

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Efecto de la aplicación de extractos de siete especies vegetales del
semidesierto mexicano como reguladores del crecimiento.**

POR:

ELVA LILIANA ROJAS SÁNCHEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre de 2010.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Efecto de la aplicación de extractos de siete especies vegetales del semidesierto
mexicano como reguladores del crecimiento.**

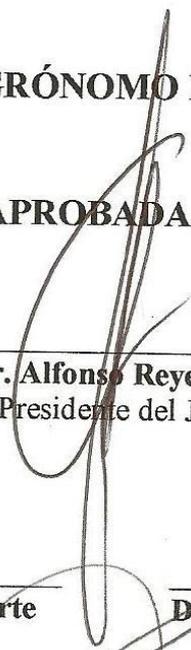
PRESENTADA POR:

ELVA LILIANA ROJAS SÁNCHEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

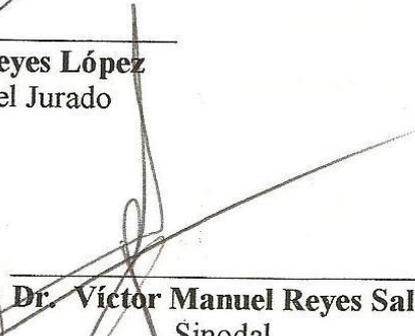
APROBADA POR:



Dr. Alfonso Reyes López
Presidente del Jurado



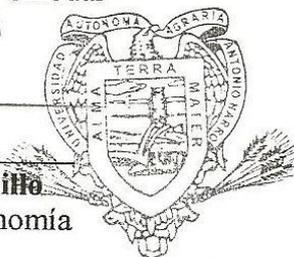
M.C. Alfonso Rojas Duarte
Sinodal



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Sinodal



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



Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre de 2010.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

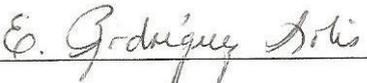
**Efecto de la aplicación de extractos de siete especies vegetales del semidesierto
mexicano como reguladores del crecimiento.**

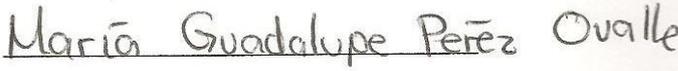
PRESENTADA POR:

ELVA LILIANA ROJAS SÁNCHEZ

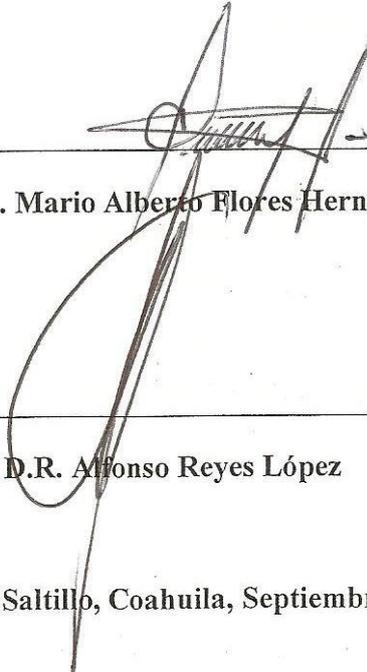
TESIS

Con la colaboración técnica de:


M.C. Evangelina Rodríguez Solís


T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle


Técnico. Mario Alberto Flores Hernández


D.R. Alfonso Reyes López

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Septiembre de 2010.

DEDICATORIA

Con todo mi amor, respeto y admiración:

A mi madre: Sra. **Consuelo Sánchez Estrada** por su apoyo incondicional, constancia y dedicación que a pesar de la distancia siempre estuvo cerca de mi, gracias mamita querida, por creer en mi y brindarme tu cariño y confianza durante toda mi carrera para poder seguir adelante y cumplir mis sueños y metas, gracias por tu sacrificio, por tu apoyo económico y moral ya que todo eso logro convertirme en una mujer de bien, útil a la sociedad por todo eso y más gracias mamita querida.

A mi hermano.

Antonio de Jesús Rojas Sánchez, por su apoyo y por ser mi motivo de inspiración para seguir superándome día con día, a ti hermanito gracias por estar ahí cerca de mí.

A mis abuelos: **Sra. Jesús Estrada Patricio y Sr. Antonio Sánchez Estrada** por su apoyo, buenos consejos y bendiciones que me brindaron durante toda mi carrera, gracias los quiero mucho.

A mi mejor amiga **Ileana Patricia Barboza Rivera** por brindarme su apoyo, buenos consejos por ayudarme en la terminación de esta tesis, por continuar apoyándome día con día en las decisiones que tomo y por caminar a mi lado en los buenos y malos momentos. Gracias por tu apoyo owa.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme terminar mi carrera, estando a mi lado en todo momento y por su gran amor hacia mi, le doy gracias al señor por la vida misma.

A mi Alma Terra Mater, gracias por abrirme sus puertas y permitir que yo cumpliera mi meta y por haberme forjado como profesionista y porque en ella viví la mejor etapa de mi vida.

A la empresa GBS GLOBAL S.A. DE C.V. por su apoyo en la elaboración de esta tesis.

Agradezco al Dr. Alfonso Reyes López. por dedicar parte de su tiempo para la realización de este trabajo y por su valiosa asesoría y su gentil aportación y constancia en la elaboración de este trabajo.

Al Mc. Alfonso Rojas Duarte, por su ayuda y acertadas recomendaciones, aportadas en la realización y redacción en el satisfactorio desarrollo de este trabajo.

M.C. Evangelina Rodríguez Solís, por su apoyo y tiempo en la revisión de literatura.

Gracias a ti Ileana por estar siempre a mi lado apoyándome, y diciéndome día a día que podía lograrlo, por estar ahí en las buenas y en las malas, que dios te llene de bendiciones.

Gracias a mis amigas del futbol: Lola, Chaparrita, Juanita, a las inseparables Jessica y Pamela, a Cristal y a todas las que formaron parte del equipo representativo de la Universidad.

Gracias a mis grandes amigas: Eli, Monse, Conchis, Abby, Esme y Brenda y claro cómo olvidar a mi gran amigo Nahum.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
INDICE DE CUADROS	X
INDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Justificación.....	4
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Reguladores del crecimiento.....	5
2.1.1 Origen.....	5
2.2 Fitorreguladores y hormonas del crecimiento.....	5
2.2.1 Fitorreguladores.....	5
2.2.2 Hormonas de crecimiento.....	6
2.3 Clasificación de los fitorreguladores.....	7
2.4 Grupos hormonales.....	7
2.4.1 Auxinas.....	7
2.4.1.1 Efectos fisiológicos.....	8
2.4.2 Giberelinas.....	8
2.4.2.1 Efectos fisiológicos.....	9
2.4.3 Citocininas.....	11
2.4.3.1 Efectos fisiológicos.....	11

	Pág.
2.4.4 Etileno.....	12
2.4.4.1 Efectos fisiológicos.....	12
2.4.5 Abscisinas.....	13
2.4.5.1 Efectos fisiológicos.....	13
2.4.6 Citoquininas.....	14
2.4.6.1 Efectos fisiológicos.....	14
2.5 Cuidados generales en el uso de fitorreguladores.....	14
2.6 Especies bajo estudio.....	15
2.6.1 Gobernadora (<i>Larrea Tridentata</i>).....	15
2.6.1.1 Clasificación taxonómica.....	15
2.6.1.2 Descripción botánica.....	16
2.6.1.3 Composición química.....	16
2.6.1.4 Usos.....	18
2.6.2 Hojasen (<i>Flourensia Cernua</i>).....	18
2.6.2.1 Clasificación taxonómica.....	18
2.6.2.2 Descripción botánica.....	19
2.6.2.3 Composición química.....	19
2.6.2.4 Usos.....	19
2.6.3 Ruezno (<i>Carya Iliinoensis</i>).....	20
2.6.3.1 Clasificación taxonómica.....	20
2.6.3.2 Descripción botánica.....	20
2.6.3.3 Composición química.....	21
2.6.3.4 Usos.....	21
2.6.4 <i>Yucca</i> (<i>Yucca Spp.</i>).....	21
2.6.4.1 Clasificación taxonómica.....	22
2.6.4.2 Descripción botánica.....	22

	Pág.
2.6.4.3 Composición química.....	22
2.6.4.4 Usos.....	22
2.6.5 Orégano (<i>Lippia Graveolens</i>).....	23
2.6.5.1 Clasificación taxonómica.....	23
2.6.5.2 Descripción botánica.....	23
2.6.5.3 Composición química.....	24
2.6.5.4 Usos.....	24
2.6.6. Lechuguilla (<i>Agave Spp.</i>).....	25
2.6.6.1 Clasificación taxonómica.....	25
2.6.6.2 Descripción botánica.....	26
2.6.6.3 Composición química.....	26
2.6.6.4 Usos.....	27
2.6.7. Nopal (<i>Opuntia Spp.</i>).....	27
2.6.7.1 Clasificación taxonómica.....	28
2.6.7.2 Descripción botánica.....	28
2.6.7.3 Composición química.....	28
2.6.7.4 Usos.....	28
CAPÍTULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Ubicación del área experimental.....	29
3.2 Localización geográfica.....	29
3.3 Material utilizado.....	29
3.4 Reactivos.....	30
3.5 Especies vegetales utilizadas.....	30
3.6 Agentes extractantes utilizados.....	31
3.7 Material genético.....	31

	Pág.
3.8 Tratamientos y dosis.....	31
3.9 Diseño experimental.....	33
3.10 Descripción de actividades.....	33
3.10.1 Evaluación de actividad giberelínica.....	33
3.10.1.1 Procedimiento.....	33
3.10.2 Evaluación de actividad auxínica.....	34
3.10.2.1 Procedimiento.....	34
3.10.3 Evaluación de actividad citocinínica.....	35
3.10.3.1 Procedimiento.....	36
3.11 Variables a evaluar.....	36
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.1 Longitud del hipocótilo de lechuga.....	37
4.2 Longitud del coleóptilo de trigo.....	39
4.3 Porcentaje de absorbancia de cotiledón de amaranto.....	41
CAPÍTULO V.....	43
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
CAPÍTULO VI.....	45
LITERATURA CITADA.....	45
APENDICE.....	49

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1 Constituyentes Fitoquímicos de <i>Larrea tridentata</i>	17
Cuadro 2.2 Composición química del fruto de <i>Carya ilinoensis</i>	21
Cuadro 2.3 Componentes químicos del aceite esencial de orégano que determinan su calidad comercial.....	24
Cuadro 2.4 Composición fisicoquímica de lechuguilla.....	26
Cuadro 3.1 Especies vegetales utilizadas como fuente de fitomoléculas...	30
Cuadro 3.2 Tratamientos y dosis utilizadas para la identificación de auxinas, giberelinas y citocininas.....	32
Cuadro A.1 Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en la elongación del hipocótilo de lechuga y presencia de giberelinas.....	49
Cuadro A.2 Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en la elongación del coleóptilo de trigo y presencia de auxinas.....	51
Cuadro A.3 Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en el por ciento de absorbancia del cotiledón de amaranto y presencia de citocininas.....	53

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1 Elongación del hipocótilo de lechuga de los extractos evaluados...	38
Figura 4.2 Elongación del coleóptilo de trigo de los extractos evaluados.....	40
Figura 4.3 Porciento de absorbancia del cotiledón de amaranto de los extractos evaluados.....	42

RESUMEN

Los reguladores vegetales se definen como compuestos orgánicos que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de una u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal, y difieren de los nutrientes en que estos son materiales que proporcionan energía o elementos minerales esenciales a los vegetales.

El presente experimento es un estudio de la presencia de fitorreguladores en extractos de siete especies vegetales del desierto así como de cuatro diferentes agentes extractantes, y se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos y fisiología vegetal en las instalaciones de la universidad (UAAAN), durante el periodo comprendido de Agosto 2009 – Mayo 2010.

En esta investigación, se evaluaron los extractos en sus diferentes presentaciones de acuerdo a los agentes extractantes, por lo que se tienen siete especies bajo estudio (hojasén, orégano, yuca, nopal, gobernadora, nogal y lechuguilla) y cuatro agentes extractantes (agua, alcohol etílico, manteca de cacao y lanolina) y el tipo de bioensayo a efectuar (giberelinas, auxinas y citoquininas), las anteriores combinaciones dan un total de 75 determinaciones.

En cada determinación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones en el que cada repetición estaba constituido por 7 plántulas, por lo que se contaba con 21 plántulas para cada evaluación, siendo la unidad experimental una plántula, el paquete estadístico utilizado es el desarrollado por la Universidad Autónoma de Nuevo León, utilizándose para la comparación de medias y la diferencia mínima significativa al 95 % de probabilidad.

La metodología de análisis de estos fitorreguladores fue por medio de los bioensayos del hipocótilo de lechuga (*Lactuca sativa* c.v. Grandes Lagos), (giberelinas 3), del trigo (*Triticum aestivum* L.) (auxinas) y de citoquininas amaranto (*Amaranthus hybridus* L.).

En la siguiente investigación se comprobó que existe actividad antigiberelica en los extractos de gobernadora y lechuguilla por lo que esta

cualidad puede utilizarse en estudios de inducción y diferenciación floral en cultivos agronómicos.

Se detectó presencia de giberelinas en los extractos de nogal con alcohol etílico, yuca con agua, orégano con agua y nopal con lanolina y alcohol etílico.

En el caso de las citocininas se encontró presencia clara en nopal con manteca de cacao, nopal con etanol y nopal infusión lanolina.

Para el caso de las auxinas se presentó presencia en hojásén con alcohol etílico, nogal con manteca de cacao y alcohol etílico, yuca en agua, orégano con manteca de cacao y lechuguilla con agua.

Palabras claves: Reguladores del crecimiento, hojásén (*Flourensia Cernua*), orégano (*Lippia graveolens*), yuca (*Yuca filifera*), nopal (*Opuntia ficus indica*), gobernadora (*Larrea tridentata*), nogal (*Carya illinoensis*) y lechuguilla (*Agave lechuguilla*)

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Las hormonas de las plantas (o fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción.

El termino hormona, empleado correctamente, se aplica en exclusiva a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el termino regulador no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas.

A través del tiempo la necesidad de producir alimentos para una población en constante crecimiento, ha obligado al hombre a buscar nuevos e importantes avances en la tecnificación agrícola. Le corresponde al mismo, buscar soluciones donde utilizando una menor superficie, tenga capacidad y logre aumentar la producción tanto en cantidad como en calidad, para que así contribuya a generar progreso y un mejor nivel de vida que ayude a la vez, a solucionar el problema de la escasez de alimentos. (Valadez, 1998).

Una alternativa al uso de agroquímicos es la aplicación de productos orgánicos, los cuales se degradan más rápidamente, ya que pueden ser asimilados por la planta y otros microorganismos del suelo por lo que no afectan al medio ambiente, incluso pueden promover que la misma planta produzca sustancias inductoras de resistencia a enfermedades como las fitoalexinas (Mendoza, 1989; Vivanco *et al.*, 2005), así como las sustancias inductoras de crecimiento y calidad de fruto (Solís, 2002).

La agricultura orgánica es de gran importancia en la economía nacional, actualmente se cultivan más de 30 productos orgánicos, cubre más de 54,000 has. Certificadas bajo un esquema de producción sostenible, además genera al año más de 70 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos y mayores ingresos, principalmente para los pequeños productores.

1.1 JUSTIFICACION

El cambio climático mundial ha traído consecuencias graves, a causa de los usos extremos de sustancias químicas (plaguicidas, insecticidas, fertilizantes, herbicidas, etc.) la cual ha provocado el deterioro de alimentos, aguas contaminadas, animales con poco desarrollo. Así mismo en el ser humano se ha incrementado el número de enfermedades agudas e incluso hasta ocasionar muertes, es por ello que se hace necesario encontrar formas amigables con el ambiente por ello se buscan alternativas menos contaminantes que contribuyan a la producción agrícola, en la actualidad se ha implementado y desarrollado productos orgánicos que reducen niveles de toxicidad del cuerpo.

1.2 OBJETIVO

Determinar la presencia de reguladores del crecimiento vegetal en extractos de siete plantas originarias del desierto que fueron obtenidos a partir de cuatro agentes extractantes.

1.3 HIPÓTESIS

Al menos un extracto tendrá reguladores del crecimiento que sirvan en la producción agrícola de forma amigable con el ambiente.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Reguladores del crecimiento

2.1.1 Origen.

Devlin (1982), nombra que la mayoría, si no la totalidad de la actividad fisiológica de las plantas está regulada por un conjunto de sustancias químicas llamadas hormonas. La presencia en las plantas de hormonas reguladores del crecimiento fue sugerida por primera vez por Julios Von Sachs en la segunda mitad del siglo XIX, cuando indicó que debían existir en las plantas “sustancias formadoras de órganos” que debían ser producidas en las hojas y transportadas hacia abajo al resto de la planta.

Went (1968), citado por Weaver (1976), hizo hace muchos años una famosa aseveración: “Ohne wuchtoff Kern wachstum” (sin sustancias de crecimiento no hay crecimiento) enunció que los reguladores de crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

Bidweel (1985), citado por Davies (2003), menciona que las sustancias de crecimiento son extraídas de los tejidos vegetales y las sustancias sintéticas con efectos reguladores no pueden ser llamadas hormonas; por lo tanto debe utilizarse el término “regulador del crecimiento vegetal o fitorreguladores”. Por lo tanto los define como sustancias mensajeras activas a muy bajas concentraciones (en su mayoría); siendo los lugares de síntesis y de acción y en algunos casos activos en el mismo lugar de su formulación.

2.2 Fitorreguladores y hormonas del crecimiento

2.2.1 Fitorreguladores.

Fitorreguladores: son compuestos orgánicos que actúan en muy pequeñas cantidades en las plantas. Inhiben, promueven o modifican algunos procesos

fisiológicos. Por lo tanto la utilización razonable de los fitorreguladores no consiste en sustancias para lograr un desarrollo forzado en los cultivos, sino para restablecer la fisiología normal de la misma, cuando por desviaciones climáticas la planta no sintetiza las hormonas naturales (Jankiewicz, 2003).

Rojas y Rovalo (1985), definen a un fitorregulador como un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo de las plantas y que actúan en muy pequeñas concentraciones para activar o deprimir algunos procesos del desarrollo. Estos suelen ser naturales, si los produce la propia planta, o sintéticos si no lo es así. Pueden ser endógenos, si se producen en la planta misma, o exógenos, si se aplican externamente.

El fitorregulador (regulador de crecimiento) es un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo, que actúa en muy bajas concentraciones para activar o deprimir algún proceso en el desarrollo. Estos pueden ser:

- Naturales. Producidos por la planta
- Sintéticos. Producidos químicamente

Las fitohormonas tienen la propiedad de acelerar la formación de raíces mediante el aumento de la velocidad de la división celular. Tienen efectos también en el desarrollo de las yemas vegetativas, puesto que las fitohormonas se encuentran inmediatamente debajo del ápice se desarrollen, fenómeno que se conocen como dominancia apical.

2.2.2 Hormonas de crecimiento.

Las hormonas vegetales o fitohormonas son moléculas que actúan sobre el sistema genético (DNA y RNA), reprimiendo o no los genes que, a su vez, sintetizan moléculas que aceleran o inhiben aspectos del desarrollo. Así actúan auxinas, citocininas, giberelinas, abscisinas y etileno, hoy en día se estudian poliaminas, brasinoesteroides y otros grupos (Rojas, 2001).

Baldovinos (1968), considera a las fitohormonas juntamente con la acción de los nutrientes, de la fotosíntesis, de la respiración y de la absorción del agua por los distintos tejidos que contribuyen a la planta, tienen que ser con el crecimiento de las plantas.

2.3 Clasificación de los fitorreguladores

La Sociedad Americana de Fisiología Vegetal citado por Suquilanda (2003), define a las hormonas vegetales o fitohormonas como: fitorreguladores del desarrollo que es producido por las plantas y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, pudiendo desplazarse desde su centro de producción a los lugares de acción. Hay 5 grupos hormonales: auxinas, giberelinas y citocininas (considerados activadores), abscisinas (Inhibidores) y etileno.

Cada hormona desempeña una función diferente. En la práctica existen productos hormonales propios para estimular el enraizamiento, la floración, etc. (Rojas y Ramírez, 1987).

2.4 Grupos hormonales

2.4.1 Auxinas

El nombre de auxina significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. (González *et al.*, 1999).

Las auxinas frecuentemente fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos celulares a las raíces. Las auxinas son muy efectivas en iniciar la formación de raíces de varias especies vegetales, esta respuesta fue basada de la primera aplicación en la agricultura de sustancias de crecimiento (Weaver, 1976, Rappaport, 1982).

La auxina a bajas concentraciones produce una aceleración de la respiración que repercute en un intenso metabolismo. Concentraciones que pasan del óptimo deprimen estos procesos (Jankiewicz, 2003).

Thiman (1937), menciona que las yemas laterales eran más sensibles que los tallos a la auxina y que la concentración de auxinas, que estimula el crecimiento del tallo es inhibitorio para el crecimiento de las yemas laterales. Al inhibirse la dominancia apical (con auxinas), a menudo deja la planta esta dramáticamente influenciada por el suministro de auxinas (Rappaport, 1982).

Las auxinas hacen aumentar con frecuencia el amarre de frutos sobre todo en especies de mucha semilla, como los pimientos y las cucurbitáceas. La

aplicación de auxinas provoca con frecuencia la dominancia apical. (Weaver, 1984).

En algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidor y en un tercer caso actúa como participante necesario en la actividad de crecimiento de otro tipo de hormonas (Jankiewicz, 2003).

2.4.1.2 Efectos fisiológicos

González *et al.* (1999), dice que la auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos, como:

- La promoción del crecimiento y diferenciación celular y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta.
- Estimulación del crecimiento y maduración de los frutos.
- Floración, senectud y geotropismo.
- Retraso en la caída de las hojas, flores y frutos jóvenes y la dominancia apical.
- La auxina es dirigida a la zona oscura de la planta lo que ocasiona que las células de esa zona crezcan más en relación a las células que se encuentran en la zona clara de la planta. Esto produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz movimiento que se conoce como fototropismo.

2.4.2 Giberelinas

Se denomina giberelina a un grupo de hormonas que son capaces de estimular el alargamiento del tallo o la división celular o ambos casos en las plantas, pero su eficiencia relativa varía enormemente (Donald, 1971). Las giberelinas son fitohormonas, caracterizadas en su estructura química por poseer un esqueleto de gibana y en su acción biológica por una fuerte activación del crecimiento en determinados mutantes enanos. Las giberelinas son sustancias estables y de rápida distribución por el floema, junto con otros compuestos del fotosintetizado. Son sintetizadas en el ápice del tallo y hojas jóvenes, moviéndose

en forma vasipeta, pero pueden transportarse hacia el ápice. Sin embargo, hay evidencia de que también son sintetizadas en la raíz, al menos en algunas plantas, pues están presentes en la savia que secretan las plantas cuyo tallo es cortado (Jankiewicz, 2003).

Las giberelinas se encuentran en forma libre o bien ligadas a otras sustancias, sobre todo a azúcares, tales como: glucósidos y probablemente proteínas. A menudo se encuentran en cantidades abundantes en regiones jóvenes, tales como puntos de crecimiento y hojas jóvenes en proceso de expansión y algunos estudios que es ahí donde se sintetizan. A menudo se encuentran también cantidades muy grandes en semillas en proceso de desarrollo. Algunas giberelinas seguramente se mueven muy libremente en la planta (por ejemplo, están presentes en la savia del xilema que asciende de las raíces) pero, en algunos casos parecen muy localizados (Human, 1965).

2.4.2.1 Efectos fisiológicos

Actualmente existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9. Mientras que algunos efectos de estas sobre las plantas son:

- La sustitución de las necesidades de frío o de fotoperiodos largos requeridas por muchas especies para su floración.
- La inducción de la partenocarpia en algunas especies de frutos.
- El retraso de la maduración de frutos (cítricos).
- La estimulación en la síntesis de RNA m (RNA mensajero).
- La inducción a la brotación de yemas
- La interrupción en el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizar las reservas en azúcares.
- La germinación en semilla de cebada en la elaboración de cerveza
- La inducción del alargamiento de entrenudos de tallos.

Induce la producción de amilasa que pone la energía a disposición de la célula. Actúa sobre el enanismo al producir un crecimiento normal de las plantas genéticamente enanas e incluso de especies cuyo desarrollo natural del tallo hace que nunca pase del estado de roseta, como la col, pues el tratamiento con giberelina alarga los entrenudos y rompe su hábito de roseta.

Macleud y Millar (1962), mencionan que las giberelinas pueden provocar la elongación, mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares (Weaver, 1976). Produce mayor germinación en semillas (Bioenzimas, 1985). Estimula la división celular (Rappaport, 1982)

Se menciona que el efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas, es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal. (Stowe y Yamaki, 1959).

La aplicación de giberelinas o citocininas en bajas concentraciones a las raíces de las plantas (tomate) se produce un constante y sustancial incremento en la fotosíntesis y aun más rápido crecimiento de la planta. Esto es importante debido a que produce aceleración del grado de crecimiento de los primeros estados del desarrollo con el cual nos hace obtener la máxima área foliar antes de lo normal. En combinación con esto, al aumentar la eficiencia de la fotosíntesis, a su vez, aumenta la producción significativamente (Arteca, 1984).

Radley (1956), demostró la presencia de giberelinas en las plantas superiores, fue capaz de inducir altura en chicharos enanos dándoles un extracto de plantas de altura normal (Copeland, 1985). En los mecanismos de acción las giberelinas están estrechamente relacionadas con los esteroides, muchos de los cuales tienen fuertes efectos hormonales.

El ácido giberélico produce en el alargamiento de la célula del tallo un efecto similar al del ácido indolacético pero no idéntico, si el ácido giberélico se aplica primero, el ácido indolacético tiene un efecto estimulante del alargamiento, mayor de lo normal. Lang (1967), ha demostrado que el ácido giberélico estimula la división celular en el ápice del tallo. El ácido giberélico acelera la síntesis de RNA (Bidwell, 1979).

Una giberelina encontrada varias veces en plantas superiores y frecuentemente utilizadas en experimentos es el ácido giberélico. Aparte de este, actualmente se conocen más de 40 giberelinas. Generalmente se conocen más de una giberelina (Hulman, 1965).

2.4.3 Citocininas

Las citocininas son hormonas cuya acción típica es activar la división celular y retardar la senescencia de los órganos. Se trata de derivados de adenina, algunos de los cuales se han encontrado en forma natural en las plantas y otras son sintéticas (Rojas, 1976)

Lethan (1964), extrajo material de citocininas del endospermo del maíz, lo aisló en forma cristalina, nombrándolo "Zeatina". Este compuesto fue la primera citocinina natural que se aisló a partir de una planta superior (Weaver, 1976).

El descubrimiento de las citocininas impiden los efectos de varios inhibidores de crecimiento y germinación de las semillas (Khhan *et al*). 1964, Khan y Tolbert, 1965, Khan, 1967), indican que las citocininas pueden ser un prerrequisito para la germinación de algunas especies (Thomas, 1977).

2.4.3.1 Efectos fisiológicos

No se conoce bien la acción fundamental de la citocinina; se supone que se adhiere al RNA de transferencia y, en determinados sitios, provoca el funcionamiento de ciertos codones, controlando así la síntesis de algunas proteínas o enzimas. Otros autores postulan que tiene efecto sobre la síntesis de DNA (Skoog y Armstrong, 1975, citado por Rojas, 1976), y que está comprobado que induce actividad de las amilasas y proteasas y la síntesis de la tiamina y la auxina (Rojas, 1976).

Los efectos típicos fundamentales de la citocinina en la fisiología vegetal, son dos:

1. Producir una mayor actividad en ritmo de la mitosis celular.
2. Retardar el envejecimiento o senescencia de los órganos.

Estos efectos fundamentales determinan otros como son: indicio de iniciación del crecimiento en los tallos muchas especies; en efecto sobre el fenómeno de dominancia apical (Rojas, 1976).

Otros efectos generales de las Citoquininas en plantas incluyen:

- Estimulación de la germinación de semillas
- Estimulación de la formación de frutas sin semilla
- Ruptura del letargo de semillas
- Inducción de la formación de brotes
- Mejora de la floración
- Alteración en el crecimiento de frutos
- Ruptura de la dominancia apical. (González *et al.*, 1999).

2.4.4 Etileno

Es la hormona del crecimiento vegetal más simple. (Pratt y Goeschl, 1969). El etileno es también el único producto del grupo de compuestos volátiles que se produce en cantidades apreciables en los tejidos vegetales. El etileno se produce en gran cantidad en los tejidos de los frutos carnosos al madurar, pero también se ha comprobado su síntesis en el tallo y flores; se forma a partir del aminoácido metionina.

2.4.4.1 Efectos fisiológicos

Se sabe que el etileno actúa ligándose a receptores, este complejo puede funcionar como un arrancador al iniciar una serie de reacciones sin que el etileno sufra cambios posteriores, o bien, funcionar produciendo reactantes a partir de sus moléculas. No se postula interacción con los ácidos nucleicos, y en cambio, hay evidencias de una acción sobre la permeabilidad de las membranas y de su interacción con otras hormonas, principalmente auxinas.

El efecto más característico es promover la maduración de los frutos, lo que incluye el paso de almidones a azúcares en los frutos climatéricos y en

algunos no climatéricos como los cítricos. El etileno, en interacción con otras hormonas es un factor en la abscisión de hojas, flores y frutos, lo cual es síntoma de senescencia.

2.4.5 Las abscisinas

El ácido abscísico se encuentra en todos los órganos de la planta: los frutos, semillas y yemas jóvenes son ricas en él. Se ha detectado en la savia bruta y elaborada, suponiéndose que se transporta por el xilema y el floema (Zeevart, 1979).

Weaver (1996), menciona que este regulador, es un inhibidor del crecimiento celular y de la fotosíntesis, el ácido abscísico conocido anteriormente como dormina o abscisina, es un inhibidor del crecimiento natural presente en las plantas.

En ciertos aspectos el ácido abscísico es un antigiberélico pero no bloquea o inactiva el ácido giberélico, sino que actúa sobre los ácidos nucleicos probablemente a nivel de la transcripción. El ácido abscísico y el ácido giberélico parecen actuar el fitocromo, ya que adaptan la planta al cambio estacional a través del aviso del cambio en las horas de la luz del día. Hace tiempo el ácido abscísico se consideraba como un inhibidor del desarrollo y no un estimulante. Hoy se sabe que estimula procesos fisiológicos aparentemente negativos que aplican una suspensión del desarrollo pero que son del todo necesarios para la supervivencia de las plantas.

2.4.5.1 Efectos fisiológicos

Típicamente, el ácido abscísico promueve la abscisión o caída de las hojas, flores y frutos en interacción con otras hormonas. Otra característica de este ácido es inducir el letargo, pues el agregarlo a yemas de manzano *in vitro*, inhiben la apertura de la yema y el alargamiento del tallo (Signes y Powell, 1978).

El ácido abscísico es una hormona de estrés, y cuando las plantas sufren sequía la concentración de dicho ácido aumenta, como lo encontraron Hoad en 1973 en *Ricinus*, Lancaster *et al.* (1976) en *lipinus*, Larque y Wain (1974) en maíz y Liu *et al.* (1978) en vid.

2.4.5 Citoquininas

Por su parte, Gonzales *et al.* (1999), también establece que estas hormonas inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal se adoptó el término citoquininas en plantas.

2.4.5.1 Efectos fisiológicos

Weaver (1996), señala que son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular.

También provocan:

- La estimulación de la germinación de semilla, estimulación de la formación de frutos sin semilla y ruptura del letargo de semillas.
- Inducción de la formación de brotes y mejora de la floración.
- Alteración del crecimiento de frutos y rupturas de la dominancia apical.

2.5 Cuidados Generales en el uso de los fitorreguladores

El uso de los fitorreguladores se hace para restablecer el equilibrio hormonal y lograr un desarrollo normal de las plantas esto de acuerdo al efecto que vaya a tener con la misma, para ello debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- Que los fitorreguladores tienen acciones diversas en el desarrollo y no solo para aquel que deseamos regular, por lo que en ocasiones aparecen algunos indeseables.
- Que cada especie tiene un equilibrio hormonal específico por lo que no se pretenda asegurar efectos iguales de una u otra forma; en ocasiones habrán especies parecidas en las que quizás el efecto sea similar, siempre y cuando no sea de otra variedad.
- Los factores del medio (temperatura, edad de la planta, etc.) en donde los efectos pueden variar.

- Debe asegurarse que los efectos sean ventajosos (aclareo de flores, inducir el rendimiento floral o dejar que de forma normal realice sus procesos).
- Debe darse información veraz acerca del uso, dosificación y manejo de estos, recomendable siempre efectuar una prueba en pocas plantas ya que si el resultado no es benéfico, no deberá usarse para no causar daño irreparable.

2.6 Especies bajo estudio

2.6.1 Gobernadora (*Larrea Tridentata*)

La gobernadora es el nombre particular de un arbusto leñoso que crece ampliamente en el norte de México y la región Sureste de Estados Unidos. (Benson y Darrow, 1981).

En América se le conoce con diversos nombres, tales como arbusto de creosota, guamis, falsa alcaparra, hediondilla, háaxat, háajat y jarilla (Silva, 1980).

2.6.1.1 Clasificación taxonómica.

Reino: ---plantae

División: ----- Magnoliophyta (planta con flor)

Clase: -----Magnoliopsida (dicotiledóneas)

Orden: ----- Zygophyllales

Familia: -----Zygophyllaceae

Género: -----Larrea

Especie: -----tridentata

2.6.1.2 Descripción botánica.

La gobernadora (*Larrea tridentata*) es un arbusto muy ramificado que mide de 60 cm a 3 m de altura. Sus hojas están divididas en pequeñas hojuelas de aspecto similar al cuero y están cubiertas de pelillos y resina. Las flores son solitarias y de color amarillo; y sus frutos son globosos. Habita en climas seco, semiseco y templado. La gobernadora posee una gran gama de mecanismos de defensa físicos y químicos conferida gracias a la gran cantidad de compuestos fotoquímicos que posee.

2.6.1.3 Composición química.

El principal componente de la resina de gobernadora es el ácido Norhidroguaiaretico (NDGA), además de 19 flavonoides glicósidos, sapogeninas y ceras. El NDGA es un fuerte antioxidante, presentándose su mayor uso potencial en la elaboración de productos farmacéuticos, lubricantes y hule; se ha encontrado que a bajas concentraciones inhibe sistemas enzimáticos.

Se le ha descrito como un potente antimetabólico canceroso "in vitro"; y puede prevenir el enmohecimiento de metales y también puede ser usado como un revelador en fotografías. Con base en datos de la literatura generados por diversos autores Brinker (1994), concentró la información que se presenta en el Cuadro 1 relacionada con los constituyentes fitoquímicos de *L. tridentata*.

Una característica fitoquímica de *L. tridentata* es que produce una espesa resina que se acumula en sus hojas y tallos.

Barbour *et al.* (1977), reportaron que esa resina permite reducir la evapotranspiración de la gobernadora y también la protege contra los efectos de la radiación ultravioleta. Adicionalmente, *larrea* mostró ser la planta de zonas áridas con una mayor concentración de fitotoxinas en un muestreo realizado por Downum *et al.*, (1998).

Cuadro 2.1 Constituyentes Fitoquímicos de *Larrea tridentata*.

Porcentaje del peso seco	Tipo	Compuesto
16 – 21	Lignanós fenólicos	Acido Dihidroguaiarético
		Hemi – norisoguaiacín
		Acido nordihidroguaiarético
		Nordihidroguaiacín
5 – 7.5	Flavonoides	Apigenín
		Kaempferol
10 – 15	Saponinas	
	Triterpenos	Larreagenín A
		Acido Larreico
0.1 – 0.2	Volátiles	
	Monoterpenos	
	Hidrocarbonos 35	Alpha penene
		Delta – 3 – carene
		Limoneno
	Aromáticos	Benzaldheido
		Benzilacetato
		Benzilbutano
		Metil naftaleno
	Esteroides	Beta-sitosterol
		Colesterol
		Campesterol
	Taninos	
	Carbohidratos	Glucosa
		Sucrosa
		Alkil ésteres (C46-C56)
	Amino ácidos	Fenilalanina
		Isoleucina
Acido glutámico		
Acido aspartico		
Glicina		
Vitaminas		
	Caroteno	
	Vitamina C	
Minerales		
	Sodio	
	Potasio	
	Calcio	
	Magnesio	
	Hierro	
	Azufre	
Fosforo		

2.6.1.4 Usos.

Las hojas de Larrea también tiene propiedades antihervíboras, por lo que insectos y animales superiores como bovinos y caprinos evitan comerla (Rhoades, 1977). Los resultados obtenidos por lighfoot y Whitford (1987), permiten concluir que el NDGA y los productos químicos presentes en la resina total de Larrea tienen un efecto defensivo contra insectos hervívoros, aún y cuando se les aplique riego y fertilización a las plantas.

2.6.2 Hojasen (*Flourensia cernua*).

Hojasén, nombre común de *Flourensia cernua*, arbusto caducifolio, es propio de los desiertos de Chihuahua, sonora y Mojave, de los estados de Texas, Arizona y Nuevo México, al sur de los Estados Unidos, hasta los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y zacatecas, en el norte de México.

Se le conoce comúnmente de varias formas tales como: tarbush, hojase, american tarbush, black brush, varnish-brush y Hojasen (Benson y Darrow, 1981); Correl y Johnston, 1970; Gay y Cols., 1970; Vines, 1960). En México se le conoce como Hojasen, arbusto de alquitran y escobilla negra (Arredondo, 1981).

2.6.2.1 Clasificación taxonómica.

Reino: --- Plantae
División: ----Magnoliophyta
Clase: -----Magnoliopsida
Orden: -----Asterales
Familia: -----Asteraceae
Género: ----- Flourensia
Especie: -----Flourensia cernua

2.6.2.2 Descripción botánica.

Hojasén, nombre común de *Flourensia Cernua*, arbusto caducifolio, que pierde sus hojas desde enero hasta abril, de 1 a 2m de altura. Las hojas, ovadas y de 6 a 11.5 cm de longitud, tienen un sabor amargo. Presenta flores pequeñas, de color amarillo, que se reúnen en cabezuelas axilares; el fruto es un aquenio, algo aplanado lateralmente y provisto de pelos largos.

2.6.2.3 Composición química.

Los extractos de hojasén no solo contienen compuestos fungicidas o insecticidas, sino también compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otras plantas (Mata et. al., 2003)

Un análisis de calidad sobre esta planta dio como resultado aceite esencial en la proporción de 0.864 %, un glucósido de un 0.332 % y una resina (Vines, 1960; Beltrán, 1964).

En análisis químicos realizados por Jones y Earle., 1966, en semillas de Hojasen, encontraron un 16.2 % de proteína, 6.6% de aceite y un examen positivo de taninos. Así mismo, Wall y cols., 1961, encontraron escasa cantidad de alcaloides en las partes aéreas donde la planta, como lo son las hojas, ramas y flores.

2.6.2.4 Usos.

Actualmente los campesinos de nuestro país utilizan esta especie como remedio para problemas digestivos (Arredondo, 1981).

Soluciones de hojas de hojasén en concentraciones de 1000 ppm han demostrado propiedades fungicidas controlando un 100 % de especies como *Rhizoctonia Solani*, *Pytium sp.* Y *Fusarium oxysporum* por lo que tiene potencial como fungicida agrícola (Hossein y Maldonado, 1982).

2.6.3 Ruezno (*Carya ilinoensis*)

El nogal es un árbol de hoja caduca, se le conoce comúnmente de varias formas tales como: Nuez americana, Nueces americanas, Nogal americano, Nueces de pacana, Nuez Pecán, Pecana, Pacano, Pecadero, Nogal de Illinois, Nogal pacanero, Nogal pecanero, Nuez de Illinois, Pacán

2.6.3.1 Clasificación taxonómica.

Reino: ---Plantae

División: -----Magnoliophyta

Clase: -----Magnoliopsida

Orden: -----Fagales

Familia: -----Juglandaceae

Género: -----Carya

Especie: -----Carya ilinoensis

2.6.3.2 Descripción botánica.

El nogal es un árbol de hoja caduca, es una planta leñosa de gran desarrollo, que puede alcanzar los 30 metros de altura e incluso mas, su copa es ancha, de un color verde lustroso, el sistema radicular tiene gran desarrollo, es muy profundo y se extiende horizontal y verticalmente. Hojas pinnaticompuestas, sin estípulas, folíolos lanceoladas u oblongo-lanceolados, asimétricos, algo falcados, margen aserrado.

Frutos en racimos, oblongos, puntiagudos, con 4 castillos. Es un fruto seco que se conoce como 'nuez americana' por su parecido a la nuez tradicional, aunque más alargada y de corteza lisa, y porque procede de América. Nuez de agradable sabor y alto valor nutritivo.

La pacana o nuez pacana, es nativa del noreste de México (Coahuila y Nuevo León) y sudeste de Estados Unidos (Indiana, Iowa, Misisipi y Texas).

2.6.3.3 Composición química.

El ruezno o monda es rico en compuestos fenólicos.

Cuadro 2.2 Composición química del fruto de *Carya ilinoensis*.

Agua	6 %
Hidratos de carbono	14% (2,5% fibra)
Proteínas	9,5%
Grasas	70%
Potasio	1.000 mg/100 g
Calcio	75 mg/100 g
Fósforo	300 mg/100 g
Hierro	2,5 mg/100 g
Provitamina A	82 microgramos/100 g
Vitamina C	2 mg/100 g
Vitamina B1	0,1 mg/100 g
Vitamina B2	0,9 mg/100 g

2.6.3.4 Usos.

De la semilla se obtienen aceites empleados en cosmética, para la fabricación de jabón y como secante de pinturas y con la cáscara de la nuez pueden hacerse infusiones con propiedades astringentes.

Su madera es pesada y dura, utilizada como combustible y para la fabricación de muebles y aperos.

2.6.4 *Yucca (Yucca filifera)*

La yuca es un cultivo perenne con alta producción de raíces reservantes, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas. *Yucca filifera*, es una especie de planta arborescente, perteneciente a la familia de las agaváceas.

Se le conoce con diversos nombres como: palma China, Palma Corriente, Izote, Mají o Bají y Tambasi.

2.6.4.1 Clasificación taxonómica.

Reino: --- Plantae
División: ----- Magnoliophyta
Clase: -----Liliopsida
Orden: -----Asparagales
Familia: -----Agavaceae
Género: -----Yucca
Especie: ----- Yucca filifera

2.6.4.2 Descripción botánica.

Las yucas son generalmente arbustos con hojas lanceoladas en forma de roseta, acabadas habitualmente en una espina y con márgenes presentando pequeños dientes o fibras. Sus frutos son capsulas secas o tiernas. Sus flores en forma de campana o de taza son muy vistosas y presentan color blanco o crema.

Existen aproximadamente unas 50 especies del genero yucca, son plantas que viven en lugares cálidos y secos de Norte América, América Central y en el Caribe. En México se encuentran distribuidos en Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán y México.

2.6.4.3 Composición química.

Algunos de los compuestos que se han encontrado son: sapogeninas esteroidales y ácido ascórbico (Román, 1980).

2.6.4.4 Usos.

Se obtienen productos usados como materia prima en industria farmacéutica para la fabricación de hormonas, donde destaca por su cantidad de zarzapogenina empleada para elaboración de anticonceptivos.

Destilando los tallos tiernos se obtiene alcohol. Combustible como leña para uso doméstico. Los frutos y las flores son comestibles. Productos usados para la construcción de viviendas u otro tipo de habitaciones. Las hojas son materia prima para la obtención de fibras de buena calidad. Forrajera: alimentos para ganado en ciertas regiones.

2.6.5 Orégano (*Lippia graveolens*)

Se conoce como orégano a un grupo de plantas que comparten características de olor y sabor similares, que son impartidas por la presencia de carvacrol y timol, principalmente en sus hojas.

El orégano es conocido con varios nombres como orégano del cerro, orégano cimarrón, orégano silvestre, orégano mexicano o mejorana (Almeida y Martínez, 1991).

2.6.5.1 Clasificación taxonómica.

Reino: ---plantae

División: ----- Magnoliophyta

Clase: -----Magnoliopsida

Orden: ----- Lamiales

Familia: -----Verbenaceae

Género: -----Lippia

Especie: -----Lippia graveolens

2.6.5.2 Descripción botánica.

El orégano (*Lippia graveolens*), son arbustos de hojas oblongas, alcanza de 1.2 a 2 m de altura, con 4 a 6 pedúnculos por nudo, flores en espigas subglobosas, corolas blancas o amarillentas, zigomorfas, crece en climas secos y

semisecos. El orégano está considerado como un recurso no maderable y su exportación está regulada.

2.6.5.3 Composición química.

Existen diversos estudios sobre la composición química del orégano, de extractos acuosos y aceites esenciales (Pascual *et al.*, 2001). Se ha identificado flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano (Justasen y Knuthsen, 2001).

En extractos metanólicos de hojas de *L. graveolens* se han encontrado siete iridoides minoritarios conocidos como loganina, secologanina, secoxiloganina. También contiene flavonoides como naringenina y pinocembrina, lapachenol e icterogenina (Wagner y Elmadfa, 2003; Hutchings y Van Staden, 1994; Pascual *et al.*, 2001).

El aceite esencial está constituido principalmente de timol y carvacrol, además de algunos ácidos fenólicos y flavonoides. Algunos de los constituyentes del aceite esencial de orégano se han relacionado con propiedades antimicrobianas (Lambet *et al.*, 2001; Kalemba y Kunicka, 2003).

Cuadro 2.3.- Componentes químicos del aceite esencial de orégano que determinan su calidad comercial.

Componentes	Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>)
Aceite esencial	2.0 %
Timol	10.4 %
Carvacrol	43.7 %
p-cimeno	6.4 %

(Huerta, 1997)

2.6.5.4 Usos.

Los aceites esenciales de orégano, pueden ser usados como sustitutos de fungicidas químicos, ya que son inocuos y biodegradables. Existe una relación entre el incremento de la concentración del aceite esencial y la inhibición en la producción de aflatoxinas, por lo que se deben aumentar las dosis de los aceites

esenciales probados, asegurando niveles de aflatoxinas permitidos para el consumo humano (Oliver 1996).

Se ha encontrado efecto antifungicida sobre *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans*, *C. tropicalis* y *Torulopsis glabrata*, obteniendo concentraciones inhibitorias variables (650 – 1 270 ppm) (Aligiannis *et al.*, 2001; Arcils *et al.*, 2004).

Las hojas se utilizan a menudo para darle sabor a la comida. También son usadas en medicina doméstica como estimulante de la menstruación. En infusiones concentradas se usa contra problemas de envenenamiento y en infusiones diluidas se usa contra la gripe, infecciones estomacales y antigás. También se usa como forraje para el ganado de matanza.

2.6.6 Lechuguilla (*Agave spp.*)

La lechuguilla (*Agave Lechuguilla*) es una planta de crecimiento silvestre ampliamente distribuida en zonas semiáridas de México. De acuerdo con nobel (1998), es una especie que se presenta en 100,000 Km², desde Texas y Nuevo México, hasta Querétaro, Hidalgo y Guanajuato.

2.6.6.1 Clasificación taxonómica.

Reino: ---plantae
División: ----- Angiospermae
Clase: -----Monocotiledoneae
Orden: -----Liliales
Familia: -----Agavaceae
Género: -----Agave
Especie: -----Agave lechuguilla

2.6.6.2 Descripción botánica.

El Agave lechuguilla, es un arbusto rosetófolio, acaule pequeño, cuenta con 11 a 30 hojas en promedio, puede medir entre 30 y 40 cm de ancho y de 20 a 70 cm de alto. Las hojas son gruesas y puntiagudas que se despliegan del cogollo o piña, al cual se encuentran adheridas. La inflorescencia recibe comúnmente el nombre de quiole; es un escapó espigado de 2.5 a 3.6 o hasta 6.0 m de alto, con la superficie glauca (Reyes y col. 2000).

2.6.6.3 Composición química.

La lechuguilla contiene en su composición principalmente sales minerales, saponinas y oxalato de calcio. Orozco y col. (1977), estimaron que el peso fresco promedio de un cogollo es de 356.5 g y contiene 14.6 % de fibra y 85.43 % de guishe (tejido succulento y agua de las hojas). Nobel (1998), registro en el clorénquima: 1.14% de nitrógeno, 1220 ppm de fósforo, 1.27 % de potasio, 45 ppm de cobre, 36 ppm de zinc y 77 ppm de hierro.

Por otro lado Hernández y Soto (2005), reportó la composición fisicoquímica de lechuguilla haciendo una diferencia entre las hojas internas (las más cercanas al cogollo) y las hojas externas (Cuadro 4).

Cuadro 2.4.- composición fisicoquímica de lechuguilla.

Determinación	Concentración (% vol.)	
	Hojas internas	Hojas externas
Humedad	73.99	69.55
Grasas	<0.1	<0.1
Cenizas	2.34	3.25
Fibra cruda	7.78	10.72
Carbohidratos	15.89	16.48
Proteínas	<0.1	<0.1

La diversidad de aplicaciones que se le ha dado al Agave lechuguilla tiene su origen en los compuestos que se extraen principalmente de las hojas que se constituyen en un 85 % de pulpa y un 15 % de material fibroso. La fibra contiene alrededor de 80 % de celulosa, 5%de hemicelulosa y 15 % de lignina. La pulpa es rica en sustancias bioactivas como timol, carvacol, xilitol, vitamina C y saponinas.

En el género *Agave* se han identificado varias sapogeninas como: hecogenina, manogenina, agavogenina, sarsasapogenina, texogenina, esmilagenina, gitogenina, tegogenina y clorogenina. (Hernandez *et. al.*, 2005).

2.6.6.4 Usos.

Los extractos de lechuguilla tienen propiedades insecticidas, fungicidas y bactericidas. La actividad biocida está asociada a la presencia de varios compuestos fenólicos, timol y carvacol. Los extractos fueron aplicados para el combate de la barroa, parasito de las abejas (Martinez, 2007).

Recientemente León y Joubanc (2007), reportó que la infusión etanólica de la lechuguilla potencia la actividad bactericida de *Larrea tridentata* contra microorganismos patógenos. Así mismo, Mendoza – Villarreal y col. (2004) han demostrado *in vitro* su actividad insecticida sobre el pulgón *Brevicoryne brassicae* L. (*Homoptera: Aphididae*) con una CL50 de 28,238 ppm.

2.6.7 Nopal (*Opuntia* spp.)

Planta arbustiva de la familia de las cactáceas. Las cactáceas son oriundas del Continente Americano distribuyéndose ampliamente desde Canadá hasta Argentina.

La *Opuntia ficus-indica*, comúnmente conocida como tuna, nopal, penca, higuera de chumbo, higuera de pala, o chumbera.

2.6.7.1 Clasificación taxonómica.

Reino: ---plantae

División: ----- Magnoliophyta

Clase: -----Magnoliopsida

Orden: -----Caryophyllales

Familia: -----Cactaceae

Género: ----- Opuntia

Especie: ----- *Opuntia ficus indica*

2.6.7.2 Descripción botánica.

El nopal (*Opuntia ficus indica*), es una planta de 3 a 5 metros o más, de tallo leñoso bien definido de 60 cm a 1.5 metros de altura y 20 a 30 cm de diámetro. Sus cladodios son oblongos de 16 a 30.5 cm de largo y de 16 a 27 cm de ancho y de 1.7 a 2.5 cm de grosor, su color verde oscuro.

2.6.7.3 Composición química.

La composición química del nopal en base húmeda según (Villarreal y col., 1963), es: agua, 91 %, proteínas, 0.66 %; grasas, 0.11 %; carbohidratos, 5.50 %; celulosa, 1.15 % y cenizas, 1.58 %. Las características físico – químicas de la fibra de cladodio de nopal de *O. ficus indica* son: color verde claro, un índice de absorción de agua de 5.6 ml/g, un contenido de fibra dietética total de 43 % (fibra insoluble 28.45 % y soluble 14.5 %). En cuanto a la composición mineral, el contenido de calcio es de 80 mg/día y un aporte energético de 145.3 Kcal/100 g.

2.6.7.4 Usos.

Los cladodios de nopal son útiles para una variedad de propósitos, incluyendo su uso como alimento humano (fruta fresca, puré, mermelada, ensaladas y bebidas), como forraje (ganado vacuno y ovino), medicinal (agente anti diabético) e industrial, para la obtención de alcohol, jabón, pigmentos, pectinas, y aceites (Lakshminarayana y col., 1980; Borrego y col., 1990; Hegwood, 1990).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de fisiología del Departamento de Horticultura en la sede de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN). Durante el periodo del 1 de Julio del 2009 al 7 de Febrero del 2010.

3.2 Localización Geográfica

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” se encuentra ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, Estado de Coahuila, México. Está situada entre los 25° 23' 42" de latitud norte y 100° 50' 57" de longitud oeste, así también a una altitud de 1742 msnm.

3.3 Material utilizado

- Cuadros de papel filtro de 8 x 18 cm.
- Charolas de aluminio de 10 x 20 cm.
- Polietileno negro
- Incubadora
- Balanza analítica (capacidad 0.0001 g)
- Vasos de precipitado (100 y 200 ml.)
- Probeta de 100 ml.
- Tubos de ensaye de 15 ml

- Matraces volumétricos de 10 ml
- Micropipeta y puntillas para micropipeta de 1000 μ l
- Cajas petri de 100 mm. \varnothing y de 60X15 mm \varnothing
- Papel Wathman de 90 mm \varnothing y 42.5 mm \varnothing
- Película auto adherible transparente (Kleen Pack)
- Pinzas de punta recta y fina
- Bisturí (No. 3)
- Parrilla de calentamiento

- Cortadora (tipo Barlow)
- Portaobjetos
- Agitador horizontal
- Lámpara con luz verde difusa o papel celofán color verde
- Papel milimétrico
- Congelador
- Espectrofotómetro de UV-visible

3.4 Reactivos

- Agua destilada
- Acido Giberélico (GA3) : CAS RN 77-06-5
- Etanol grado reactivo
- Ácido indolacético (AIA) CAS RN 84-51-4
- Fosfato de potasio (KH₂PO₄)
- Zeatina CAS RN 1637-9-4
- Tirosina CAS RN 60-18-4
- Acido Cítrico
- Hidróxido de sodio (NaOH)

3.5 Especies vegetales utilizadas.

Cuadro 3.1 Especies vegetales utilizadas como fuente de fitomoléculas.

Nombre común	Nombre Científico	Parte de la especie vegetal utilizada
Hojasén	<i>Flourensia cernua</i>	Hojas
Orégano	<i>Lippia graveolens</i>	Hojas
Yuca	<i>Yuca filifera</i>	Hojas
Nopal	<i>Opuntia ficus indica</i>	Hojas
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Hojas
Nogal pecanero	<i>Carya illinoensis</i>	Ruezno (pericarpio de la fruta)
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Hojas

3.6 Agentes extractantes utilizados.

Los agentes extractantes utilizados para cada una de las especies vegetales del desierto fueron:

- a) Agua.
- b) Alcohol etílico.
- c) Manteca de cacao.
- d) Lanolina.

Los extractos fueron elaborados en la Etapa Uno del proyecto, se realizaron en el Departamento de Investigación en Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila.

3.7 Material Genético

- Semilla de Lechuga (*Lactuca sativa* c.v. Grandes Lagos),
- Semilla de Trigo (*Triticum aestivum* L.)
- Semilla de amaranto (*Amaranthus hybridus* L.).

3.8 Tratamientos y Dosis

Para este caso los tratamientos evaluados fueron los extractos en sus diferentes presentaciones de acuerdo a los agentes extractantes, por lo que se tienen siete especies bajo estudio (hojasén, orégano, yuca, nopal, gobernadora, nogal y lechuguilla) y cuatro agentes extractantes (agua, alcohol etílico, manteca de cacao y lanolina) y el tipo de bioensayo a efectuar (giberelinas, auxinas y citoquininas), las anteriores combinaciones dan un total de 75 determinaciones.

La dosis utilizada en cada determinación y para cada agente extractante fue utilizada en las pruebas de invernadero y en la que se ha detectado efecto fisiológico, por lo que se utilizó solo la dosis de 5.0 c.c./L de cada agente extractante, por lo que el propósito fundamental de este experimento fue el de encontrar la presencia del regulador de crecimiento bajo estudio, por lo que la forma de evaluarlo fue comparar cada respuesta de cada agente extractante con

el testigo respectivo y bajo esta comparación se determinaba si existía la presencia del fitorregulador en el extracto.

Cuadro 3.2 Tratamientos y dosis utilizadas para la identificación de auxinas, giberelinas y citocininas.

TRATAMIENTOS	MATERIAL VEGETAL	SUSTANCIA EXTRACTANTE	DOSIS
T1	Gobernadora	Manteca de cacao	5 ml/L
T2	Hojasen	Manteca de cacao	5 ml/L
T3		Agua	5 ml/L
T4		Etanol	5 ml/L
T5	Ruezno	Agua	5 ml/L
T6		Lanolina	5 ml/L
T7		Manteca de cacao	5 ml/L
T8		Etanol	5 ml/L
T9	Yuca	Agua	5 ml/L
T10		Lanolina	5 ml/L
T11		Etanol	5 ml/L
T12	Orégano	Manteca de cacao	5 ml/L
T13	Orégano	Agua	5 ml/L
T14		Etanol	5 ml/L
T15	Lechuguilla	Manteca de cacao	5 ml/L
T16		Agua	5 ml/L
T17		Lanolina	5 ml/L
T18		Etanol	5 ml/L
T19	Gobernadora	Lanolina	5 ml/L
T20		Agua	5 ml/L
T21		Etanol	5 ml/L
T22	Nopal	Manteca de cacao	5 ml/L
T23		Agua	5 ml/L
T24		Etanol	5 ml/L
T25		Lanolina	5 ml/L
T26	Testigo		

3.9 Diseño experimental

La distribución del experimento fue de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones en el que cada repetición estaba constituida por siete plántulas, por lo que se contaba con 21 plántulas para cada evaluación, siendo la unidad experimental una plántula.

El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias por Tukey (P 0.05), para lo cual se empleó el paquete para computador diseñado por Olivares (1994), de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5.

3.10 Descripción de actividades

3.10.1 Evaluación de actividad giberelínica

Bioensayos del Hipocótilo de Lechuga; este bioensayo está diseñado para productos en los cuales se declare actividad giberelínica, a extractos vegetales con actividad giberelínica, estándares, formulaciones o productos que contengan giberelinas como el ácido giberélico (GA3), GA7 o cualquier otro tipo de giberelina natural o sintética en su formulación, para determinar la actividad giberelínica equivalente a ácido giberélico (GA3) acorde con el efecto en la elongación del hipocótilo de la lechuga.

3.10.2 Procedimiento

- Se prepara todo el material a utilizar, se esterilizan y se desinfecta el área de trabajo, así como la cámara de incubación.
- Se procede a la siembra de las semillas de lechuga (1gr. aproximadamente) en cajas petri de 100 mm de diámetro conteniendo 2 discos de 90 mm de diámetro, humedecidas con 7 ml de agua destilada estéril, sellar las cajas con Kleen-pack, incubar con luz fluorescente por 24 – 36 hrs a temperatura constante (26°C +/- 1°C), hasta que la radícula tenga de 5 a 6 mm en promedio.

- Se toman 5 ml. de la solución prueba (Extractos) y se diluyen en un litro de agua.
- Colocar 4 ml de cada solución de prueba en las cajas petri de 100 mm conteniendo un disco de papel filtro de 90 mm de diámetro (4 cajas por tratamiento).
- Una vez transcurrido ese tiempo se seleccionan las semillas germinadas que tengan la radícula de 5 a 6 mm de longitud.
- Colocar 7 germinados por caja petri por repetición.
- Identificar cada grupo de plantas con la concentración correspondiente y con el nombre de la muestra a evaluar y sellar las cajas con Kleen-pack.
- Dejar crecer las plántulas por 48 hrs. Bajo luz fluorescente a temperatura constante.
- Después de ese tiempo se mide la longitud final del hipocótilo, obteniendo el valor de la longitud final de cada planta.
- Finalmente se realiza la gráfica donde se comparan todas las soluciones y se elige el más sobresaliente.

3.10.2 Evaluación de actividad auxínica

Bioensayo del cilindro del coleóptilo de trigo; este bioensayo es aplicable productos en los cuales se declare actividad auxínica, a extractos vegetales con actividad auxínica, estándares, formulaciones o productos que contengan auxinas como el ácido indolacético (AIA), IBA, ANA o cualquier otro tipo de auxina natural o sintética en su formulación. Para determinar la actividad auxínica de productos por medio del Bioensayo del cilindro del coleóptilo del trigo.

3.10.2.1 Procedimiento

- Se prepara todo el material a utilizar, se esterilizan y se desinfecta el área de trabajo, así como la cámara de incubación.
- En charolas de aluminio se pone a germinar trigo colocando dos cuadros de papel filtro de 10 x 19 cm. Agregando 20 ml. De agua destilada, enseguida colocar el trigo (150 semillas por charola) cuidando que el

embrión quede hacia arriba, por último se cubre con plástico negro y dejando germinar, incubándolo en oscuridad durante 72 hrs. (25°C).

- Una vez transcurrido este tiempo se preparan los coleóptilos para el bioensayo.
- Trabajar bajo luz verde y mantener en agua destilada los coleóptilos mientras se cortan todos.
- El corte de los coleóptilos es de 2 cm. de longitud y se cortan segmentos de 5 mm. de longitud con una cortadora Barlow.
- Para las muestras a evaluar se coloca 4 ml. de la solución correspondiente en cajas petri de 100 mm de diámetro conteniendo un disco de papel filtro de 90 mm. de diámetro.
- Se colocan 7 segmentos de coleóptilo de trigo en cada caja petri (3 cajas por tratamiento, dando un total de 21 coleóptilos por concentración a evaluar).
- Se tapan las cajas, se sellan, se identifican con la concentración correspondiente y con el nombre de la muestra.
- Dejar incubar en oscuridad (26°C +/- 1°C) durante 48 hrs.
- Después de ese tiempo se mide la longitud del coleóptilo, obteniendo el valor de la longitud final de cada planta registrada como elongación.
- Realizar gráfica para comparar todas las muestras evaluadas.

3.10.3 Evaluación de actividad citocinínica

Bioensayo de Acumulación de Betacianinas en cotiledón de Amaranto por acción de las Citocininas; este bioensayo es aplicable a productos en los cuales se declare actividad citocinínica, a extractos vegetales con actividad citocinínica, estándares, formulaciones o productos que contengan citocininas como la zeatina, el ribósido de zeatina, la bencilaminopurina o cualquier otro tipo de citocinina natural o sintética. Para determinar la actividad citocinínica de productos conteniendo extractos vegetales con actividad citocinínica o citocininas en su formulación, utilizando el bioensayo de acumulación de betacianina en cotiledón de amaranto estimulada por la presencia de citocininas en solución con tirosina.

3.10.3.1 Procedimiento

- Se prepara todo el material a utilizar, se esterilizan y se desinfecta el área de trabajo, así como la cámara de incubación.
- Se siembran 2.5 g de semillas de amaranto en cajas de petri de 100 mm Ø conteniendo dos discos de papel filtro de 90 mm Ø, quedando las semillas entre los dos filtros, humedecidas con 7.5 ml de agua destilada, sellar las cajas con Kleen-pack, incubar en la oscuridad por 96 horas a temperatura constante ($26^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$).
- Una vez transcurrido este tiempo se preparan los cotiledones para el bioensayo.
- Trabajar bajo luz verde y mantener en agua destilada los coleóptilos mientras se cortan todos, para evitar oxidación.
- Se seleccionan cotiledones y se cortan con un segmento no mayor a 1 mm de hipocótilo con ayuda de un bisturí y pinzas de punta recta y fina.
- Colocar 2 ml de cada solución a evaluar en caja de petri de 60X15 mm Ø conteniendo un disco de papel filtro de 42.5 mm Ø.
- Después de colocar la solución de prueba se colocan 7 cotiledones de amaranto germinado por cada caja petri (tres cajas petri por tratamiento).
- Dejar incubar en oscuridad ($26^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$) durante 72 horas.
- Después de este tiempo, de cada tratamiento colocar los 7 cotiledones en un tubo de ensaye con 3 ml de agua destilada.
- Se realizan dos ciclos de congelamiento (5 hrs) – descongelamiento (temperatura ambiente), para extraer la betacianina formada.
- Retirar los cotiledones de los tubos para cuantificar la absorbancia.
- Evaluar la actividad citocinínica midiendo la absorbancia de cada muestra a 542 nm en el espectrofotómetro, incluyendo la absorbancia de la curva de zeatina.
- Realizar gráfica para comparar todas las muestras evaluadas.

3.11 Variables a evaluar

Las variables evaluadas fueron: longitud del hipocótilo de lechuga, longitud del coleóptilo de trigo y por ciento de absorbancia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Longitud del hipocótilo de lechuga (efectos giberelínicos)

GOBERNADORA. Este extracto resultó inhibitor significativo para la síntesis de giberelinas, este aspecto a pesar de que inhibe el crecimiento del hipocótilo de la semilla de lechuga, lo hace al mismo tiempo importante ya que este extracto es un probable inductor de diferenciación floral y de formación de flores en cultivos hortícolas y frutícolas. Estos cultivos para iniciar una buena inducción floral requieren que la síntesis de giberelinas GA_3 disminuya en forma significativa para de esta manera induzcan formación de flores, por lo que estos extractos especialmente los hechos a base de agua y lanolina representan una opción para el diseño y elaboración de un fitorregulador comercial para inductor de floración (Figura4.1).

HOJASEN. No se encontró presencia de giberelinas (Figura4.1).

NOGAL. Para el extracto hecho a base de alcohol etílico se encontró presencia, por lo que se detecta que este extracto puede tener la capacidad de inducir crecimiento vegetativo en los cultivos comerciales (Figura4.1).

YUCA. La tendencia de estos extractos es a presentar un nula presencia de giberélico, sin embargo se detectó que tiene efectos fitotóxicos a la concentración utilizada, sin embargo esto podría ser indicador de que la dosis fue alta, esta sugerencia se refuerza bajo el hecho de que el extracto elaborado a base agua resultó con efecto positivo por lo que se sugiere disminuir la dosis en que se detectó fitotoxicidad (Figura4.1).

ORÉGANO. La tendencia de estos extractos es similar a la encontrada en yuca ya que el extracto elaborado a base de agua resultó positivo como inductor de formación de giberelinas, mientras que los extractos elaborados a base de manteca de cacao resultan fitotóxicos por lo que se sugiere reducir la dosis con

estos agentes extractantes o bien encontrarles otra aplicación como inhibidores del crecimiento (Figura4.1).

LECHUGUILLA. Al igual que la gobernadora tiene un efecto general como inhibidor de la síntesis de giberelinas, ya que resultó inhibidor de la elongación del coleóptilo por lo que se sugiere que los extractos elaborados a base de esta planta se podrían utilizar como inductores de la floración en cultivos comerciales (Figura4.1).

NOPAL. Para esta planta se encontró presencia positiva con los extractos de alcohol etílico y de lanolina, por lo que estos productos podrían utilizarse como inductores del crecimiento en cultivos comerciales (Figura 4.1).

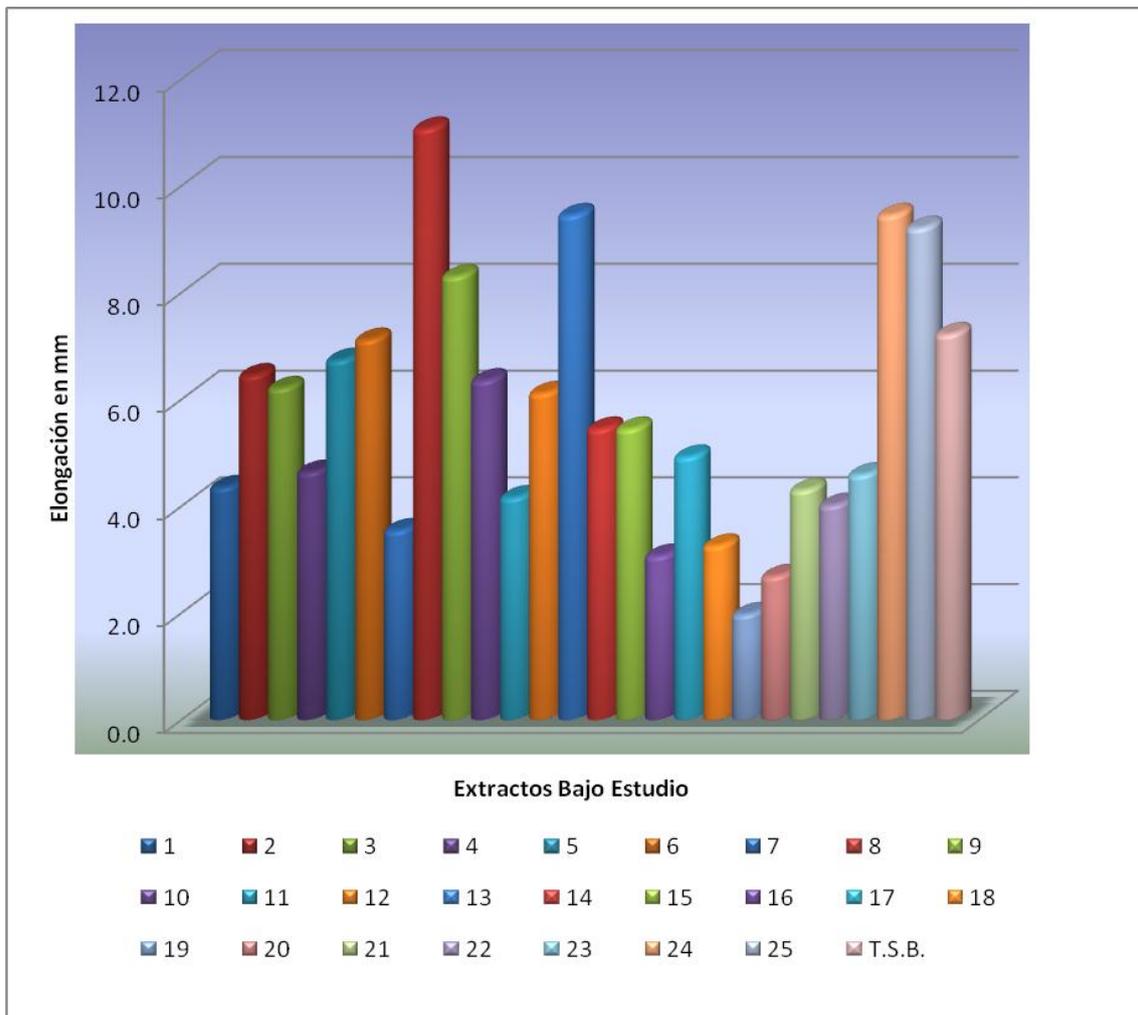


Figura 4.1.- Elongación del hipocótilo de lechuga de los extractos evaluados.

4.2 Longitud del coleóptilo de trigo (efectos auxínicos)

GOBERNADORA. Los extractos hechos con esta planta resultaron negativos para la síntesis de auxinas, los resultados mostrados en los diferentes tratamientos se muestran cercanos al testigo por lo que se sugiere incrementar las dosis para inducir mejor síntesis de auxinas (Figura 4.2).

HOJASEN. Los resultados de los diferentes extractos hechos a base de esta planta se muestran positivos ya que todos los tratamientos indujeron crecimiento, inclusive el extracto hecho con etanol mostró efectos sobresalientes al inducir crecimiento y engrosamiento por lo que se sugiere que esta planta es una buena fuente de auxinas naturales que podrían tener un efecto significativo en la producción comercial de cultivos (Figura 4.2).

NOGAL. Resultó positivo para los extractos de manteca de cacao y para alcohol etílico, para este último el efecto fue positivo ya que además incrementó el grosor del coleóptilo por lo que estos materiales pueden utilizarse en futuras investigaciones (Figura 4.2).

YUCA. Con el extractante agua resultó positivo, sin embargo con alcohol etílico resultó fitotóxico por lo que con este extractante es factible probar dosis menores para encontrar su efecto estimulante (Figura 4.2).

ORÉGANO. Resultó positivo para manteca de cacao y para alcohol etílico resultó fitotóxico por lo que se requiere determinar dosis menores para este material extractante (Figura 4.2).

LECHUGILLA. Los resultados para esta planta son variables debido a que se encontraron resultados positivos con agua, ocurrió fitotoxicidad con lanolina y alcohol etílico y con manteca de cacao no hubo efectos, de nueva cuenta es necesario disminuir la dosis donde hubo fitotoxicidad de manera tal que se puedan expresar los efectos fisiológicos de los extractos (Figura 4.2).

NOPAL. En esta especie no se encontró efecto alguno de los diferentes extractos en la actividad auxínica (Figura 4.2).

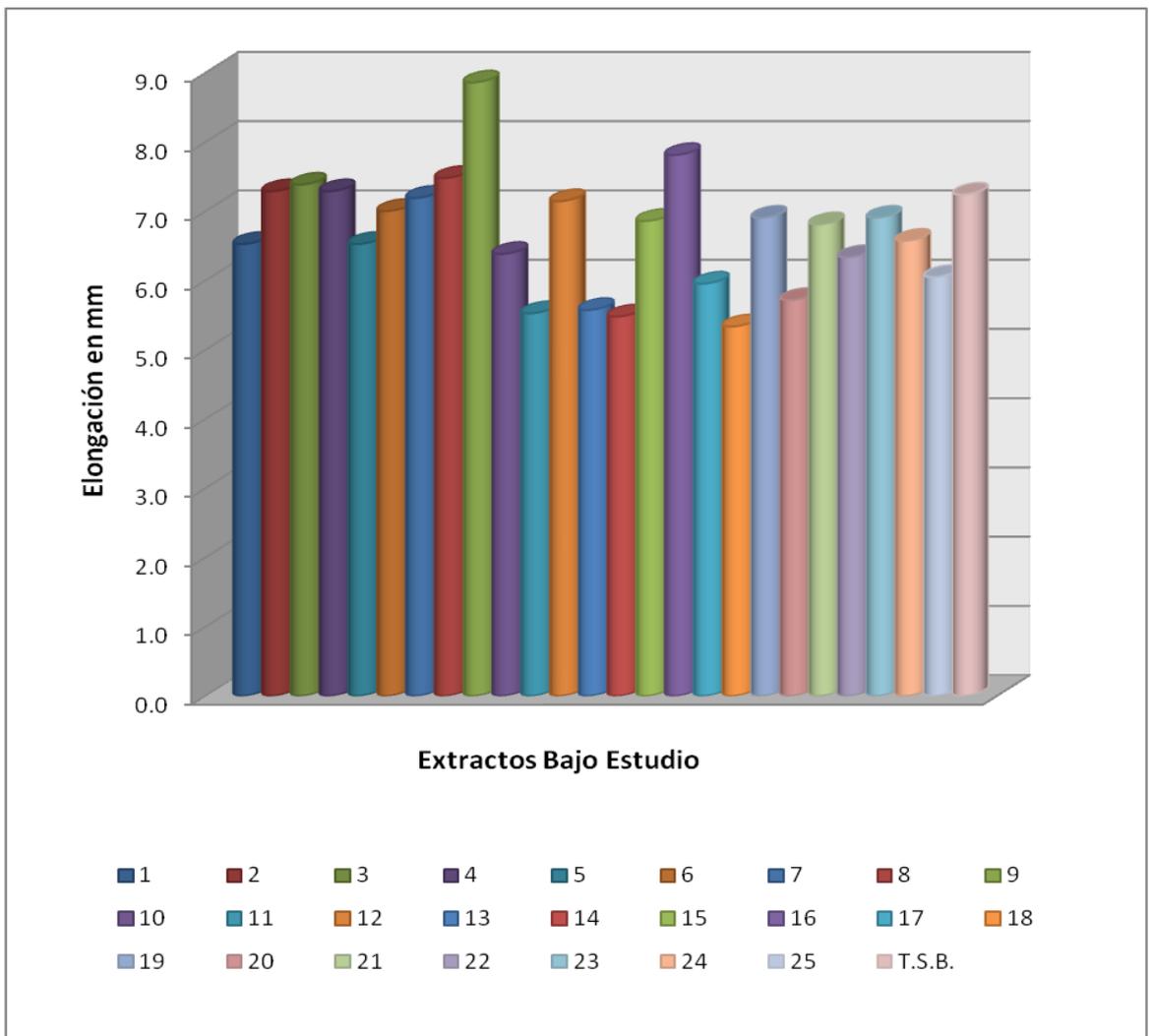


Figura 4.2.- Elongación del coleóptilo de trigo de los extractos evaluados.

4.3 Porciento de Absorbancia del cotiledón de amaranto (efectos citocininicos).

GOBERNADORA. Los extractos hechos con esta planta resultaron negativos para la síntesis de citocininas, los resultados mostrados en los diferentes tratamientos no muestran significancia (Figura 4.3).

HOJASEN. No se encontró presencia de citocininas (Figura 4.3).

NOGAL. Resultó negativo en todas sus extracciones, pero para los extractos de manteca de cacao y para lanolina, para estos últimos el efecto se puede mejorar quizás incrementando la dosis ya que si mostro presencia de citocininas (en bajas concentraciones) en comparación de la destilación de agua y etanol. (Figura 4.3).

YUCA. Con el extractante etanol resultó con presencia de citocininas en muy bajas cantidades a comparación del testigo, con este extractante es factible probar dosis mayores para encontrar su efecto estimulante (Figura 4.3).

ORÉGANO. Resultó negativo para sus diferentes destilaciones, por lo que podría ser mejor realizar nuevas pruebas cambiando las dosis. (Figura 4.3).

LECHUGILLA. Al igual que el orégano no muestra presencia de citocininas, por lo que se sugiere que los extractos elaborados a base de esta planta se podrían realizar pruebas con dosis más altas (Figura 4.3).

NOPAL. Para esta planta se encontró presencia positiva con los extractos de etanol, manteca de cacao y de lanolina, por lo que estos productos podrían utilizarse como para retardar el envejecimiento o senescencia de los órganos, estimulación de la germinación de semillas, inducción de la formación de brotes (Figura 4.3).

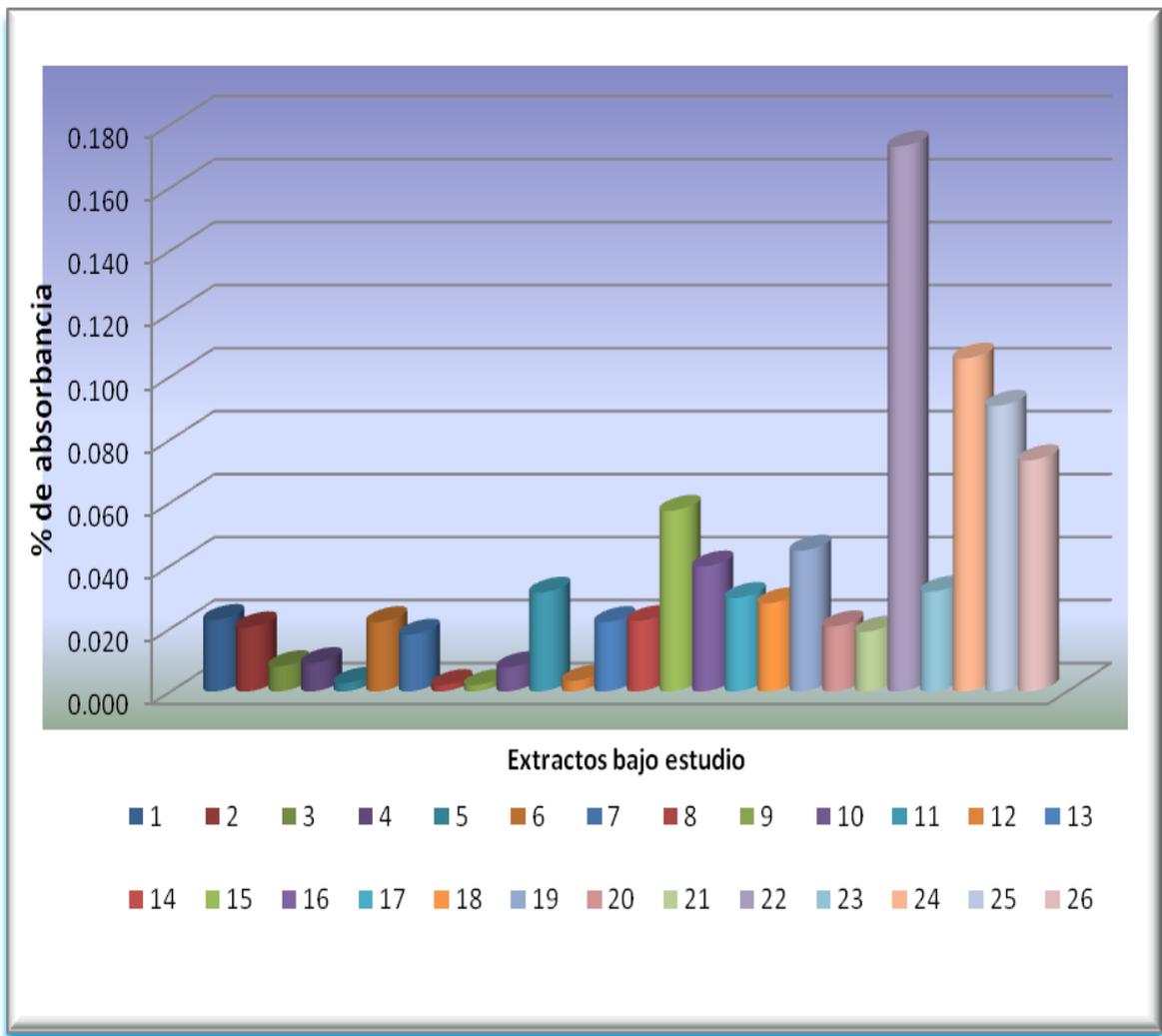


Figura 4.3.- Porcentaje de absorbancia del cotiledón de amaranto de los extractos evaluados

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De manera general se puede concluir que existe presencia de auxinas, giberelinas y citocininas en algunos de los extractos bajo estudio.

Existe actividad antigiberelica en los extractos de gobernadora y lechuguilla por lo que esta cualidad puede utilizarse en estudios de inducción y diferenciación floral en cultivos agronómicos.

Se detectó presencia de giberelinas en los extractos de nogal con alcohol etílico, yuca con agua, orégano con agua y nopal con lanolina y alcohol etílico.

Para el caso de las auxinas se presentó presencia en hojásén con alcohol etílico, nogal con manteca de cacao y alcohol etílico, yuca en agua, orégano con manteca de cacao y lechuguilla con agua.

En algunos tratamientos se detectó engrosamiento de los coleóptilos por lo que podemos deducir efecto colateral de algunos otros tipos de fitomoléculas presentes en el extracto.

En el caso de las citocininas se encontró presencia clara en nopal con manteca de cacao, nopal con etanol y nopal infusión lanolina.

RECOMENDACIONES

Solo una recomendación para quien lo considere importante, no recomiendo usar los extractos con infusión de manteca de cacao, aunque resulten con resultados favorables como promotores o inhibidores del crecimiento, ya que estos se vuelven sólidos muy rápido y eso puede provocar que se tapen los aspersores o cualquier otro material que se requiera para la aplicación de dicho extracto, que a la larga nos provocara gastos y no ganancias.

En los estudios donde se detectó fitotoxicidad se deberá reducir dosis para estudios posteriores, en los tratamientos de lechuguilla con manteca de cacao, lechuguilla con agua y gobernadora con lanolina, se recomienda probar dosis más altas para encontrar mayor respuesta y presencia de citocininas.

De igual manera que en el caso de las giberelinas existió fitotoxicidad de algunos tratamientos por lo que es necesario reducir dosis en estos tratamientos.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Agricultura Sustentable y Biofertilizantes. Ricardo Hugo Lira Saldivar, Jorge Galo Medina Torres. Impreso en Monterrey, Mexico, 2007.
- Barbour M. G., Cunnigham G., Oechel W. O. and Bamberg. 1977. Growth and development, form and function. Pp 48-91.
- Beltran, E. 1964. Las zonas aridas del centro de Noreste de Mexico y el aprovechamiento de sus recursos. Ed. Inst. Mex. De Rec. Nat. Ren. Mexico D.F. pp. 78-79.
- Bernardo, M.A., Enrique T.D. y José Luis G.H. El nopal alternativa para la agricultura de Zonas Áridas en el siglo XXI.
- Bravo H.H. y L. Sheinvar. 1995. El interesante mundo de las cactáceas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. 233 p.
- Breviario, D.; S. Giani; P. Di Viteri; & I. Coraggio, 1992. Auxin and growth Regulation of rice coleoptile segments. Plant Physiol. 98: 488-495 Good laboratory practices.
- Brinker, F. 1994. Larrea tridentata (D.C) Coville (Chaparral or Creosote Bush). British Journal of Phytotherapy, 3(1):10-31.
- Casstro, R.M. 11985. Evaluación de Flourensia Cernua sobre hongos causantes del damping off. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- De la Rosa, I.M. y Villarreal, Q.J.A. 2000. Effect of leaf extracts of larrea tridentata Cov. on germination and growth of barley seedlings. Y TON-International Journal of Experimental Botany. 66 (2000) 83-86.
- Devlin M. R. 1982. Fisiología vegetal. Editorial Omega. 522 p.

Downum K. R., Dole J. y Rodríguez J. R. 1988. Nordydroguaiaretic acid: inter-and intrapopulational variation in the Sonora desert creosote bush (*Larrea tridentata*, *zygophyllaceae*) *Biochemistry Systematic and Ecology* 16:551-555.

Fotoquímicos sobresalientes del semidesierto mexicano, Cristóbal N. Aguilar, Raúl Rodríguez Herrera y Saúl Saucedo Pompa. Impresión GBS global S.A. de C.V.

Fernández, S., Hurtados, L.M., and Hernández, F., 1979. Fungicidal components of creosote bush resin. In: *Advances in Pesticide Science* (Ed. H. Geissbuhler). Pergamon Press Oxford and new York. P. 351.355.

Galván, C.A., Jasso, C.D., Guerrero, R.E., cosecha. Hernández, C.D. y Ventura, L.O. 2007. Extracto de plantas del semidesierto contra hongos de post cosecha. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Fitopatología. Resumen 135.

Jankiewicz, S. L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. *Propiedades y Acción*. Ed. Mundi Prensa. México. 487 p.

Larqué S., A. y T. Rodríguez G. 1993. Fisiología vegetal experimental. Aislamiento y cuantificación de los reguladores del crecimiento vegetal. Editorial Trillas. México. 166p.

Mabry, T.J., Bohnstedt, C.F. and Difeo, D.R. 1981. *Larrea*: a cheemical resourse. P 217-235. En campos, L.E. Mabry, T.J. y Fernández T.S. *Larrea Segunda Edición*, Consejo nacional de Ciencia y Tecnología. Mexico. 411 p.

Mata, R., Linares, E., Macías, M.R., Pérez, O. y Timmermannn, B.N. 2003. Phytotoxic compust of. *Flousensia Cernua*. *Phytochemistry* 64(1):285-91.

Matuda, E. y Piña, L.I. 1980. Las plantas mexicanas del genero *Yuccca*. 1ª. Ed. Editorial Libros de México S.A. Distrito Federal, México. 145 p.

- Mitchell, J. W. y G. A. Livingston. 1983. Métodos para el estudio de hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento. Editorial Trillas. México. Roberts, J and D.G. Whitehouse, 1976. Practical Plant Physiology. Longman Inc. New York, USA. 161 p.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.
- Pratt H. K. and Goeschl J. D. Physiological Roles of Ethylene in Plants. Annual Review of Plant Physiology. 20: 541-584
- Radley M. 1956. Occurrence of Substances Similar to Gibberellic Acid in Higher Plants. Nature 178: 1070 – 1071.
- Reguladores de crecimiento de plantas en la agricultura.- México: editorial trillas 1976 (reimp. 1990) Traducción Agustín contin Ing. Agrónomo.
- Rojas, G.M. y M. Rovalo. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3a. edición. Editorial McGraw Hill, Méx., D.F.
- Román, A.A. 1980. Los usos de las especies de yucca existentes en el desierto Chihuahuense. P. 173-183. En: Centro de investigación en Química Aplicada. Comisión Nacional de las Zonas áridas. Yucca. Volumen 3. Centro de Investigación en Química Aplicada. México. 330 p.
- Srivastava, L. 2002. Plant Growth and Development. Hormones and Environment. Academic Press. Canadá.
- Solis G.S. Galvan, C.A., Hernandez, C.F.D., Guerrero, R.E. y Jasso, C.D.J. 2005. Actividad biológica de extractos de hojasesen (*Flourensia Cernua*) sobre los patógenos del suelo *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsii*. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, México. Resumen, C-43.

Weaver, J.R. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura 8ª Reimpresión. Editorial Trillas. México. P.p. 113-155.

<http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:ASTsn10176>

<http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/nuez-americana-nueces-americanas-nogal-americano.htm>

<http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/yuca/>

http://es.wikipedia.org/wiki/Yucca_filifera

<http://biblioteca.coqcyt.gob.mx/bvic/Captura/upload/ACTIVIDAD-ANTIMICROBIANA-TESIS.pdf>

APENDICE

Cuadro A.1. Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en la elongación del hipocótilo de lechuga y presencia de giberelinas.

BIOENSAYOS		
Extractos	Elongación del Hipocótilo de lechuga (mm)	Presencia de giberelinas
Gobernadora		
Manteca de cacao	4.3	Negativo
Lanolina	2.0	Negativo
Agua	2.7	Negativo
Alcohol etílico	4.3	Negativo
Hojasén		
Manteca de cacao	6.4	Negativo
Agua	6.2	Negativo
Alcohol etílico	4.6	Negativo
Ruezno		
Manteca de cacao	3.5	Negativo
Lanolina	7.1	Negativo
Agua	6.7	Negativo
Alcohol etílico	12.0	Positivo
Yuca		
Lanolina	6.3	Quemó los coleóptilos
Agua	8.3	Positivo
Alcohol etílico	4.1	Quemó los coleóptilos
Orégano		
Manteca de cacao	6.1	Quemó los coleóptilos
Agua	9.4	Positivo
Alcohol etílico	5.4	Negativo
Lechuguilla		
Manteca de cacao	5.4	Negativo
Lanolina	4.9	Negativo
Agua	3.0	Negativo
Alcohol etílico	3.2	Negativo
Nopal		
Manteca de cacao	4.0	Negativo
Lanolina	9.2	Positivo
Agua	4.6	Negativo

Etanol	9.4	Positivo
Testigo	7.2	Positivo

BIOENSAYO: ELONGACION DEL HIPOCOTILO DE LECHUGA

Producto: GA3

Clave:

GA3 Rep-I	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	1	5	7	3	4	5	3
2	2	6	9	5	2	4	2
3	2	4	9	5	3	3	2
4	2	3	6	4	2	3	1
5	1	2	8	3	2	3	2
6	2	3	7	2	3	2	3
7	1	4	5	3	2	3	2
Promedio	1,6	3,9	7,3	3,6	2,6	3,3	2,1
desv est	0,53	1,35	1,50	1,13	0,79	0,95	0,69
Cv	34,0	34,9	20,5	31,7	30,6	28,9	32,2

GA3 Rep-II	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	1	6	7	3	3	2	2
2	2	6	8	3	2	4	2
3	2	6	7	2	4	4	3
4	2	5	8	3	3	2	3
5	2	2	7	4	3	2	3
6	1	5	9	4	3	3	3
7	1	4	6	4	4	4	2
Promedio	1,6	4,9	7,4	3,3	3,1	3,0	2,6
desv est	0,53	1,46	0,98	0,76	0,69	1,00	0,53
Cv	34,0	30,1	13,1	23,0	22,0	33,3	20,8

GA3 Rep III	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	3	7	6	3	2	3	2
2	2	6	8	2	2	5	2
3	3	6	9	3	3	3	4
4	3	3	5	3	3	4	2
5	1	7	7	3	3	2	3
6	2	3	8	3	3	4	3
7	3	5	6	3	2	3	3
Promedio	2,4	5,3	7,0	2,9	2,6	3,4	2,7
desv est	0,79	1,70	1,41	0,38	0,53	0,98	0,76
Cv	32,4	32,2	20,2	13,2	20,8	28,5	27,9

GA3 gral	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
I	1,6	3,9	7,3	3,6	2,6	3,3	2,1
II	1,6	4,9	7,4	3,3	3,1	3,0	2,6
III	2,4	5,3	7,0	2,9	2,6	3,4	2,7
PROMEDIO	1,9	4,7	7,2	3,2	2,8	3,2	2,5

Cuadro A.2 Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en la elongación del coleóptilo de trigo y presencia de auxinas.

Extractos	Elongación del coleóptilo del trigo (mm)	Presencia de auxinas
Gobernadora		
Manteca de cacao	6.5	Negativo
Lanolina	6.9	Negativo
Agua	5.7	Negativo
Etanol	6.8	Negativo
Hojasén		
Manteca de cacao	7.3	Positivo
Agua	7.4	Positivo
Etanol	7.3	positivo, engrosamiento
Ruezno		
Manteca de cacao	7.8	Positivo
Lanolina	7.0	Negativo
Agua	6.5	Negativo
Etanol	7.9	positivo, engrosamiento
Yuca		
Lanolina	6.4	Negativo
Agua	8.9	Positivo
Etanol	5.5	Quemó los coleóptilos
Orégano		
Manteca de cacao	7.1	Positivo
Agua	5.6	Negativo
Etanol	5.5	Quemó los coleóptilos
Lechuguilla		
Manteca de cacao	6.9	Negativo
Lanolina	6.0	Quemó los coleóptilos
Agua	7.8	Positivo
Etanol	5.3	Quemó los coleóptilos
Nopal		

Manteca de cacao	6.3	Negativo
Lanolina	6.0	Negativo
Agua	6.9	Negativo
Etanol	6.6	Negativo
Testigo	7.0	Positivo

BIOENSAYO: ELONGACION DEL COLEOPTILO DEL TRIGO

Producto: AIA

Clave:

1,00E-

AIA Rep-I	1,00E+01	1,00E+00	01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	9	9	7	7	9	7	9
2	6	5	8	5	6	5	7
3	6	6	7	8	8	8	8
4	5	8	8	6	7	6	7
5	6	6	6	8	9	9	8
6	7	8	7	7	7	7	7
7	8	6	8	6	8	6	8
promedio	6,7	6,9	7,3	6,7	7,7	6,9	7,7
desv est	1,38	1,46	0,76	1,11	1,11	1,35	0,76
Cv	20,6	21,3	10,4	16,6	14,4	19,6	9,8

AIA Rep-II	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	5	9	8	8	7	8	7
2	7	5	6	7	8	7	8
3	6	8	8	8	8	7	8
4	6	8	7	9	7	9	7
5	5	7	6	7	5	7	5
6	6	5	9	6	8	6	8
7	8	9	7	7	6	7	6
promedio	6,1	7,3	7,3	7,4	7,0	7,3	7,0
desv est	1,07	1,70	1,11	0,98	1,15	0,95	1,15
Cv	17,4	23,4	15,3	13,1	16,5	13,1	16,5

AIA Rep III	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
1	6	10	5	9	7	9	7
2	8	7	7	7	8	9	8
3	7	6	8	8	7	8	7
4	8	6	7	5	7	5	7
5	8	8	7	5	7	5	7
6	7	5	7	7	5	7	5
7	6	9	6	8	5	9	5
promedio	7,1	7,3	6,7	7,0	6,6	7,4	6,6
desv est	0,90	1,80	0,95	1,53	1,13	1,81	1,13
cv	12,6	24,7	14,2	21,8	17,3	24,4	17,3

AIA gral	1,00E+01	1,00E+00	1,00E-01	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-04	1,00E-05
I	6,7	6,9	7,3	6,7	7,7	6,9	7,7
II	6,1	7,3	7,3	7,4	7,0	7,3	7,0
III	7,1	7,3	6,7	7,0	6,6	7,4	6,6
PROMEDIO	6,7	7,1	7,1	7,0	7,1	7,2	7,1

Cuadro A.3 Efecto de la aplicación de extractos de especies vegetales del desierto obtenidos con cuatro diferentes agentes extractantes en él por ciento de absorbancia del cotiledón de amaranto y presencia de citocininas.

BIOENSAYOS		
Extractos	Porcentaje de absorbancia del cotiledón de amaranto	Presencia de citocininas
Gobernadora		
Manteca de cacao	0.023	Negativo
Lanolina	0.045	Negativo
Agua	0.021	Negativo
Etanol	0.019	Negativo
Hojasén		
Manteca de cacao	0.020	Negativo
Agua	0.008	Negativo
Etanol	0.009	Negativo
Ruezno		
Manteca de cacao	0.018	Negativo
Lanolina	0.022	Negativo
Agua	0.003	Negativo

Etanol	0.002	Negativo
Yuca		
Lanolina	0.008	Negativo
Agua	0.002	Negativo
Etanol	0.031	Negativo
Orégano		
Manteca de cacao	0.003	Negativo
Agua	0.022	Negativo
Etanol	0.022	Negativo
Lechuguilla		
Manteca de cacao	0.057	Negativo
Lanolina	0.030	Negativo
Agua	0.040	Negativo
Etanol	0.028	Negativo
Nopal		
Manteca de cacao	0.173	Positivo
Lanolina	0.091	Negativo
Agua	0.032	Positivo
Etanol	0.106	Positivo
Testigo	0.073	Positivo