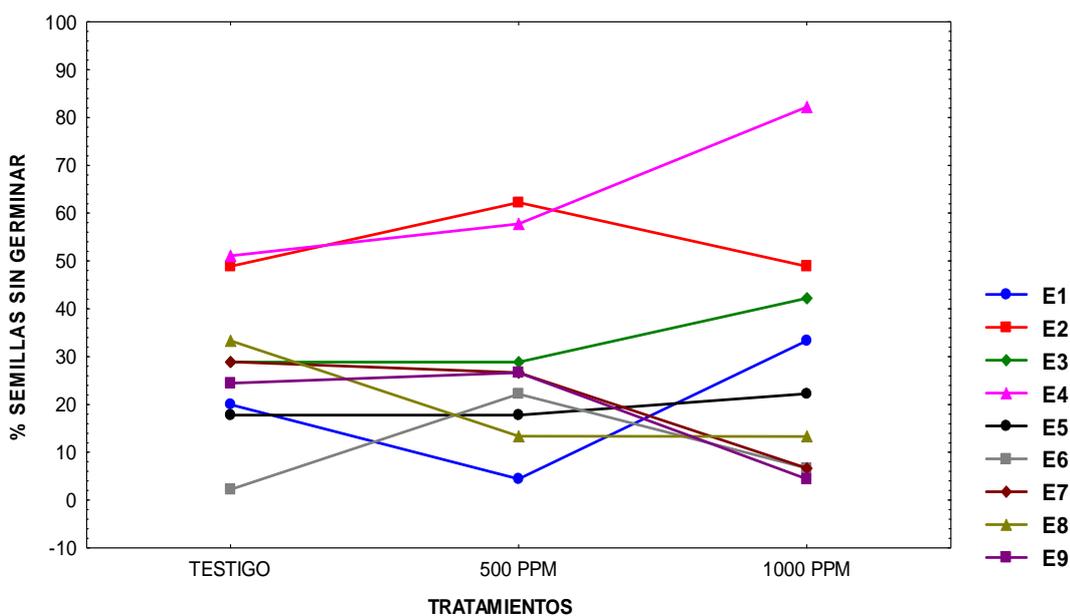


Figura 4.4 Respuesta de la prueba de germinación para determinar semillas sin germinar de nueve ecotipos de semilla de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Vigor

Índice de velocidad de emergencia y germinación

El análisis de varianza para las variables índice de velocidad de emergencia y de germinación resultaron con diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para ecotipos e interacción tratamientos por ecotipos presentando un coeficiente de variación de 9.2 % en IVE y 12.1 % en IVG (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en el vigor de las semillas de nueve ecotipos orégano bajo condiciones de laboratorio.

Fuentes de Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	
		IVE	IVG
Tratamientos	2	904.39 ^{ns}	1256.78 ^{ns}
Ecotipos	8	850.92**	1244.24**
Trat. * Eco	16	51.19**	12.27**
Error	54	32.58	29.00
Total	80	936.98	1285.79
CV		9.2 %	12.1 %

** Alta significancia (0.01%), CV= coeficiente de variación, ns= no significativa.

La comparación de medias (Cuadro 4.6), genera cinco grupos estadísticos diferentes para la variable índice de velocidad de emergencia los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 entran el grupo A con valores de 11.4 a 10.9 plántulas emergidas por día siendo las de mayor vigor, seguido por el E1 en el grupo B con un valor de 7.9, en el C el E3 con valor de 6.1, en el grupo D el E2 con valor de 4.3 y el último grupo E4 con valor de 2.4 con el menor vigor .

Para el índice de velocidad de germinación también resultaron cinco grupos estadísticos, en el grupo A están los ecotipos, E6, E8, E7 y E5, entre los valores de 9.9 a 9.3 plántulas normales por día, en el grupo B entran los dos últimos (E7 y E5) y el E9 con un valor de 8.97, para el grupo C corresponden el E1 y E3 con valores de 2.4 y 1.9; para el grupo D entra el último del grupo anterior y se suma el E2 con un valor de 1.4 y en el último

grupo queda el E4 con un valor de 0.93. Con esto se confirma la calidad fisiológica baja en los ecotipos E1, E2, E3, y E4, provenientes de Coahuila mientras que los provenientes de Chihuahua y Durango presentaron mayor vigor (Cuadro 4.6).

Los ecotipos provenientes del estado de Chihuahua y Durango presentaron los mejores resultados en velocidad de emergencia aún utilizando los diferentes dosis de AG₃ debido a la viabilidad de las semillas, la emergencia se presentó al tercer día y para el séptimo día se tuvieron el total de semillas emergidas, la emergencia de los ecotipos E1, E2, E3 y E4, fue más tardada ya que comenzó al sexto día y culminó al décimo día. Estos resultados se asemejan a los resultados obtenidos por Bautista *et al* 1990. Que trabajo con diferentes ecotipos de orégano colectados en el altiplano y zona media de San Luis Potosí, encontró una capacidad germinación de 47.5 a 62 %. la emergencia de plántulas inicia al cuarto día. .

Cuadro 4.6 Comparación de medias de las variables, índice de velocidad de emergencia e índice de velocidad de germinación de nueve Ecotipos de Orégano Bajo Condiciones de Laboratorio.

Ecotipos	IVE		IVG	
E1	7.9	B	2.4	C
E2	4.3	D	1.4	DE
E3	6.1	C	1.9	CD
E4	2.3	E	0.9	E
E5	10.9	A	9.3	A B
E6	11.4	A	9.9	A
E7	10.9	A	9.5	A B
E8	11.0	A	9.8	A
E9	10.9	A	8.9	B

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS 0.05 de probabilidad)

Con respecto a los tratamientos utilizados de acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias significativos ($p \leq 0.01$); (Cuadro 4.5), para los índice de velocidad de emergencia y de germinación los tres tratamientos resultaron muy similar numéricamente el testigo fue mayor un

valor de 8.6, mientras que en los tratamientos con AG_3 se tuvieron valores de 8.5 y 8.1 para IVE y para el índice de velocidad de germinación se obtuvieron los siguientes resultados el testigo obtuvo un valor de 6.1 mientras que los tratamientos con AG_3 resultaron con valores de 5.9 a 6.

Interacción de ecotipos por tratamientos

La variable índice de velocidad de emergencia como se puede observar en la Figura 4.6. el tratamiento de AG_3 a 500 ppm presentaron los mejores resultados en los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 con valores de 11.13 a 11.79 % de germinación, seguido por E1, E2 y E3 con valores de 6.11 a 3.20 y el ultimo ecotipo fue la E4 con un valor de 0.77 %, seguido por el tratamiento (testigo). Los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 también tuvieron resultados altos con valores de 11.42 a 10.19 %, seguidos por los ecotipos E1, E2 y E3 con valores de 8.32 a 5.65 %. El ecotipo que presento menor porcentaje fue la de E4 con un valor de 3 %.

En el caso del tratamiento de AG_3 a 1000 ppm los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9, presentaron valores de 11.57 a 10.65 % como los mejores ecotipos para este tratamiento, seguido por el ecotipo E1 con un valor de 9.28 % y en el último grupo entran los ecotipos por E2, E3 y E4 con valores de 6.52 al 3 %.

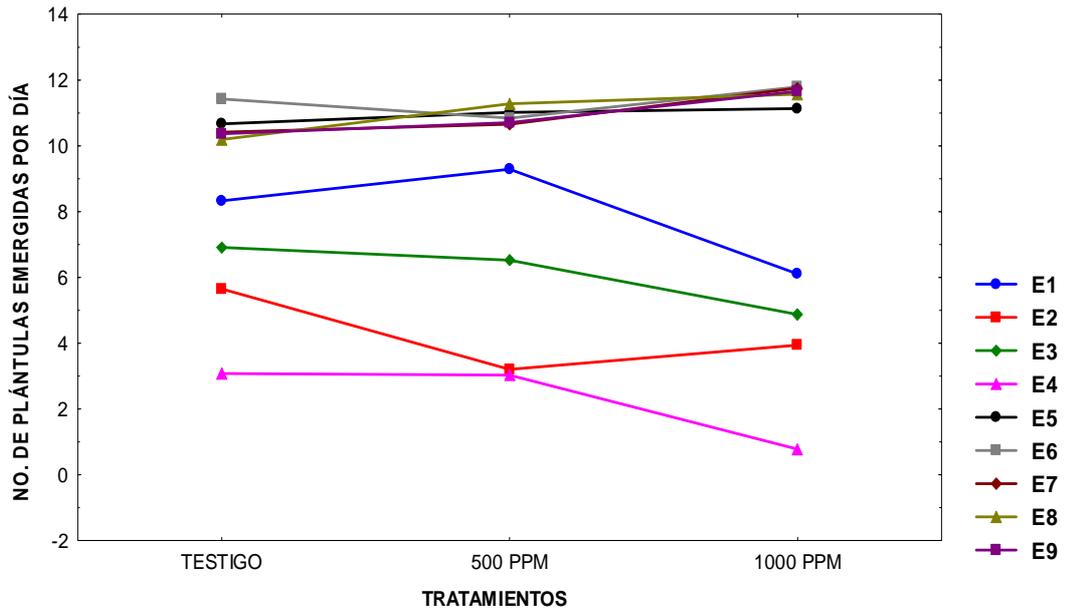


Figura 4.6 Respuesta de la prueba de germinación para determinar el índice de velocidad de emergencia de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.

Para la variable índice de velocidad de germinación el tratamiento de AG₃ a 500 ppm generó mejores resultados en los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 con valores de 10.3 a 9.2 % plántulas normales por día y de mayor vigor, seguido por los ecotipos de Coahuila E1, E2, E3 y E4 con valores de 2.04 a 0.36 %; seguido por el testigo en donde entran los ecotipos E5, E6, E7, E8 y E9 con valores de 10.3 a 8.4 %, seguido por los ecotipos E1, E2, E3 y E4 con un 2.5 a 1.3 % de germinación y en cuanto al tratamiento de AG₃ a 1000 ppm los mejores ecotipos fueron E5, E6, E7, E8 y E9 con valores de 10.1 a 9.2 % mientras que los demás ecotipos E1, E2, E3 y E4 presentaron valores entre un 2.8 a 1.2 % de germinación (Figura 4.7).

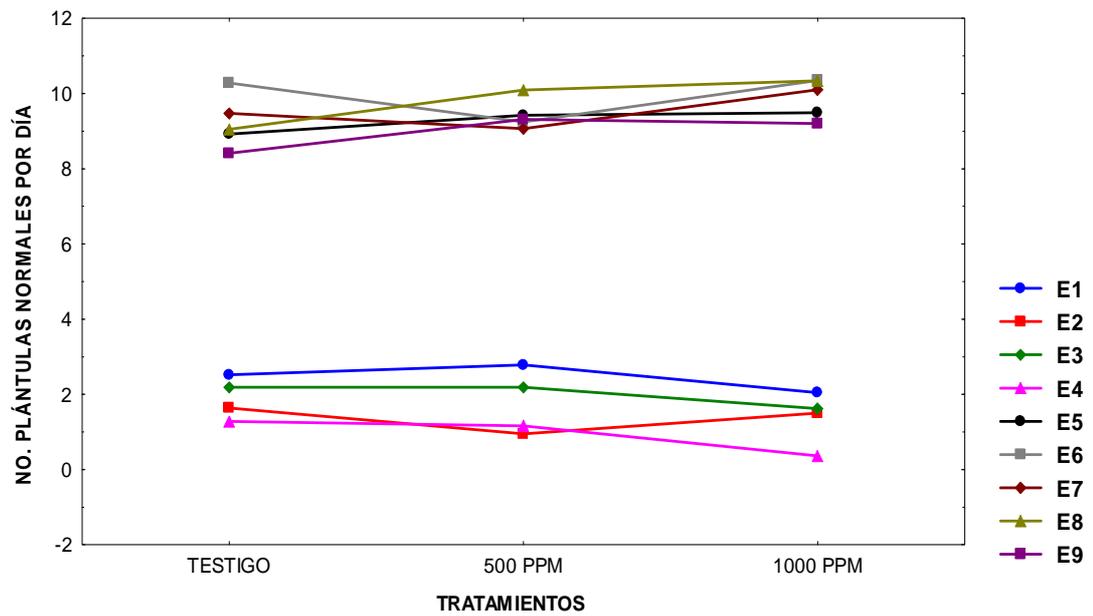


Figura 4.7 Respuesta de la prueba de germinación para determinar el índice de velocidad de germinación de nueve ecotipos de semillas de orégano bajo condiciones de laboratorio.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo al analizar los resultados obtenidos se concluye que:

- Los Ecotipos provenientes de los estados de Chihuahua y Durango tuvieron el mayor porcentaje de viabilidad y germinación al no tener un grado de deterioro avanzado como fueron los de Coahuila.
- La prueba de viabilidad con 2, 3, 5 Trifenil cloruro de tetrazolio permitió determinar al ecotipo AN5 (E5) como el de mayor viabilidad y al ecotipo INIFAP3 (E3) con mayor grado de deterioro por obtener la menor viabilidad.
- Se confirmó el grado de deterioro de las semillas INIFAP1, INIFA2, INIFAP3 y INIFAP4 procedentes de Coahuila al obtener mayor número de plántulas anormales y semillas sin germinar en la prueba de germinación.
- El mejor tratamiento para promover la germinación de la semilla para los ecotipos recién cosechados AN5, AN6, AN7, AN8 y AN9 procedentes de Chihuahua y Durango fue el ácido giberélico a 500 ppm al obtener el mayor vigor mediante el índice de velocidad de germinación y emergencia.
- Para una evaluación posterior es recomendable que los materiales a estudiar sean de la misma fecha de producción para evaluar con mayor confiabilidad los tratamientos, ya que esto puede causar una desventaja en los materiales deteriorados y enmascarar los efectos reales de los tratamientos.

LITERATURA CITADA

Association of Oficial Seed Analysts (AOSA) 1992. Seedling evaluation handbook contribution No 35. The handbook of oficial seed United States of America, 80p.

Arias M., J. A. 2004. Desarrollo tecnológico para la producción de Orégano (*Lippia berlandieri* Scheuer) bajo condiciones de riego en Guanajuato. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.

Bautista, P., J; Hernández, R., A y Arias, M., C. E. 1990. Características de la germinación de orégano (*Lippia graveolens*) de cuatro diferentes procedencias del altiplano y zona media Potosinas. Primera Reunión Nacional Sobre Orégano. Bermejillo, Durango., México.

Bartolini, R. 1989. El maíz. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 279 pp.

Barrie, A. M. M. and Drenan, D. S. H. 1971. The effect of hydration – dehydration on seed germination. New Phytol. 79: 135-142. U. S. A.

Besnier R., F. 1988. Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi-prensa Castelló, 37. 28,001 Madrid.

Bustamante, G. L. A. 1995. Pruebas de germinación y vigor en semillas y sus aplicaciones. Curso de actualización sobre tecnología de semillas. Memoria Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Cabazos D., J. R. 1991. Características ecológicas y producción de orégano (*Lippia berladieri* Schuauer) en poblaciones naturales. En: estado actual del conocimiento sobre orégano en México. URUZA-UACH. Bermejillo, Durango., México.

- Carol D. y Colín S. 1992. Las semillas y sus usos. A. G. T. Editor. México, D. F. 188 p.
- Comisión Nacional Forestal. (CONAFOR 2007). Orégano mexicano: oro vegetal del desierto. Revista electrónica. Disponible en:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv15art2.pdf>
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. pp. 63-75. USA
- Cristóbal, H., C. 2009. Evaluación de la producción de biomasa por efecto aplicación exógeno de cobre (Cu) y hierro (Fe) en orégano mexicano (*Lippia graveolens*). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Cronquist A. 1984. Botánica básica. Segunda edición. CECSA. México, D. F. 573 pp.
- De la Cruz S., E. 1997. Efecto del tamaño de partícula y métodos de extracción de aceite de orégano. Seminario. Escuela de ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad Juárez del estado de Durango. Gómez Palacios, Dgo., México.
- Delouche, J. C. 1986. Physiological seed quality. Shot course for seedmen, Mississippi States University. Vol.27, p.55-59.
- Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. © 1993-1999 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. Microsoft Licensing Inc.
- Escamilla, S., J; Meléndez, G., R y Mata, G., R. 1990. El acondicionamiento osmótico como una alternativa para acelerar la germinación de

semillas de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer). Primera Reunión Nacional Sobre Orégano. Bermejillo, Durango., México.

Fuentes, F., V. V; Rodríguez, M., N. N y Rodríguez, F., C. 1998. Acerca de la propagación de orégano cimarrón (*Ocimum gratissimum* L.). Artículos originales del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". La Habana, Cuba.

García, H., M. L. 2007. La explotación de Orégano (*Lippia graveolens*) en el municipio de Atarjea, Guanajuato. Memoria de experiencias profesionales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Huerta, C. 2006. Orégano mexicano: oro vegetal. CONABIO. Biodiversitas 15:8-13. Disponible en:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv15art2.pdf>

International Seed Testing Association (ISTA). 2009. International Rules for Seed Testing. Seed Vigour Testing. Chapter 15.

Martínez, D., M. 1993. Guía de aprovechamiento de orégano (*Lippia berlandieri schauer*) en la zona norte de Jalisco. Folleto técnico No 4. INIFAP. SARH. Guadalajara, Jalisco, México. 16p.

Maldonado, R., J. A. 1998. El orégano Silvestre en México. Monografía Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila., México.

Meléndez, G., R; Ortega, R., S. A. y Peña, R., R. 1991. Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. Documentos presentados en la Primera Reunión Nacional Sobre Orégano. Bermejillo, Durango, México. 25-27de Junio de 1990.

- Mc Donald Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. Proc. of official seed analyst. Vol. 65: 117-122. U. S. A.
- Miranda F. 1984. Vigor y pruebas de vigor de semillas. Conferencia VIII. Curso de Postgrado en Tecnología de Semillas. CIAT, Cali, Colombia. 18 pp.
- Moreno, M., E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad universitaria. México, D.F.
- Ortega, N., M. M; McCaughey, E., D; Robles, B., M. R; Borboa, F., J y Corella, R., A. 2007. Material Vegetal, Germinación y Aspectos Agronómicos del orégano (*Lippia palmeri* W.) Tercera Reunión Nacional Sobre Orégano. Saltillo, Coahuila, México.
- Perreti, A. 1994. Manual para el análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281p.
- Quintana C. M., 1992. Tamaño y Forma de Semilla de Maíz (*Zea mays* L.) y su Relación con Calidad Física y Fisiológica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Reyes, C., J. y Ortega R., S. A. 2002. Aprovechamiento, manejo y cultivo del orégano en la región lagunera. Folleto para productores. No 6. Matamoros, Coahuila., México.
- Ruiz, T., N A y Lira, S., R H. 2008. Tecnologías Sustentables en Semillas. Primera edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Saucedo, V., Z. C. 2009. Determinación del efecto de cloruro de sodio en la germinación de semillas de orégano mexicano (*Lippia graveolens*).

Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Sayers; R. 1982. Pruebas de Germinación y vigor. En: Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN, México. 129-136 p.

Silva, V., R. 1999. El orégano como una alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas. Folleto para productores. No 11. Saltaices, Chihuahua., México.

Silva, V., R. 2004. El orégano (*Lippia berlandieri* Schuauer) como una alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto para productores. Saltaices, Chihuahua., México.

Torres, T., M. A. 2005a. Manual de prácticas de control de calidad. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Torres, T., M. A. 2005b. Prueba de germinación de semillas de orégano. Centro de Capacitación y Desarrollo Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Vázquez, V. M. J. 2005. Diseño conceptual de una maquina limpiadora de orégano. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo., Coahuila. México.