

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Extractos Vegetales con Efecto en el Desarrollo de Plántulas
de Lechuga (*Lactuca sativa* L).

Por:

LÁZARO RAMÍREZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Extractos Vegetales con Efecto en el Desarrollo de Plántulas de
Lechuga (*Lactuca sativa* L).

Por:

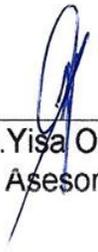
LÁZARO RAMÍREZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dra. Yisa Ochoa Fuentes
Asesor Principal


Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor


M.C. Antonio Orozco Plancarte
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por estar en cada momento en mi vida, por hacer de mis días de estudio días de provecho, por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, por estar conmigo y nunca dejarme solo, por permitirme conocer a personas maravillosas como lo son mi familia, mis amigos, mis maestros y sobre todo a mis hermanos en cristo, tú que siempre confiaste en mi e hiciste que yo también lo hiciera. Gracias por guiar mis pasos para terminar esta hermosa carrera.

A Mis padres Gustavo Ramírez Aranda y María Antonia Hernández Cifuentes Primero por darme la vida y por haber hecho que mi sueño de terminar una carrera fuera posible, por formarme como un gran ser humano capaz de enfrentar todo en la vida, de ver el lado positivo de las cosas, de ser feliz aún si nos faltara el dinero, por cada sudor derramado para pagar mis estudios, por cada momento de preocupación por saber cómo me encontraba , gracias a ellos soy lo que soy ahora un hombre de bien y sobre todo por haberme inculcado el verdadero gesto de amor el de ayudar a los demás sin recibir nada a cambio, en hora buena gracias Papá gracias Mamá.

A mis hermanos: Por su gesto de amor en cada momento desde la infancia hasta la actualidad, gracias por ser como son, por llenar mi vida de buena vibra y por ser excelentes seres humanos.

A mi hermano Mario: Por su apoyo económico y emocional, por enseñarme con su ejemplo de que no existen barreras cuando tienes el coraje de perseguir tus sueños.

A mis amigos: Por compartir grandes momentos de alegría, tristezas, enojos en el tiempo de nuestra amistad por demostrarme su cariño y amor en cada y a cada momento.

A mi Alma Mater: Por abrirme las puertas a su mágica casa de estudios y por su apoyo durante el tiempo de mi carrera, gracias a ella logré conocer personas maravillosas, excelentes maestros y grandes compañeros, en cada rincón que recorrí

se queda grabado en mi corazón por siempre, a mi departamento de Fitomejoramiento por hacer de mi un gran Ingeniero.

A la Dra. Yisa María Ochoa Flores: Por su apoyo incondicional en el desarrollo de mi trabajo de investigación por creer en mí y en mis habilidades para lograrlo.

A la Dra. Francisca Godina Ramírez: Por ser mi tutora y que con sus consejos me hizo ver las cosas de otra manera, por ser una excelente maestra en clases y por apoyarme en mi trabajo de tesis.

Al Mc. Antonio Orozco Plancarte: Por el apoyo en cada momento y por la paciencia tenida en el trabajo, por sus consejos, por ser un gran ser humano y sobre todo un gran profesionalista, gracias por creer en mí y hacer de mí una persona responsable.

A mis compañeros de generación: Por hacer que las clases fueran divertidas y sobre todo de buen provecho que Dios los bendiga a donde quiera que vayan.

A Floridalia Mariela Ramírez Morales: Por ser más que una amiga para mí si no también mi hermana, por sus consejos y regaños que el único objetivo era que fuera mejor persona, por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida y de mi carrera y sobre todo por estar también en mis momentos de alegría y más que nada por compartir su tiempo conmigo.

A Universitarios en Cristo: Por ser una gran familia para mí y por su apoyo incondicional por compartir conmigo el mismo amor por DIOS.

Al grupo de teatro: Por hacer de mi estancia en la universidad algo maravilloso y por enseñarme que si yo soy el escritor de mi propia vida entonces el final yo lo decido.

Al Lic. Armando Rodríguez Pérez: Por ser más que un maestro un gran amigo, cada enseñanza y cada consejo siempre me levantaba el ánimo, por cada regaño que me hacían crecer más en la vida por eso y por muchas cosas más ¡gracias!

A Fátima “la Colocha”: Por su bella amistad, por su compañerismo por compartir su tiempo sus vivencias y sobre todo por estar ahí cuando más ocupe de una amiga

gracias por ser parte de mi historia y sobre todo gracias por ser un ser humano maravilloso.

A Paola: Gracias Por todo, demostraste ser buena amiga conmigo, me enseñaste muchas cosas y le diste sentido a nuestra amistad, gracias por siempre estar pendiente de mí y pelear mis batallas conmigo y triunfar juntos.

A mi hermano Abelino: En todo momento nos apoyaste a mis hermanos y a mí, sacrificaste parte de tu vida para que nada nos faltará, gracias por enseñarnos a no darnos por vencido, y por enseñarnos a trabajar y dar lo mejor de nosotros.

A Marlén: Por enseñarme que la verdadera amistad es aquella que se cultiva todos los días, gracias por enseñarme muchas cosas de Dios y sobre todo gracias por permitirme conocerte.

A Nayeli: Mientras tenga amigos como vosotros, estaré agradecido con la vida. Gracias por siempre por estar cuando los necesito y por ser como un hermano para mí.

Josué 1:9

Te repito: sé fuerte y valiente. No tengas miedo ni te desanimes porque el Señor tu Dios estará contigo donde quiera que vayas.

2 Timoteo 4:7

Gracias a Dios me fue bien en la competencia: he peleado bien, he terminado la carrera y no he perdido la fe.

“Mientras el río corra, los montes hagan sombra y en el cielo haya estrellas, debe durar la memoria del beneficio recibido en la mente del hombre agradecido.”

DEDICATORIAS

A mis Padres

Gustavo Ramírez Aranda y María Antonia Hernández Cifuentes por ser el motor de mi existencia y ser el pilar de mi vida todos los días y el motivo de seguirle echándole ganas en adelante, ya que sin ellos este logro no hubiese sido posible, por todo el apoyo brindado durante mi carrera y por su muestra de cariño y amor.

A mis hermanos

Eladio Ramírez Hernández, Candelaria Ramírez Hernández, Abelino Ramírez Hernández, Mario Ramírez Hernández, Olga Magdalena Ramírez Hernández, Yari Ramírez Hernández, Erli Herminda Ramírez Hernández y Jordi Ramírez Hernández

Por estar siempre presentes en cada paso de mi carrera, por ser mis hermanos y sobre todos mis amigos.

A Mi cuñado Clementino Aranda Ramírez: Por apoyarme durante mi carrera en varios aspectos, a pesar de los quebrantos, de nuestras diferencias siempre estuviste ahí ayudándome.

A mi hermano Eladio Ramírez Hernández †

Dedicatoria especial para ti por brindarme tu apoyo en cada momento de mi vida, por enseñarme a no temerle a nadie y a nada, que siempre hay que arriesgarse pase lo que pase, hasta el cielo te mando mis agradecimientos y me dedicatoria hermano mayor, siempre te recordaré y recordaré tu frase de motivación para mí que fue y siempre será " hermano eres grande entre los grandes no le temas al mundo témele a Dios."

A mis amigos

Flor, Antony, Marlén, Felipe, Eddy, Alondra, Sara, Jorge, Lizz, Chucho, Leandi, José Manuel, Jona, Alberto, Abimael, Anayeli, Armando Rodríguez, Jesús, Jesús Pérez García, Eliezer, Lic. Cristina, Noe, Mary, Yosajandi, Sergio, Xóchitl, Chelino, Yani, Verónica, Vicky, Caren, Fátima, Magna, Luz, Leini, Lalo, Jaime Gto. Lili, Julián, Yalitz, Toño, Toño Orozco, Gema, Stalin, Noemi, Robert, Cielo, Carmen, Gloria, Ángeles, Ricardo, Roció, Wendy Escobedo, Ofelia, China, Doña Lidia, Don Héctor, Ana, Nitzin, Gilari, Mariel, Pollo, Betty, Patricia, Magdiel.

Por brindarme su amistad incondicional en los momentos que yo necesite de un amigo.

A Doña Pati: Por su grande apoyo durante mi estancia en Saltillo por estar siempre pendiente de mí en mis necesidades y sobre todo en mi salud, por ser como una Madre para mí por sus consejos y sobre todo por su grande corazón, siempre la recordaré.

A Doña Ema †. Me hubiese gustado compartir con usted en vida mi triunfo, pero yo sé que, Desde el cielo, celebra conmigo y a través del viento me llega un abrazo fuerte. Gracias por ayudarme en vida en todo momento y por creer en mí, dedico mi logro a usted una mujer que siempre tuvo gran corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen y distribución geográfica	3
Clasificación taxonómica	3
Descripción morfológica.....	4
Valor nutricional	4
Importancia económica.....	5
Importancia social.....	5
Variedades de lechuga	6
Producción mundial	7
Producción Nacional.....	7
Manejo del cultivo	8
Temperatura.....	8
Suelos	8
Propagación	8

Siembra	8
Labores culturales	9
Reposición de marras.....	9
Blanqueo	9
Riego	9
Fertilización en lechuga	10
Cosecha.....	11
Uso de fertilizantes	11
Fertilización Orgánica	12
Uso de reguladores de crecimiento en la agricultura	14
Tipos de reguladores de crecimientos	15
Hormonas vegetales.....	15
Auxinas.....	16
Giberelina	17
Citocininas/citoquininas/citosinas	18
Ventajas y desventajas.....	19
Uso de Extractos Vegetales en la Agricultura.....	19
Generalidades de plantas para obtener los extractos.....	22
Cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i> L).....	22
Composición química	23
Zarza parrilla.....	24
Componentes principales	25
MATERIALES Y MÉTODOS	26
Ubicación del experimento.....	26
Plantas utilizadas en la presente investigación.....	26

Especies evaluadas.....	26
Etapa 1: Evaluación del efecto del ácido giberélico	27
Preparación de las concentraciones del Ácido giberélico (GA ₃) a evaluar	27
Descripción de los tratamientos.....	28
Evaluación de las concentraciones de ácido giberélico en semillas de lechuga .	29
Evaluación	29
Análisis estadístico	30
Etapa 2: Elaboración de extractos vegetales crudos de las plantas zarza parrilla y cola de caballo.....	31
Preparación de los extractos vegetales acuosos y etanólicos.....	31
Concentración, obtención y almacenamiento de extractos crudos.....	31
Etapa 3: evaluación de extractos vegetales crudos	33
Preparación de la dosis de extractos vegetales	33
Prueba de efectividad biológica	34
Siembra de lechuga para su evaluación.....	34
Evaluación	34
Análisis estadístico	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
Estandarización del efecto del ácido giberélico (GA ₃) en tallos de lechuga.....	35
Resultados de la prueba de efectividad biológica de extractos acuosos 120 h.	38
Resultados de la prueba de efectividad biológica de extractos etanólicos 120 h...42	42
CONCLUSIONES	46
LITERATURA CITADA.....	47
APÉNDICES	56
APÉNDICE 1: Análisis de varianza de la estandarización del Ga₃ a las 72 horas	56

APÉNDICE 2: Análisis de varianza de la estandarización del Ga ₃ a las 72 horas. ...	58
APÉNDICE 3: Análisis de varianza de la estandarización del Ga ₃ a las 120 horas...	60
APÉNDICE 4: Análisis de varianza de evaluación de los extractos acuosos	63
APÉNDICE 5: Análisis de varianza de evaluación de los extractos etanólicos.	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Dosis de fertilización y época de aplicación de acuerdo con la demanda fisiológica de cultivo de lechuga.....	10
2	Dosis de los tratamientos utilizados para la estandarización de Ga3 en semillas de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	28
3	Dosis de los tratamientos utilizados para la concentración de los extractos acuosos y etanólicos.....	33
4	Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de <i>Lactuca sativa</i> L., a 72 h.....	36
5	Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de <i>Lactuca sativa</i> L., a 96 h.....	36
6	Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de <i>Lactuca sativa</i> L., a 120 h.....	37
7	Tabla de comparación para la variable longitud de tallo en plántulas de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) extractos acuosos.....	39
8	Tabla de comparación, para la variable longitud de tallo en semilla de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) Extractos etanólicos.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Prueba de efectividad biológica de extractos acuosos para la variable elongación de tallo en lechuga.....	38
2	Comportamiento de la efectividad biológica de los extractos acuosos a diferentes concentraciones.....	40
3	Prueba de efectividad biológica de extractos etanólicos para la variable elongación de tallo en lechuga.....	42
4	Comportamiento de la efectividad biológica de los extractos etanólicos a diferentes concentraciones.....	44

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen		Página
1	Diferencia entre una planta mutante que sobreexpresa citoquininas A) y una planta normal B).....	18
2	Partes de la planta cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i>).....	23
3	Hojas y frutos de zarza parrilla (<i>Smilax áspera</i>).....	24
4	Preparación de las concentraciones del Ácido giberélico (GA3) a evaluar.....	27
5	Siembra de semillas de lechuga en cajas Petri.....	29
6	Evaluación de los tratamientos para determinar la longitud del tallo de las plantas.....	29
7	Secado de tallo de cola de caballo con la ayuda de periódico.....	31
8	Secado de raíz de zarza parrilla con la ayuda de periódico.....	31
9	Filtrado de cola de caballo.....	32
10	Prueba de efectividad biológica de extractos etanólicos para la variable elongación de tallo en lechuga.....	32
11	Envasado de extractos.....	32

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.

Se evaluaron los extractos de las plantas de zarza parrilla (*Smilax áspera*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*) en sus presentaciones de acuosos y etanólicos, para luego ser probados en semillas de lechuga para ver su efecto en el alargamiento del tallo, comparados con un testigo comercial de ácido giberélico (Ga_3) y un testigo a base de agua destilada.

Para la estandarización del ácido giberélico se prepararon seis concentraciones en partes por millón (10000,1000,100,10,1,0.1) con treinta repeticiones, constituidos por diez plántulas de lechuga por repetición, siendo un total de 210 unidades experimentales, los cuales fueron evaluados a diferentes periodos de tiempo (72,96 y 120 horas), de acuerdo a los datos de estandarización se evaluó el efecto de los extractos, que consistió en tres extractos que fueron evaluados a las 120 horas conforme el ensayo estándar, el cual fue el tiempo donde mejor hubo crecimiento del tallo, se compararon con los dos testigos, siendo un total de cinco tratamientos con 30 repeticiones con diez semillas de lechuga por cada repetición, resultando un total de 150 unidades experimentales.

Se encontró que los extractos de zarza parrilla y cola de caballo en su forma acuosa provocan elongación de tallo en lechuga, superando al testigo y a la hormona pura Ga_3 , y ninguno de los extractos etanólicos presentaron efecto positivo sobre el desarrollo de las plantas al no superar a los dos testigos.

Palabras claves: ácido giberélico, cola de caballo, zarza parrilla, estandarización.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son de importancia para la alimentación y buena nutrición, sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por su alto contenido de minerales, vitaminas y proteínas que contribuyen a mejorar y mantener la buena salud (FAO, 2011).

Dentro de las especies alternativas que tienen un alto potencial de rendimiento y se adaptan a lo largo del año, particularmente en invierno, se encuentra la lechuga (*Lactuca sativa* L.) (Martínez *et al.*, 2015).

Alemán (2003) menciona que recientemente se está utilizando una amplia gama de reguladores de crecimiento a base de giberelinas, citocininas y auxinas, para activar o acelerar el proceso de germinación y/o elongación celular para aumentar la producción.

Para el caso de la lechuga a nivel comercial se hace uso del ácido giberélico (GA₃) para inducir crecimiento de tallo floral, florecimiento y para el aumento de la producción de la semilla (Ayala *et al.*, 2000).

Sin embargo, existen otros productos como los extractos de plantas vegetales, que han venido recibiendo mucha atención por el uso potencial que se les ha encontrado, Rodríguez *et al.*(2004) al evaluar los efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de gel de sábila (*Aloe vera* L.) sobre la planta té de Java (*Orthosiphon aristathus*) en tres experimentos bajo condiciones de laboratorio, encontraron que existen efectos positivos en la estimulación del crecimiento en la planta bajo estudio, debido al anterior se consideró evaluar las plantas los extractos de las plantas de zarza parrilla y cola de caballo por ser una fuente potencial de reguladores de crecimiento para promover la elongación celular en el cultivo de lechuga.

OBJETIVOS

- 1) Evaluar el efecto de la aplicación de ácido giberélico en la longitud del tallo en *Lactuca sativa* L.
- 2) Elaboración de extractos, etanólicos y acuosos de zarza parrilla y cola de caballo.
- 3) Analizar el efecto de diversas dosis de extractos de zarza parrilla y cola de caballo en la elongación del tallo en *Lactuca sativa* L. en laboratorio

HIPÓTESIS

Al menos uno de los extractos evaluados estimulará la elongación del tallo en *Lactuca sativa* L.

JUSTIFICACIÓN

Cada día la población requiere más alimentos de alta calidad, que puedan satisfacer sus necesidades y que no causen daño a la salud, es por ello que se han desarrollado nuevas formas de producir alimentos, que sean de una forma más amigable con la salud, sin la adición de enmiendas químicas, es por ello que en esta investigación se busca probar una nueva alternativa de fertilización orgánica para el cultivo de lechuga para evitar el uso de suplementos químicos y sobre todo ser accesibles con el precio del producto final.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y distribución geográfica

La lechuga tiene su centro de origen en la cuenca del Mediterráneo, los primeros indicios de su existencia datan de aproximadamente 4,500 años A. de C. en grabados encontrados en tumbas egipcias, en donde se observan lechugas similares a las conocidas como tipo espárrago (Sierra *et al.*, 2005).

Barreiro (1993) menciona que la lechuga ha sido cultivada por más de 2 mil años. Los primeros usos de la lechuga fueron destinados a la producción de aceite de la semilla. Su descripción como un vegetal cultivado fue hecha por Hipócrates - 343 AC- y Aristóteles -356 AC-. Posteriormente fue llevada a Europa Occidental y cultivada en el nuevo mundo alrededor de 1494.

Clasificación taxonómica

La lechuga pertenece a la familia dicotiledónea más grande del reino vegetal, la *Asterácea*, conocida anteriormente como *Compositae* (Saavedra, 2017).

Se clasifican en diferentes especies dentro de las cuales se encuentran la de hoja suelta *Lactuca sativa* var. *crispa*, conocidas como escarolas ya que sus hojas son numerosas y de borde irregularmente recortado (crespo); y las lechugas de cabeza (*Lactuca sativa*) variedad capitata Janchen que presentan hojas lisas, orbiculares y de textura suave o mantecosa con hojas internas que forman un cogollo amarillento al envolver a las más nuevas, formando una cabeza (Sierra *et al.*, 2005).

Descripción morfológica

Es una planta herbácea y anual, su órgano comestible son sus hojas, los cuales son brillantes de color verde o rojo aspecto fundamental en la preferencia de los consumidores, esta hortaliza es de consumo en fresco ya sea entera o troceada (Carrasco, 2016).

Valor nutricional

Para el caso de la lechuga esta posee de Carbohidratos (g) 20.1 Proteínas (g) 8.4 Lípidos (g) 1.3 Calcio (g) 0.4 Fósforo (mg) 138.9 Vitamina C (mg) 125.7 Hierro (mg) 7.5 Niacina (mg) 1.3 Riboflavina (mg) 0.6 Tiamina (mg) 0.3 Vitamina A (U.I.) 1155 Calorías (cal) 18 (UNAM, 2004).

Galván *et al.* (2008) citado por Cruz Mendoza (2016), mencionan que es una de las hortalizas de hoja más importante y su popularidad ha aumentado en forma progresiva en el mundo, por tratarse de un producto de consumo natural, de sabor agradable y de bajo contenido calórico.

La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90-95%), vitaminas (folatos, provitamina A o betacaroteno y cantidades apreciables de vitamina C), Minerales (potasio y magnesio) y fibra (Rodríguez, 2007).

Se utilizan para la reducción de peso por sus características nutricionales, bajas en contenido de calorías, mucha fibra, vitaminas, minerales y agua el aporte de vitaminas y minerales varía de acuerdo con el tipo de lechuga, entre más oscuras, mayor contenido de vitamina K, A, E, folatos y antioxidantes (González, 2016).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAOSTAT (2014), menciona que el consumo de lechuga puede contribuir a estimular la producción de células inmunológicas, llamadas células linfoides innatas, las cuales ayudan al control de las alergias a los alimentos, e incluso el desarrollo de cáncer intestinal.

Importancia económica

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es un cultivo de gran importancia económica nacional e internacionalmente debido a su alta demanda en el mercado ya que se consume en fresco para ensaladas y como decoración en la gastronomía, su importancia también recae en que se adapta a casi cualquier clima, ya que tolera los climas fríos como pocos cultivos. (González y Zepeda, 2013).

La producción de hortalizas en México es abundante la mayor parte del año gracias a nuestra ubicación geográfica, la cual propicia la riqueza de climas y de ecosistemas. Debido a ello, nuestro país se encuentra en el cuarto lugar de productores y exportadores en el mundo y el primero del continente. Según la Secretaría de Economía (SE) la participación de México en el mercado de EE. UU. ha sido la máxima en la historia. El valor exportado en 2010 fue de 145 millones de dólares (SE, 2010).

Importancia social

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las más importantes, dentro de las hortalizas de hoja en los tres ingredientes básicos de las ensaladas que son el tomate, cebolla y lechuga; esta última sobresale y ha sido pieza fundamental del arte culinario, se utiliza en todo tipo de comida, aunado a la gran demanda que tiene actualmente y su alto valor nutritivo es buen abastecedor de vitaminas, minerales y sales indispensables para el organismo (Saavedra, 2017).

Su consumo usualmente es en fresco en infinidad de recetas y como base de ensaladas buen aperitivo de la población (SIAP, 2018).

Variedades de lechuga

Saavedra (2017), distingue cinco variedades botánicas de lechuga que se nombran a continuación:

***L. sativa* L. var. *longifolia* (Lam.) Janchen:** Son lechugas que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos. Son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos.

***Lactuca sativa* L. var. *capitata* (L.) Janchen:** Variedades que forman un cogollo apretado, la forma de sus hojas suele ser ancha y corresponden a las lechugas conocidas como de amarra, mantecosas o españolas.

***Lactuca sativa* L. var. *crispa* L.** Este tipo corresponde a las lechugas que forman cabeza, como las Great Lakes o Batavias.

***Lactuca sativa* L. var. *acephala* Dill:** Esta subespecie de lechuga se caracteriza por tener las hojas sueltas y dispersas, corresponden a las llamadas Lollo Rosa.

***Lactuca sativa* L. var. *augustuana* All:** Son las lechugas espárrago o de tallo cultivadas solamente en China.

Según el SIAP (2018), en México se han cosechado cuatro tipos y/o variedades de lechuga que se mencionan a continuación:

Baby LEAF: Son brotes tiernos que se recolectan cuando su tamaño aún es bastante pequeño (de ahí su nombre “baby”), entre ocho y 12 centímetros.

Escarola

Principalmente se siembra la de hojas rizadas, tiene un sabor ligeramente amargo que da ese toque especial.

Orejona

Tiene sus hojas largas que abrazan el tallo, de textura crujiente y hermoso color verde oscuro, y como otras lechugas, alrededor del 17% es proteína.

Romana

Es la variedad de lechuga más común, con forma de ovillo compacto, similar al de una col; sus hojas son largas y redondas, crujientes y de sabor suave y acuoso.

Producción mundial

Según la FAOSTAT (2015) a nivel mundial los países que más producen son: China en primer lugar con una producción de 13,504,800 toneladas, seguida de EUA con 3,586,106 toneladas y la India con 1,080,000 toneladas.

Producción Nacional

A nivel nacional según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) la entidad con mayor producción en el año 2016 fue Guanajuato, con un total de 44 mil 873 toneladas, la segunda posición la ocupó Baja California, con 26 mil 440 toneladas; destaca que en esta entidad se tenían programadas 18 mil 210, cifra que ya fue rebasada, en tercer lugar, se ubica Aguascalientes con 26 mil 438 toneladas en este ciclo, que incluye cultivos de riego más temporal, el cuarto lugar lo ocupa Zacatecas con un volumen de 23 mil 61 toneladas y la posición cinco Puebla, que hasta el momento ha obtenido un total de 21 mil 309 toneladas por hectáreas (Montés de Oca, 2016).

Y según para Según el SIAP (2018), menciona que el volumen alcanzado de lechuga en el año 2017 en 22 entidades fue de 466,803 toneladas, 6.1% más que en 2016. Se espera que la intención de Siembra de lechuga para el año agrícola 2018 cubra una superficie de 22.4 mil hectáreas, con una producción a obtener de 521.6 mil toneladas, 11.7% arriba del año anterior.

Manejo del cultivo

Temperatura

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre 14-18°C por el día y 5-8°C por la noche, ya que la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día y 3-5°C por la noche (Sierra *et al.*, 2005).

Suelos

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta (se desarrolla) bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello (Sierra *et al.*, 2005) (Martínez, 2012).

Propagación

La lechuga se propaga por semillas especialmente en semilleros especializados o a campo abierto. La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta con pilón obtenida en semillero. Se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alvéolos, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad (Sierra *et al.*, 2005).

Siembra

La plántula de Lechuga se obtiene a partir de los 25 días, y a esta fecha ya estará lista para su trasplante, son aconsejables densidades que oscilan entre 11 y 13 plantas por m²., en cuanto al marco, se aconseja el tres bolillo con un arreglo topológico: Trasplante y a tres bolillos con una distancia entre plantas: 25 cm con una densidad de siembra de 11-13 plantas/m² con un tiempo de cosecha de 60-90 días dependiendo la variedad (SAGARPA , 2014).

Labores culturales

Reposición de marras

Consiste en reponer las plántulas que no han sobrevivido al trasplante. Algunas veces es necesario eliminar plantas si el cultivo ha quedado demasiado denso (especialmente cuando se emplea la siembra directa). A esta práctica se le llama raleo, al realizarlo nos aseguramos de que el aire circule de forma adecuada y evitaremos la presencia de enfermedades (Semenis, 2017).

Blanqueo

La técnica del blanqueo se utiliza en lechugas de hoja alargada (tipo Romana), consisten en atar el conjunto de hojas con una goma. Actualmente la mayoría de las variedades cultivadas acogollan por sí solas, se realiza entre 5 y 7 días antes de la recolección (Sierra *et al.*, 2005).

Riego

Carrasco y Sandoval (2016), recomiendan que en la fase inicial del cultivo se busca lograr un pequeño estrés hídrico moderado ya que se necesita que las raíces exploren el suelo para que cuando ocurra la elongación del tallo floral y las ramificaciones, las raíces proporcionen un buen anclaje y no existan caídas o tendeduras de plantas, la lechuga es una planta sensible a la sequía. Los riegos deben ser frecuentes y con poca cantidad de agua, para evitar problemas de encharcamientos que pueden ocasionar podredumbres a la altura del cuello. Se recomienda el riego por goteo, por el ahorro de agua que supone.

El cultivo de lechuga requiere una lámina de riego de 50 cm, más 10 cm de lavado de sales. La lámina de riego puede ser distribuida en 6 mm diarios de agua durante los meses frescos (otoño-invierno) y 10 mm durante los meses cálidos (primavera-verano). Por gravedad, de preferencia por multicompuertas, el cultivo requiere de seis a siete riegos, aunque por la eficiencia de riego parcelario, la lámina de agua se ve

incrementada hasta 80 cm/Ha y por presurización es posible aplicar láminas de riego de demanda diaria (Díaz *et al.*, 2011).

Fertilización en lechuga

En lechuga con la finalidad de obtener un buen rendimiento y calidad de producto, es importante que la planta a los treinta días ya haya formado un esqueleto robusto, lo cual se logra realizando una buena fertilización; en caso contrario se afectará drásticamente el potencial de rendimiento de las variedades. En el cuadro 1 se presentan las dosis óptimas de nitrógeno, fósforo y potasio, así como los productos foliares que aportan elementos menores al cultivo. Se presenta además la época en que deben suministrarse al cultivo (Díaz *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Dosis de fertilización y época de aplicación de acuerdo con la demanda fisiológica de cultivo de lechuga.

Días de cultivo	(kg/Ha)			Elementos menores
	N	P	K	
0	10	5	10	
5	15	5	10	Bayfolán, 1L/ha
15	25	10	40	Packard, 1L/ha
25	50	15	40	Bayfolán, 1L/ha
35	25	10		
45	20	5		
50	20	5		

Cabe mencionar que, al aplicar los fertilizantes en el agua de riego, su distribución es mejor, de acuerdo con la demanda fisiológica de las plantas, lo que le permite tener buen desarrollo y buena producción, mayor eficiencia en el empleo de los fertilizantes, ya que se produce un incremento de las cosechas con menores dosis de abono, menores pérdidas de nutrientes por lixiviación y, por tanto, hay una mejora

medioambiental, comodidad de aplicación y ahorro de mano de obra, sobre todo si se utilizan abonos líquidos.

Cosecha

La lechuga de hoja alcanza su tamaño máximo en 50 ddt (días después del trasplante) la madurez está basada en la compactación de la cabeza, una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada, para la obtención de semilla, dejar que la planta termine su ciclo completo hasta que genere flores y después frutos y cuando estos ya estén secos, recolectar la semilla, esto ocurre aproximadamente a los 190 dds (días después de la siembra) (Lopez *et al.*, 2014).

Uso de fertilizantes

La fertilización o abonado en la agricultura consiste en aplicar fertilizantes o elementos nutritivos que necesita la planta, incorporados de forma directa al suelo, o también disueltos en el agua de riego, como por ejemplo las aplicaciones a través de un sistema de riego por goteo (Villablanca *et al.*, 2010).

La SAGARPA (2016) menciona que la aplicación racional de fertilizantes tiene efectos favorables y esenciales para la fertilidad del suelo, el rendimiento y la calidad de las cosechas.

Por lo que es recomendable, que la dosis de fertilización se determine mediante la elaboración de un balance nutricional completo, el cual depende en gran medida de los antecedentes culturales: fertilización del cultivo anterior, enmiendas orgánicas, tipo de cultivo anterior y residuos de este, etc. Además del clima y su influencia sobre la mineralización del nitrógeno, es aquí, donde se incorpora la fertilización mineral, en donde los distintos fertilizantes disponibles en el mercado se utilizan para complementar los aportes del suelo (Villablanca *et al.*, 2010)

Para el caso de las hortalizas la producción comercial exitosa requiere que el productor haga uso óptimo de los recursos disponibles. Antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, todas las fuentes disponibles de los nutrientes deberían ser utilizadas, por ejemplo: excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, paja, estiba de maíz y otros materiales de origen orgánico (FAO, 2002).

Fertilización Orgánica

La demanda de alimentos sanos y de alta calidad es creciente, los volúmenes y características de los productos están ligados a una buena nutrición de la planta y a la posibilidad de que esta exprese plenamente sus características y potencial genéticos, en las mejores condiciones ambientales y de manejo, para su desarrollo (Yáñez, 2002).

Labrador (1996), citado por Álvarez *et al.* (2010), mencionan que el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo que permitan un manejo adecuado de los nutrimentos para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimar las variables edáficas ligadas a su conservación.

Pero en los últimos años el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado muchos problemas en la agricultura, entre ellos se mencionan la contaminación del medio ambiente, fuga de divisas, aumento de costos en la producción y salinización de los suelos, muchos agricultores se han vuelto dependientes de estos productos porque desconocen la eficacia de los abonos orgánicos y sus beneficios (Julca *et al.*, 2006).

En la conservación de la calidad del suelo es esencial la aplicación de fertilizantes naturales, ya que todos los métodos utilizados por la agricultura orgánica garantizan la presencia de microorganismos benéficos que facilitan la fijación de nutrientes y la absorción por las plantas (Muñoz *et al.*, 2013).

En su trabajo de investigación Rodríguez *et al.* (2009), concluyen que producir tomate en invernadero utilizando abonos orgánicos aumenta considerablemente los rendimientos.

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica (Julca *et al.*, 2006).

Ya que los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (López *et al.*, 2001).

De manera sintetizada, podemos decir que los compuestos orgánicos o también llamados biofertilizantes (BP) son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección y a su buen desarrollo (Grageda *et al.*, 2012).

Los fertilizantes orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de la adecuada utilización, elevan de manera importante la cosecha de los cultivos agrícolas.

Por su parte Rodríguez *et al.* (2009) mencionan que, en la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva a resultados satisfactorios.

Muñoz *et al.* (2014) en su trabajo de investigación con el cultivo de chile determinaron que los efectos del abono orgánico (composta) influyen en el desarrollo fenológico debido a los nutrientes que aportan, como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio a mediano y largo plazos.

Gómez *et al.* (1999) citado por Vázquez *et al.* (2015) mencionan que la concepción amplia de agricultura orgánica se basa en los sistemas de producción integrales que

utilizan insumos naturales a través de prácticas especiales, como el compost, los abonos verdes, los cultivos trampa, los extractos vegetales y el control biológico, generando un producto libre de residuos tóxicos.

Uso de reguladores de crecimiento en la agricultura

La capacidad productiva de un cultivo está dada por sus características genéticas en relación con el ambiente, sin embargo, la parte genética solo almacena la información de los procesos que son capaces de llevarse a cabo en los vegetales y son otros compuestos los que ejecutan la orden, las hormonas o reguladores son uno de estos compuestos (Azcón, 2000).

Por su parte Devlin (1982) aplica el término regulador para hacer referencia a cualquier sustancia que pueda modificar los procesos fisiológicos de las plantas, los cuales son compuestos orgánicos distintos a los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico en la planta.

Azcón (2000), menciona que los reguladores de crecimiento o las fitohormonas son sustancias que pueden o no trabajar en el lugar de síntesis o ser transportadas a otra parte de la planta por diferentes medios y actúan regulando y coordinando todas las actividades fisiológicas que en ella suceden.

Desde otro punto de vista los reguladores del crecimiento actúan como productos activadores del crecimiento y desarrollo de las plantas, aportando compuestos directamente utilizables es por ello por lo que la aplicación de productos como reguladores de crecimiento en los cultivos va teniendo cada vez más importancia, desde el punto de vista económico y ecológico (Terry *et al.*, 2011).

Ramírez *et al.* (2005), en numerosos trabajos demostraron que la participación de los productos reguladores de crecimiento para la mejora del cultivo de chile habanero incrementó el número de flores durante su aplicación.

Regularmente los cultivos responden a la aplicación de este tipo de productos ya que las plantas están continuamente sujetas a estrés ambiental y de manejo y al impacto en el desarrollo por plagas y enfermedades (Yañez, 2002).

Venegas *et al.* (2016) mencionan que La aplicación exógena de reguladores de crecimiento, específicamente el uso de la mezcla de giberelinas cuatro más siete (GA4/7) en una concentración de 1000 mg L⁻¹, induce un aumento significativo de estróbilos masculinos. Además, este fitorregulador incrementa el largo de brotes apicales, y combinado con bencilaminopurina (BAP) produce un aumento de brotes vegetativos.

Tipos de reguladores de crecimientos

Las principales hormonas son las auxinas, las giberelinas, las citocininas, el etileno, el ácido abscísico, los brasinoesteroides, el ácido salicílico, los jasmonatos, y las poliaminas. En la agricultura actual, existen en el mercado de agroquímicos distintos productos que contienen las hormonas antes referidas y/o ingredientes similares (algunos mencionados de forma abierta en la etiqueta y otros evitándolo), así como otros con compuestos distintos que también ejercen efecto tipo hormona; todos ellos se pueden utilizar para regular procesos fisiológicos y con ello mejorar el rendimiento y/o la calidad de las cosecha, la vida postcosecha o alguna etapa operativa de manejo del cultivo (Díaz, 2009).

Hormonas vegetales

Fichet (2017), describe que una fitohormona u hormona vegetal se define como una sustancia orgánica, distinta de los nutrientes, activa a muy bajas concentraciones, a veces producida en determinados tejidos y transportada a otro tejido, donde ejerce sus efectos, pero también puede ser activa en los propios tejidos donde es sintetizada, son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que coordinan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Rojas (2001), citado por Mendoza (2006), menciona que 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.

Ondarza (1980), citado por Pliego (2002), sustentó que la existencia de sustancias químicas fisiológicamente activas fue sospechada desde hace mucho tiempo por Darwin, quien en 1880 en su libro "el poder del movimiento en las plantas", llegó a la conclusión de que alguna "influencia" debía operar desde el ápice de los tallos, la cual hacía que la planta respondiera a la luz.

Las hormonas juegan un papel muy importante en la expresión fenotípica de los cultivos ya que estas actúan como mensajeros entre el genotipo y el ambiente, por ejemplo, cuando la planta está expuesta a condiciones de sequía o bajos niveles de humedad, se estimula la síntesis del ácido abscísico, el cual actúa sobre la activación de los genes específicos de resistencia a dichas condiciones en el interior de la planta (Yañez, 2002).

Auxinas

El ABA es una fitohormona descubierta en frutos jóvenes de algodón en los años 60, a la que se le llamó primeramente dormina o abscisina. desde esa fecha hasta la actualidad se ha encontrado en numerosas especies de plantas y musgos. Las funciones más descritas del ABA están relacionadas con los procesos de maduración, la adquisición de tolerancia a la desecación y dormancia de la semilla, también es muy importante en el desarrollo de la planta, así como en la respuesta de esta al estrés biótico y abiótico (Chávez *et al.*, 2012).

Woodward y Bartel (2005) citado por Cuesta *et al.* (2014) mencionan que en muchas especies la formación de raíces adventicias en estaquillas es promovida por auxinas como el ácido indol-3-acético (AIA) y ácido indol-3-butírico (AIB).

Una de las características más sobresalientes de esta fitohormona es que está distribuida diferencialmente entre células y tejidos; en algunos casos se acumula localmente en una célula o un grupo de células, en otros cambia su distribución entre células y, finalmente, también puede tener una distribución diferencial en los tejidos vegetales (Garay *et al.*, 2014).

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas. La forma predominante en las plantas es el ácido indolacético (IAA), muy activo en bioensayos y presente comúnmente en concentraciones nanomolares (Jordán *et al.*, 2006).

Giberelina

En plántulas la síntesis y presencia de altos contenidos de estas hormonas se detecta en hojas, yemas en activo crecimiento, en material adulto a nivel de frutos y en menor medida en raíces. Juega un papel muy importante para el crecimiento, floración, germinación, reservas, partenocarpia, desarrollo del fruto, crecimiento en longitud de la raíz principal e inhibición de la ramificación radical, inhibición del desarrollo de pigmentos en fruta, sus principales formas activas son: GA₁, GA₃, GA₄ y GA₇ (Fichet, 2017).

Las giberelinas (GAs) son hormonas de crecimiento diterpenoides tetracíclicos involucrados en varios procesos de desarrollo en vegetales. A pesar de ser más de 100 el número hallado en plantas, sólo son unas pocas las que demuestran actividad biológica (Jordán *et al.*, 2006).

Citocininas/citoquininas/citosinas

Las citocininas son hormonas esenciales en el accionar de varios procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas y relacionados a la acción de varios genes (Jordán *et al.*, 2006).

Las citoquininas o citosinas son hormonas vegetales, fitohormonas, imprescindibles en la regulación del desarrollo y mantenimiento de los tejidos vegetales. Junto con las giberelinas y las auxinas se encargan de la regulación de los procesos fisiológicos de los vegetales, las citoquininas juntamente con las auxinas controlan el ciclo celular (Contreras, 2013) en la imagen 1. se observa una planta mutante que sobre expresa citoquininas, en que se ve la pérdida de dominancia apical A) y una planta normal B).

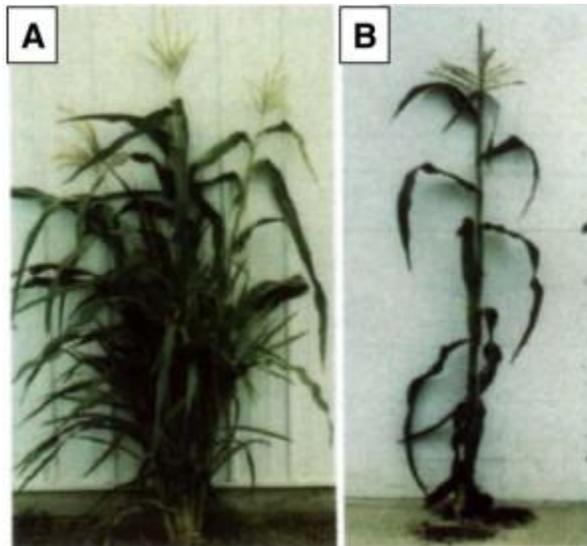


IMAGEN 1.Diferencia entre una planta mutante que sobreexpresa citoquininas A) y una planta normal B).

Fuente: Contreras, R. 2013.Hormonas vegetales: Fisiología Vegetal

Ventajas y desventajas

Quizá el factor más importante que justifica el uso de los biorreguladores en los cultivos es el de una necesidad comercial, ya que su uso permite desde programar cosechas, mejorar significativamente la calidad de las cosechas y el uso de los biorreguladores está fuertemente ligado por la especie y/o variedad y de esto dependerán las dosis y modos de empleo (Díaz, 2017).

Uso de Extractos Vegetales en la Agricultura

Cabe señalar que hoy día se está utilizando una amplia gama de reguladores de crecimiento a base de giberelinas, citocininas y auxinas, para activar o acelerar el proceso de germinación y/o elongación celular.

El uso de agroquímicos era mínimo y se consideraban alternativas diversas como aceites, cenizas, cal, harina, leche, jabones, petróleo, sal entre otros, siendo los extractos vegetales una alternativa viable para el manejo de diversas plagas y enfermedades, que de tiempos muy remotos se han utilizado dentro de la agricultura, cabe mencionar que existen muchas especies de plantas que cuentan con propiedades diversas, como insecticidas, repelentes, atrayentes o inhibidores (CIMMYT, 2016).

Hay algunos que se han hecho a partir de algas marinas cuyos componentes mayoritarios son compuestos de tipo hormonal, principalmente citoquininas. Existen Otros extractos como son los del grupo de los triacotanoles o los brasinólidos, todos estos biorreguladores han mostrado incrementos en el rendimiento en diversos cultivos (Quintana, 2009).

Zermeño *et al.* (2015), mencionan que los extractos de algas marinas como biofertilizantes son materiales naturales que incrementan el crecimiento, rendimiento y mejora la calidad de los cultivos.

Los extractos vegetales pueden ser preparados de diferentes maneras, como tés o infusiones, macerados o licuados de plantas que se deben reposar en disolventes como alcohol etílico o agua (CIMMYT, 2016).

Diversos trabajos nos demuestran que cada día los extractos vegetales se están volviendo muy importantes en la agricultura y que su aplicación tendrá teniendo más auge en los próximos años gracias al descubrimiento de nuevas propiedades de otras plantas.

Nava *et al.* (2010) demostraron que los extractos acuosos de batamote, eucalipto y paraíso, son una alternativa amigable con el medio ambiente, viable para ser usados para controlar el gorgojo del frijol.

Por otro lado, Rodríguez *et al.* (2000), mencionan que el empleo de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades en el marco de una agricultura sostenible constituye una alternativa promisorio, debido a su elevada efectividad, bajo costo y no ser contaminantes del ambiente.

Mendoza (2006), demostró que el extracto de agua de coco tiene efectos positivos en la producción de chile tipo “Anaheim”, en invernadero.

Borges *et al.* (2016) en su trabajo de Investigación con morera concluyen que existe potencial de emplear los extractos etanólicos de *Gliricidia sepium*, *Melissa officinalis* y *Coleus amboinicus* obtenidos a partir de sus brotes jóvenes (cogollos) para favorecer la propagación vegetativa de la morera durante la fase inicial de crecimiento, lo cual podría contribuir a establecer un manejo orgánico para esta especie.

Lopez *et al.* (2005) en su trabajo de investigación demostraron que las propiedades del Nim como extractos resultan ser muy efectivos para el combate de importantes plagas agrícolas.

El uso de extractos naturales cada vez más aceptado debido a su importancia agrícola partiendo de la necesidad de emplear compuestos eficaces que no provoquen efectos negativos para la salud y el ambiente.

Rojas (2010), al evaluar siete especies vegetales del semidesierto mexicano (hojasén, orégano, yuca, nopal, gobernadora, nogal y lechuguilla) como reguladores del crecimiento, en semillas de Lechuga (*Lactuca sativa* c.v. Grandes Lagos), y Semillas

de Trigo (*Triticum aestivum* L.) al evaluar la presencia de giberelinas concluye lo siguiente:

Gobernadora. Este extracto resultó inhibitor significativo para la síntesis de giberelinas,

Nogal. Para el extracto hecho a base de alcohol etílico se encontró presencia de ácido giberélico, por lo que se detecta que este extracto puede tener la capacidad de inducir crecimiento vegetativo en los cultivos comerciales

Yuca. Con extractante agua resultó positivo en la presencia de ácido giberélico.

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.

Lechuguilla. Al igual que la gobernadora tiene un efecto general como inhibitor de la síntesis de giberelinas, ya que resultó inhibitor de la elongación del coleóptilo.

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.

Generalidades de plantas para obtener los extractos

Cola de caballo (*Equisetum arvense* L)

La cola de caballo es un género de helechos llamados comúnmente “colas de caballo” de distribución mundial y de mayor riqueza en el hemisferio norte. Este género es reconocible por los ejes longitudinalmente surcados con costillas, por lo general pronunciadas, con hojas verticiladas reducidas a escamas que forman una vaina y por esporofilos agrupados distalmente en unas estructuras a manera de cono llamados estróbilos (León, 2012).

La familia de los equisetos, también conocida como la familia de las colas de caballo, es una familia fácilmente diferenciada por su morfología y apreciada, además, por ser de fácil acceso debido a que se encuentra en casi cualquier parte del mundo (Escárcega *et al.*, 2017).

presenta una morfología claramente divisible en dos partes: la primera subterránea, corresponde a un rizoma largo y articulado, con raíces adventicias brotando de los nódulos, y pequeños cuerpos tuberosos de color negro intenso, similares a la patata (Mabberley, 1997)., la segunda, aérea, corresponde a la parte herbácea de la planta, dividida en dos tallos: uno fértil y otro infértil; fácilmente diferenciables. El tallo fértil, crece erecto pudiendo alcanzar hasta 30 cm de altura. Son gruesos, sin ramas y de textura succulenta, similar a un esparrago, y de color pardo blanquecino. Estos tallos son coronados por los esporangios, en forma de una espiga de aproximadamente cuatro cm de longitud (Escárcega *et al.*, 2017) como se muestra en la imagen 2.

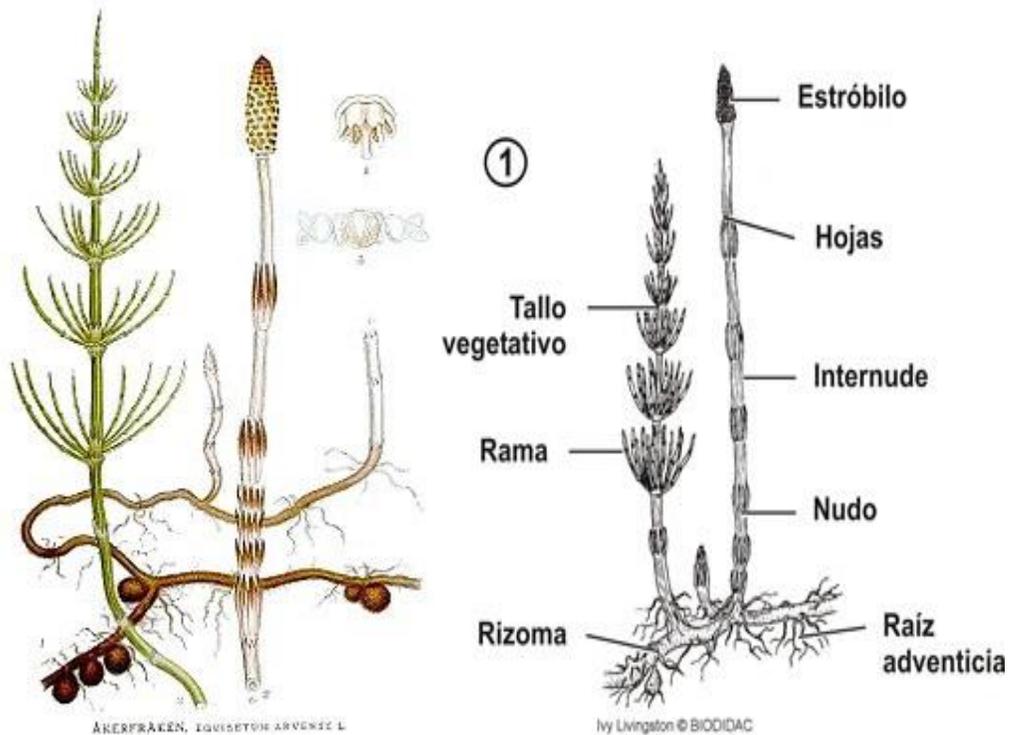


IMAGEN 2. Partes de la planta cola de caballo (*Equisetum arvense*).

Composición química

Al igual que su morfología, la composición química del *Equisetum arvense* L. es considerada como inusual pudiendo encontrar ácidos, glucósidos saponínicos, flavonoides, entre otros, como se desglosa a continuación (Marbeley, 1997).

Ácidos: Silícico, Oxálico, Málico, Equisético y Gálico.

Glucósido saponínico: Equisetonósido

Alcaloides: Nicotina

Óxido: Sílice

Ácidos fenólicos: Apigenina 5-O-glucósido, metil-esteres de protocatecuico, 5-O-cafeoilshikímico, ácido meso tartárico monocafeoil, ácido meso tartárico dicafeoil.

Flavonoides: Quercetina, isoquercetina, quercetina 3-O-glucósido, quercetina 3-O-(6"-O-malonil glucósido) kaempferol 3-O-glucosido.

Zarza parrilla

La Zarza parrilla (*Smilax áspera*) es originaria de Europa Central y Oriental, sin embargo, algunas especies tienen su origen en algunas regiones de Asia y en América (Leod *et al.*, 2014).

Es un bejuco de raíz gruesa, su tallo largo flexible y espinoso, las hojas redondeadas y acorazonadas, las flores son pequeñas y numerosas en umbelas axilares, el fruto es una baya redondeada roja más o menos oscura y de color negro cuando el fruto está maduro, todas las bayas forman un racimo como el de las uvas como se muestra en la imagen 3 (Esparza, 2014).



IMAGEN 3.. Hojas y frutos de zarza parrilla (*Smilax áspera*).

Fuente: Esparza, B.2014. Revista Acofarma.

Según Cruz (2008) es una planta subarborescente, trepadora; rizomas nudosos y cortos desde donde parten raíces, de hasta dos metros de largo y medio centímetro de grosor; tallos largos y espinosos; hojas alternas, verdes, acorazonadas, con espinas en los bordes; flores blancas, verdes, o amarillas; frutos como guisantes verdes, rojos a negruzcos. La raíz de zarzaparrilla, también llamada zarza morisca, cada vez se consume en mayor medida debido a sus propiedades diuréticas y depuradoras del organismo (Hipólito, 2017).

Componentes principales

Saponinas (0.5 %) :Principios activos de mayor interés , algunas de las cuales son esterólicas: Entre ellas destacan la smilasaponina, sarsasaponina, parillina,salseparina y esmilagenina, por hidrólisis se derivan la sarsapogenina e isosarsapogenina, además, contiene fitosteroles como el sitosterol, el estigmasterol y el sitisterol-d-glicósido, entre otros, así como un principio amargo denominado esmilacina, se ha identificado la presencia de aceite graso, resina (2.5 %) taninos, almidón, y azúcares (Loaiza *et al.*2015).

Mesías (2016), identificó metabolitos secundarios de la raíz de zarzaparrilla (*Smilax áspera*), para la elaboración de una bebida, mediante tamizaje fitoquímico y por cromatografía en capa fina, cuyos resultados demuestran la presencia de flavonoides que mediante espectrofotometría UV-visible se cuantificó obteniéndose un valor 5.92% expresado en Apigenina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó acabo en el periodo de agosto-abril (2016-2017) en el Laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista Saltillo Coahuila, México la cual se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 22" de latitud Norte y 101° 02" longitud Oeste y a una altitud de 1742 msnm.

Plantas utilizadas en la presente investigación

Para obtener los extractos se utilizaron plantas de *zarza parrilla (Smilax áspera)* y *cola de caballo (Equisetum arvense)*. Las cuales fueron recolectadas en la localidad Barrio Nueva Argentina del Municipio de Siltepec Chiapas que se encuentra ubicada en las coordenadas GPS:

Longitud (dec): -92.518611

Latitud (dec): 15.499167

La localidad se encuentra a una mediana altura de 1640 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Especies evaluadas

Para probar los extractos se utilizaron semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) de la variedad romana adquiridas en una tienda distribuidora de semillas ORTIPER los extractos naturales obtenidos de las plantas zarza parrilla (*Smilax áspera*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*).

Etapa 1: Evaluación del efecto del ácido giberélico

Preparación de las concentraciones del Ácido giberélico (GA₃) a evaluar

Solución madre: Se pesó 1.0 g de GA₃ grado reactivo 99.9% de pureza, posteriormente se disolvió en 100 mL de Etanol al 90% obteniendo una concentración de 10,000 ppm de GA₃/ mL, el cual se almacenó en un frasco de vidrio de 150 mL y colocando en refrigeración a 4°C, una vez realizada la solución madre se procedió a realizar una serie de concentraciones que dan origen a los tratamientos evaluados para estandarizar la hormona (GA₃) utilizando las siguiente fórmula:

$$C1V1=C2V2$$

Donde:

C1: concentración a la que se encuentra el compuesto

V1: volumen que hay que tomar de la solución

C2: concentración a la que queremos que este la nueva concentración

V2: volumen que queremos que este la nueva concentración(C2).



IMAGEN 4 .Preparación de las concentraciones del ácido giberélico (GA₃) a evaluar

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados en las siguientes dosis las cuales se describen en el cuadro 2:

Cuadro 2. Dosis de los tratamientos utilizados para la estandarización de Ga₃ en semillas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Tratamiento	Concentración ppm	mL de H ₂ O destilada	mL utilizados de solución madre
1	10000	99	1 = 1000 µL
2	1000	99.90	0.1 = 100 µL
3	100	99.99	0.01 = 10 µL
4	10	99.999	0.001 = 1 µL
5	1	99.9999	0.0001 = 0.1 µL
6	0.1	99.99999	0.00001=0.01
7	Tx	100	0

Donde cada tratamiento se preparó en un volumen final de 100 mL y mediante micropipetas se añadió la cantidad correspondiente de la solución madre como se muestra en el cuadro anterior a excepción del tratamiento 1 donde solo se pesó la cantidad de GA₃ y se disolvió en 100 mL de agua destilada.

Evaluación de las concentraciones de ácido giberélico en semillas de lechuga

En cajas Petri se colocó papel filtro y después se agregó 2 mL de agua purificada para humedecer. En cada cajita ya humedecida se colocaron 10 semillas con 3 repeticiones para siete tratamientos y todas se colocaron en una cámara de crecimiento a 25°C, bajo luz blanca siendo un total de 210 unidades experimentales dejándolos por 24 horas para luego retirar el agua sobrante y aplicar 1 mL de cada una de las soluciones.

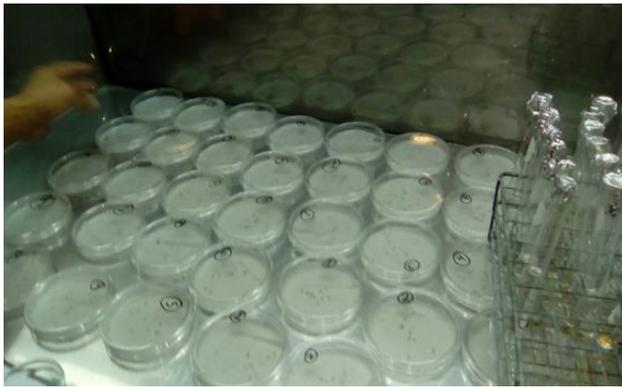


IMAGEN 5. Siembra de semillas de lechuga en cajas Petri.

Evaluación

Los siete tratamientos con sus 30 repeticiones fueron evaluados a las 72,96 y 120 horas para determinar el tamaño del tallo de la planta medidas en milímetros (mm) con la ayuda de una hoja milimétrica para obtener datos exactos.

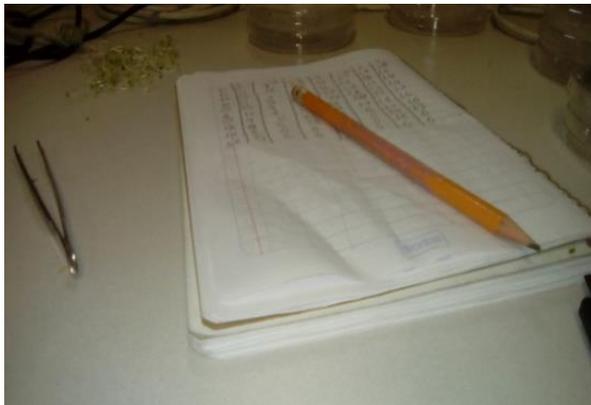


IMAGEN 6. Evaluación de los tratamientos para determinar la longitud del tallo de las plantas.

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, en total se evaluaron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno. Las variables se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9.0 con un nivel de significancia $P=0.05$ para poder determinar si algún tratamiento difería de los demás y posteriormente determinar cuál de todos fue el mejor, esto se realizó en la estandarización, así como en la evaluación de los extractos.

Etapa 2: Elaboración de extractos vegetales crudos de las plantas zarza parrilla y cola de caballo

Preparación de los extractos vegetales acuosos y etanólicos

En primera etapa se secó el material vegetal con la ayuda de periódico, se molió la planta seca en un molino de mano hasta pulverizarlo se pesó 200 g de cada material vegetal molido y se depositaron en frascos de vidrio de 1L luego se le añadió 200 mL de agua destilada estéril y agregando 800 ml de solvente (etanol y agua) según sea el caso y se dejó reposar por 30 días.



IMAGEN 8.Secado de tallo de cola de caballo.



IMAGEN 7. Secado de raíz de zarza parrilla.

Concentración, obtención y almacenamiento de extractos crudos

En la segunda etapa ya transcurrido los 30 días de reposo del preparado de los extractos se procedió a filtrar el extracto que consistió en vaciar el preparado a un matraz con un embudo buchner, cubierto por el papel filtro para así obtener un filtrado de cada extracto, teniendo el filtrado se concentró en el rotavaporador con las siguientes temperaturas para acuosos 90 °C y para etanólicos 70°C, para esto se utilizó un baño calefactor donde se calibró la temperatura. Después el concentrado se envasó en frascos de vidrio de color ámbar de 50 mL y posteriormente se almacenó

en un refrigerador a 4 °C Durante 30 días para lograr un compuesto fermentado para luego preparar solución madre para su evaluación.

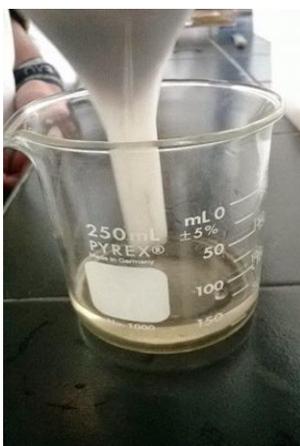


IMAGEN 10.Filtrado de cola de caballo.



IMAGEN 9.Filtrado de zarza parrilla.



IMAGEN 11. Envasado de extractos

Etapa 3: evaluación de extractos vegetales crudos

Preparación de la dosis de extractos vegetales

De la misma manera que en la estandarización, diluimos 1 mL de extracto en 99 mL de agua destilada en un vaso de precipitado de 100 mL para tener la solución madre a 10,000 ppm, luego se prepararon los demás tratamientos con las siguientes concentraciones: 1,000 ppm, 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm y 0.1 ppm.

De la solución madre se tomó 1 mL de solución el cual fue colocado en uno de los vasos de precipitado con 99 mL de agua destilada para obtener la concentración de 1000 ppm y así sucesivamente para cada tratamiento. Este procedimiento se realizó para todos los extractos como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Dosis de los tratamientos utilizados para la concentración de los extractos acuosos y etanólicos.

Tratamientos	Concentración ppm	mL de H ₂ O destilada	mL utilizados de extractos
Zarza parrilla (Z.P)	10000	99	1 = 1000 µL
	1000	99.90	0.1 = 100 µL
	100	99.99	0.01 = 10 µL
Cola de caballo (C.D.C)	10	99.999	0.001 = 1 µL
	1	99.9999	0.0001 = 0.1 µL
Fibrillas cola de caballo (F..C.D.C)	0.1	99.99999	0.00001=0.01
Agua destilada	Tx	100	0

Prueba de efectividad biológica

Siembra de lechuga para su evaluación

En cajas Petri se colocó papel filtro y después se agregó 2 mL de agua purificada para humedecer. En cada cajita ya humedecida se colocaron 10 semillas con 30 repeticiones para cinco tratamientos, y todas se colocaron en una cámara de crecimiento a 25°C, bajo luz blanca siendo un total de 150 unidades experimentales, dejándolos por 24 horas para luego retirar el agua sobrante y aplicar 1 mL de las soluciones según sea el tratamiento.

Evaluación

Los cinco tratamientos con sus 30 repeticiones fueron evaluados a las 120 horas conforme el ensayo de estandarización, el cual consideramos que fue el tiempo donde mejor hubo crecimiento, así mismo para determinar el tamaño del tallo de la planta se midieron con la ayuda de una tabla milimétrica para obtener datos exactos en milímetros (mm), los datos arrojados por la estandarización del Ga₃ tomando los mejores tratamientos que mejor efecto positivo tuvieron, se compararon con los datos arrojados por los extractos para determinar los mejores tratamientos.

Análisis estadístico

Para determinar las comparaciones y el comportamiento de cada uno de los tratamientos. El análisis de los datos se efectuó utilizando el programa de Statistical Analysis System (SAS) versión 9.0 con un nivel de significancia de $P=0.05$ y se graficó con la ayuda del programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estandarización del efecto del ácido giberélico (GA₃) en tallos de lechuga

En los cuadros (4, 5 y 6), se muestran los resultados de la estandarización del efecto del ácido giberélico (GA₃) en el desarrollo de tallos de lechuga en los cuales se evaluó a diferentes periodos de tiempo a 72 h, 96 h y 120 h, obteniendo un mejor desarrollo a las 120 h, donde la fitohormona presenta un mejor comportamiento a dosis menores a 10 mg/100 mL.

Por lo que nuestros resultados coinciden con lo reportado por Laiton *et al.* (2012), donde observaron que esta fitohormona aplicada simple o doble de 50 o 100 mg L⁻¹ de AG₃ mediante aspersiones al follaje en tomate, notaron un aumento en la producción hasta la aplicación de 100 mg L de ácido giberélico y luego disminuyó con la aplicación de 10,000 mg L⁻¹ donde se obtuvo el menor rendimiento de esta calidad.

Por su parte Singh y Lal (1980) citado por Laiton *et al.* (2012), hicieron aplicaciones de 50, 100 y 150 mg L de ácido giberélico y encontraron respuesta favorable en el aumento del tamaño del fruto de litchi con las dos primeras concentraciones, pero con 150 mg L⁻¹ la respuesta ya no fue efectiva.

Balaguera *et al.* (2009), obtuvieron plántulas de tomate vigorosas para el trasplante con la imbibición de las semillas durante un periodo de tiempo de 36 h al someter las semillas bajo concentraciones de ácido giberélico (300, 600 y 900 mg L⁻¹) con la concentración 300 mg L⁻¹, las plántulas no presentaron luego del trasplante efectos adversos en el crecimiento, pero sí un aumento significativo en la masa fresca y seca, el área foliar y la altura.

Con estos resultados obtenidos podemos decir que la hormona a grandes concentraciones le resulta perjudicial o fitotóxica en el crecimiento y desarrollo de plántulas de lechuga, en nuestro estudio la GA₃ trabaja en un rango de 0.1 ppm (0.01mg/100ml) a 100 ppm (10 mg/100 ml), que son las mejores concentraciones para que haya un mejor crecimiento sin perjudicar a la planta.

Cuadro 4. Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de *Lactuca sativa* L., a 72 h.

TRATAMIENTO	DOSIS	CONCENTRACIÓN (ppm)	REPETICIÓN	MEDIA (mm)	TUKEY
4	1mg/100ml	10 ppm	30	22.0000	A
3	10mg/100ml	100 ppm	30	20.3667	AB
6	0.01mg/100ml	0.1 ppm	30	20.2667	AB
5	0.1mg/100ml	1 ppm	30	19.7667	B
7	--	Testigo	30	14.2667	C
2	0.1g/100ml	1000 ppm	30	9.1000	D
1	1g/100ml	10000 ppm	30	6.5333	E

Cuadro 5. Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de *Lactuca sativa* L., a 96 h.

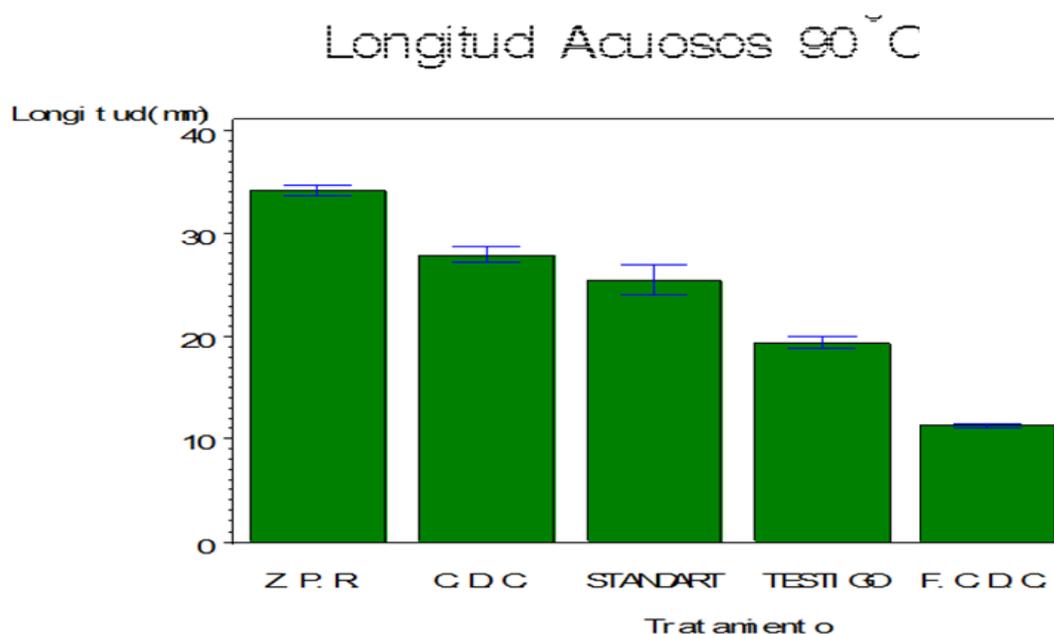
TRATAMIENTO	DOSIS	CONCENTRACIÓN (ppm)	REPETICIÓN	MEDIA (mm)	TUKEY
3	10mg/100ml	100 ppm	30	24.93	A
5	0.1g/100 ml	1 ppm	30	24.50	A
4	1mg/100 ml	10 ppm	30	24.00	A
6	0.01mg/100 ml	0.1 ppm	30	23.03	A
7	-----	TESTIGO	30	17.66	B
2	0.1 g/100 ml	1000 ppm	30	10.26	C
1	1g/100 ml	10000 ppm	30	10.16	C

Cuadro 6. Estandarización del efecto del Ácido Giberélico (GA3) en la longitud de tallo de *Lactuca sativa* L., a 120 h.

TRATAMIENTO	Dosis	CONCENTRACIÓN (ppm)	REPETICIÓN	MEDIA	TUKEY
4	1mg/100ml	10 ppm	30	34.13	A
3	10mg/100 ml	100 ppm	30	30.43	B
5	0.1mg/100ml	1 ppm	30	28.50	BC
2	0.1 g/100ml	1000 ppm	30	27.73	C
6	0.01mg/100ml	0.1 ppm	30	25.23	D
7	-----	TESTIGO	30	23.533	D
1	1 g/100 ml	10000 ppm	30	6.86	E

Resultados de la prueba de efectividad biológica de extractos acuosos 120 h.

En la figura 1 se observa el comportamiento de los diferentes tipos de extractos acuosos evaluados a las 120 h considerando la prueba de estandarización, el tratamiento que presentó un mejor comportamiento fue el extracto a base de zarza parrilla con una longitud de tallo de 34.21 mm, seguido del extracto de cola de caballo con una longitud de tallo de 27.97 mm, y el estándar (GA₃) quien presentó una longitud de tallo de 25.48 mm, los cuales superaron al testigo (H₂O) que tuvo una longitud de tallo de 19.33 mm y el único extracto que tuvo un comportamiento bajo fue el extracto de fibrillas de cola de caballo quien presentó una longitud de tallo de 11.27 mm de longitud de tallo en donde el análisis de varianza categoriza a los tratamientos en cinco grupos estadísticos respecto al promedio o media estadística tal y como se muestra en el cuadro 7.



C.D.C: Cola de caballo Z.P.R: Zarza parrilla F..C.D.C: Fibrillas de cola de caballo

Figura 1. Prueba de efectividad biológica de extractos acuosos para la variable elongación de tallo en lechuga.

Cuadro 7. Tabla de comparación para la variable longitud de tallo en plántulas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) extractos acuosos.

Tratamientos	Media	Agrupamiento prueba de Tukey
Z.P.R	34.2111	A
C.D.C	27.9722	B
STANDART	25.4833	C
TESTIGO	19.333	D
F.C.D.C	11.2722	E

Adicionalmente se realizó un análisis de varianza comparando los resultados de los diferentes extractos acuosos contra el testigo y el estándar (GA_3) por cada dosis y/o concentración para observar el comportamiento de cada extracto (ver figura 2).

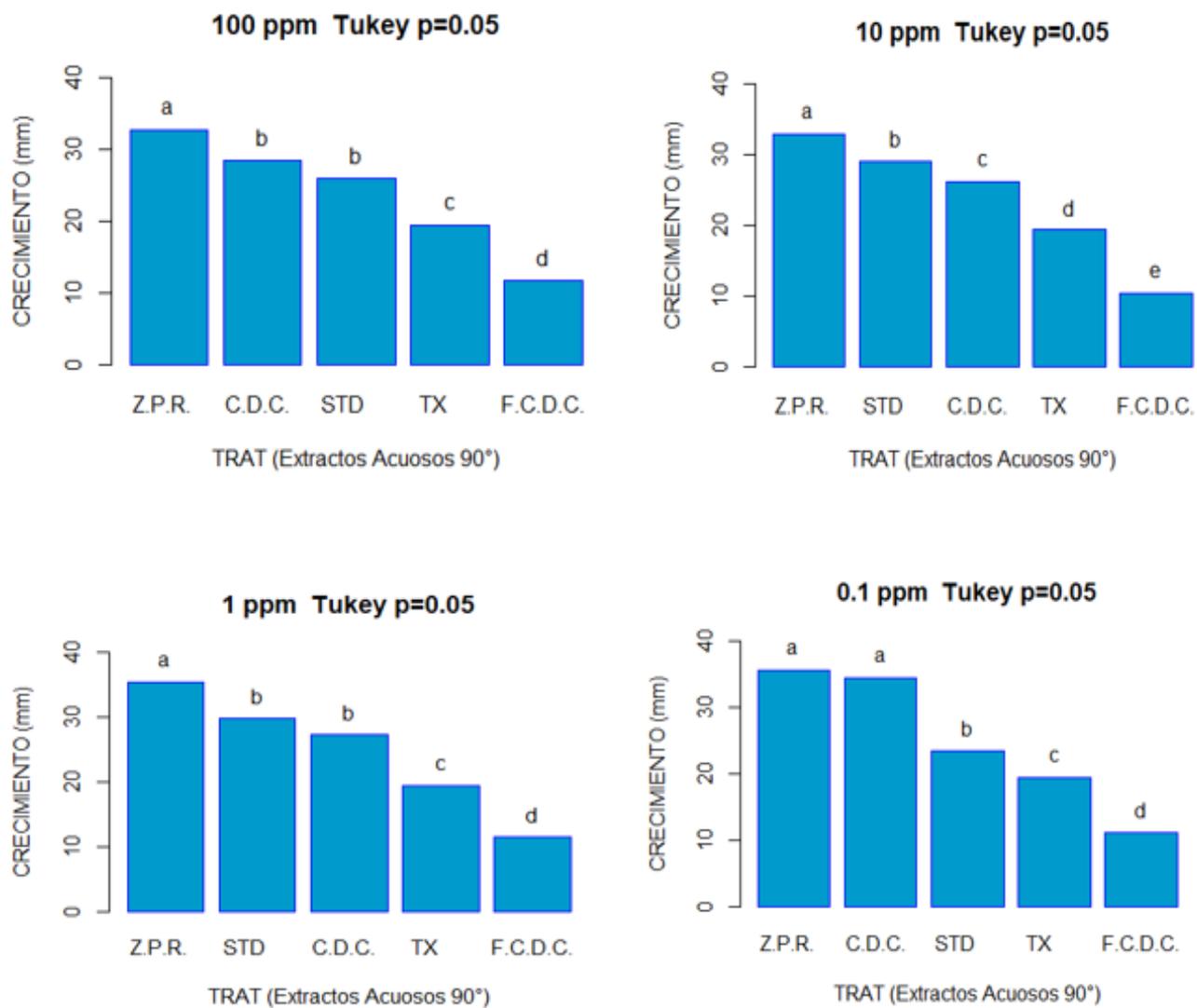


Figura 2. Comportamiento de la efectividad biológica de los extractos acuosos a diferentes concentraciones.

C.D.C: Cola de caballo **Z.P.R:** Zarza parrilla **F.C.D.C:** Fibrillas de cola de caballo.

De acuerdo a los datos de estandarización de la hormona pura (Ga_3) donde se encontró que su mejor comportamiento se encuentra en un rango de 0.1 ppm (0.01mg/100ml) a 100 ppm (10 mg/100 ml), que son las mejores concentraciones para que haya un mejor crecimiento sin perjudicar a la planta, se compararon los resultados de la efectividad biológica de los extractos bajo estas concentraciones (figura 2) donde a la concentración de 100 ppm el extracto de zarza parrilla (Z.P.R) y cola de caballo (C.D.C) desde el punto de vista estadístico, lograron el mayor estímulo en el crecimiento de las plántulas y en el desarrollo del tallo superando al standart (STD) y al testigo (TX), en cuanto al extracto fibrillas cola de caballo (F.C.D.C) en las cuatro concentraciones mostró un comportamiento muy bajo al mantenerse con los valores más bajos en comparación a los otros tratamientos ya que ni siquiera pudo superar al testigo ni lograr un comportamiento similar, observando un efecto de retraso de crecimiento o fitotoxicidad.

Estos resultados se relacionan con lo reportado por Laynez *et al.* (2013) quienes demostraron los efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de lechuga concluyeron que hay una influencia alelopática sobre la germinación de semillas y crecimiento de las plántulas, el cual disminuye a medida que la concentración de extracto aumenta y se ve favorecida cuando la concentración del extracto disminuye.

Mientras Laynez *et al* (2007). Al estudiar los efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus L. (Cyperaceae)* sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays L.*) y encontraron que el pH disminuyó con el incremento de la concentración del extracto, en tanto la CE (conductividad eléctrica) aumentó con la concentración y concluyen que los incrementos apreciados en la CE con el aumento de la concentración de los extractos sugieren un posible efecto osmótico sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas producto de elevadas concentraciones de sales o compuestos químicos liberados.

Tejeda *et al.* (2008) analizaron el efecto del extracto acuoso del residuo de amaranto en el cultivo de rábano y otros más y encontraron que la concentración más alta (108 ppm) inhibió la germinación de rábano de 24 a 72 h (82 y 56%), respecto a Testigo (H₂O) y observaron que las concentraciones 3.38 y 0.84 ppm de extracto (concentraciones bajas) estimularon la germinación a las 24 y 48 h.

Resultados de la prueba de efectividad biológica de extractos etanólicos 120 h.

De acuerdo con los resultados obtenidos del ANVA, para la variable longitud del tallo se encontraron diferencias significativas, el estándar presentó una longitud de tallo de 25.4833 mm, junto con el testigo superaron a los extractos quien obtuvo una longitud de tallo de 19.333, el tratamiento cola de caballo con 14.43 mm de longitud de tallo, mientras que fibrillas cola de caballo presentó una longitud de tallo de 9.29 mm y zarza parrilla presento 8.96 mm de longitud, categorizando en cinco grupos estadísticos como se muestra en la figura 3 y el cuadro 6.

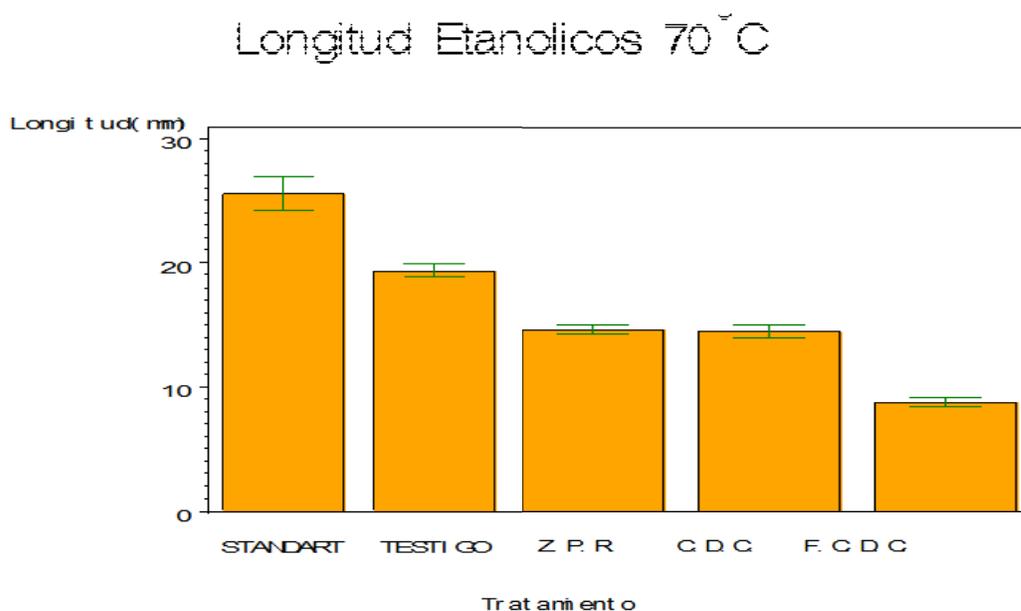
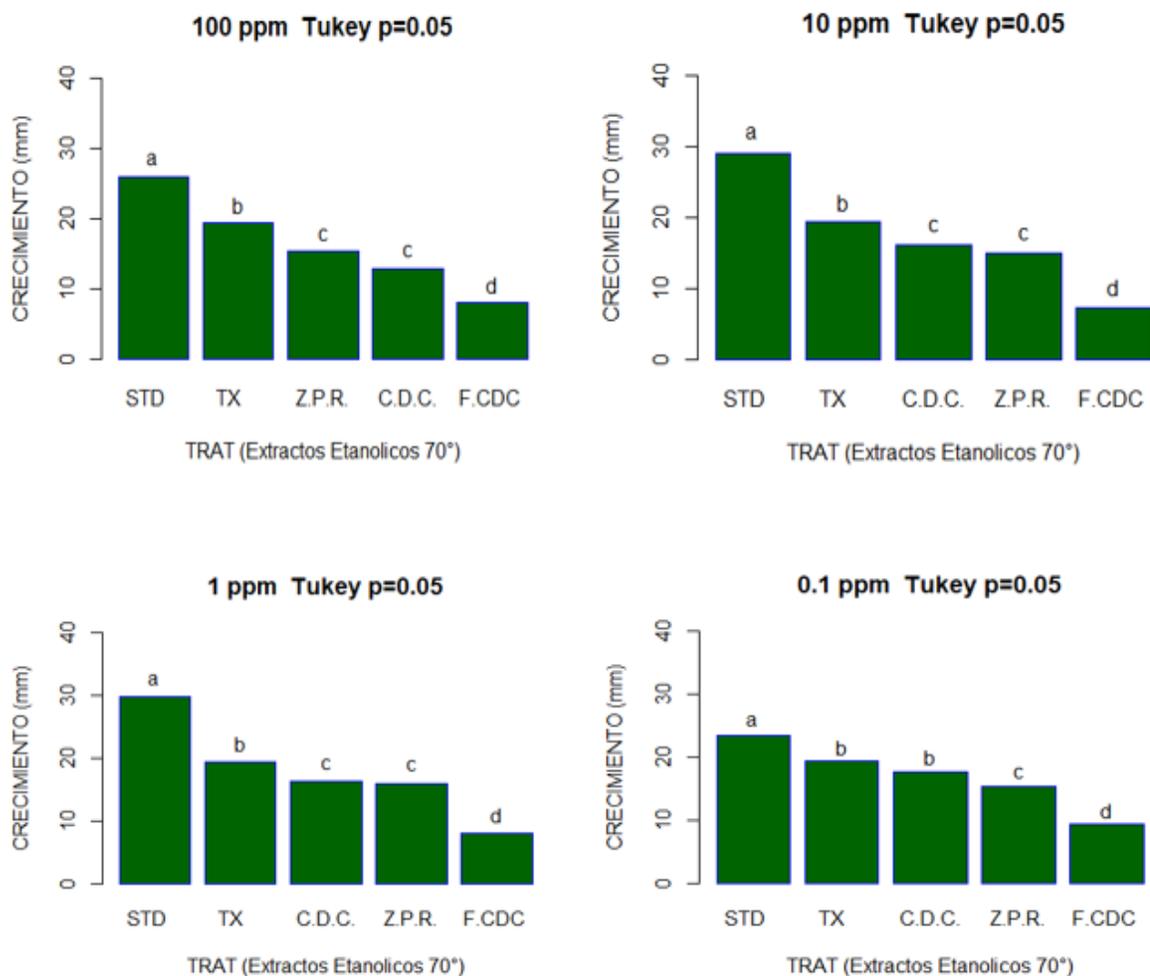


Figura 3. Prueba de efectividad biológica de extractos etanólicos para la variable elongación de tallo en lechuga.

Cuadro 8. Tabla de comparación, para la variable longitud de tallo en semilla de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Extractos etanólicos.

Tratamientos	Media	Agrupamiento prueba de Tukey
STANDART	25.4833	A
TESTIGO	19.3333	B
C.D.C.	14.43	C
F.C.D.C	9.2944	D-E
Z.P.R.	8.9667	E

Cabe mencionar que ninguno de los extractos pudo superar al testigo y mucho menos pudieron acercarse a los valores que presento el estándar (G_{a_3}). Por lo que para constatar estos resultados se realizó un análisis de varianza y representados gráficamente para su mejor comprensión por cada dosis evaluada.



C.D.C: Cola de caballo Z.P.R: Zarza parrilla F.C.D.C: Fibrillas de cola de caballo

Figura 4. Comportamiento de la efectividad biológica de los extractos etanólicos a diferentes concentraciones.

De acuerdo con los datos arrojados en la estandarización se compararon los efectos de los extractos etanólicos en relación con la variable bajo estudio, en el cuadro 8 y en la figura 4 se muestran dichas comparaciones y según el ANVA arrojan diferencias significativas en los tratamientos, en todas las concentraciones (100 ppm, 10 ppm, 1 ppm y 0.1 ppm) el tratamiento estándar y el testigo se mantuvieron por arriba de los demás tratamientos logrando un desarrollo positivo en la planta, mientras que los extractos de cola de caballo, zarza parrilla y fibrillas cola de caballo no lograron ni siquiera superar al testigo y se mantuvieron con datos muy bajos.

Una de las causas por las cuales los extractos etanólicos no presentaron resultados positivos sobre la variable bajo estudio es de que el solvente utilizado posee propiedades que pueden ser perjudiciales para la presencia de ciertos metabolitos que puedan permitir un buen desarrollo del tallo de las plantas.

Elvir (1993) menciona que el etanol al igual que otros alcoholes puede actuar en las membranas biológicas fundamentalmente de 3 formas: 1) alterando la fluidez de las membranas, lo que indirectamente afectaría el funcionamiento de las proteínas como enzimas; 2) produciendo una deshidratación a nivel de las membranas; 3) interactuando directamente con las proteínas de la membrana.

Otras de las causas por las cuales no se dio ningún efecto de elongación de tallo de las plantas, se debe a que al utilizar temperaturas de 70 ° en la concentración de los extractos el alcohol presente se evapora tan rápido a diferencia de los extractos acuosos liberándose así las propiedades del extracto que pueda tener, dejando deshidratado al material biológico y evitando que ciertos metabolitos que puedan regular el crecimiento de las plantas no puedan hacer su función.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos, hipótesis, resultados obtenidos y condiciones en que se desarrolló la presente investigación se concluye:

- Que los extractos de zarza parrilla y cola de caballo en su forma acuosa provocan elongación de tallo en lechuga, superando al testigo y a la hormona pura Ga_3 .
- De acuerdo con estos resultados, puede arribarse a la conclusión de que los extractos de zarza parrilla y cola de caballo bajo condiciones de laboratorio ejercen un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y cero fitotoxicidades en el cultivo de la lechuga a concentraciones bajas, en comparación al testigo comercial Ga_3 quien a concentraciones mayores a 100 ppm las plantas presentan fitotoxicidad ya sea por su naturaleza química o por su concentración en las muestras evaluadas.
- Ninguno de los extractos etanólicos presentaron efecto positivo sobre el desarrollo de las plantas al no superar al testigo comercial Ga_3 y al testigo a base de agua destilada.
- Los extractos acuosos de las plantas bajo estudio pueden llegar a ser sustitutos de enmiendas químicas en la agricultura en un futuro.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Solís, J. David, Gómez-Velasco, D. Aurora, León-Martínez, N. Samuel, & Gutiérrez-Miceli, F. Antonio. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.
- Alemán, F. J. 2003. EXTRACTOS DE *Larrea tridentata* Cov. COMO PROMOTORES DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y ELONGACIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÒCOLI (*Brassica oleracea* L. Grupo Itálica) Y LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 65 p.
- Ayala, H., J., & Sahagún Castellanos, J., & Cruz Garza, R. 2000. Inducción del tallo floral de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad capitata con AG3 y su efecto en la producción de semilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 23 (2), 211-225.
- Azcón-Bieto, J. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Introducción a las hormonas vegetales. España. Mc. Graw - Hill. pp. 298-374
- Barreiro, P. 1993. Abriendo surcos. Revista Claridades agropecuarias. Volumen (84) 44 pp.
- Borges, J., & León, M., & Marturet, E., & Barrios, M. 2016. *Fitoestimulación en estacas de morera (morus alba l.) mediante extractos vegetales. Bioagro*, 28 (3), 215-219.
- Carrasco, S, G.& Sandoval, B, C. 2016. *Manual práctico del cultivo de la lechuga* ediciones Mundi Prensa 3-59 pp.
- Contreras, R. 2013. Hormonas vegetales: Citoquininas. Bología. Fisiología Vegetal.
- Chávez Suárez, L., & Álvarez Fonseca, A., & Ramírez Fernández, R. 2012. APUNTES SOBRE ALGUNOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL QUE PARTICIPAN EN LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS FRENTE AL ESTRÉS ABIÓTICO. *Cultivos Tropicales*, 33 (3), 47-56.

- CIMMYT. 2016. Manejo de Plagas con Enfoque Alternativo. Revista de la Agricultura de Conservación. Volumen (31): 63 pp.
- Cruz, J. 2008. Zarza parilla. Revista Batijero. Número 227. Revista nº 757 ISSN 1885-6039.
- CRUZ, A. 2016. *Evaluación de tres variedades del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en dos sistemas de hidroponía bajo ambiente semicontrolado en el centro experimental chocloca*. Revista ventana científica. 31-39 pp.
- Cuesta, G, & Mondaca E. 2014. Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. Revista Chapingo. Serie horticultura, 20(2), 215-222.
- Devlin, R.M. 1982. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España. PP. 353-409.
- Díaz, L., Arévalo A., García L., Bujanos R. 2011. Fertiirrigación en el cultivo de lechuga en Guanajuato. Folleto para productores No. 3 primera edición. 32 pp.
- Díaz, M.D. 2017. Biorreguladores de Crecimiento en las Plantas. Serie Nutrición Vegetal Núm. 89. Notas Técnicas de INTAGRI. México. 5 p.
- Díaz-Montenegro, D. 2009 Función de biorreguladores en el desarrollo del cultivo. Hortalizas. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/funcion-de-biorreguladores-en-el-desarrollo-del-cultivo/>.
- Escárcega. A., del Noval, B & Prado D. 2017. Equisetum arvense (cola de caballo), BCULINARYLAB.
- Esparza, B. 2014. Zarzaparrilla *Smilax áspera*, L. (*Liliáceas*). Revista Acofarma.
- Elvir, M. R. 1993. Efecto del Etanol sobre las Membranas Biológicas. REVISTA MEDICA HONDURE&A - VOL. 61 20-24 pp.

- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Cuarta edición. 83 pp.
- FAO. 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Producción de hortalizas. Bolivia 3 pp. <http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf>.
- FAOSTAT. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Dirección de Estadísticas.
- FAOSTAT. 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística.
- Fichet, L.T. 2017. Biosíntesis de las Fitohormonas y Modo de Acción de los Reguladores de Crecimiento. Serie Nutrición Vegetal Núm. 92. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- Galván et al. 2008. Lechuga Cultivos de hoja. Facultad de Agronomía Curso de Horticultura 2008. 43p.
- Garay-Arroyo, Adriana, de la Paz Sánchez, María, García-Ponce, Berenice, Álvarez-Buylla, Elena R., & Gutiérrez, Crisanto. 2014. La Homeostasis de las Auxinas y su Importancia en el Desarrollo de Arabidopsis Thaliana. *REB. Revista de Educación Bioquímica*, 33(1), 13-22.
- Gómez T.L., M.A. Gómez, R. Schwentesius, 1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica. s.n.t. p. 224.
- González., L.A & Zepeda., A. 2013. RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca sativa* L. TIPO GOURMET CICLO PRIMAVERA-VERANO, (Tesis nivel licenciatura). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA.
- Grageda-Cabrera, Oscar Arath, Díaz-Franco, Arturo, Peña-Cabriales, Juan José, & Vera-Núñez, José Antonio. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274.

- Hipólito, A.2017. Cómo se toma la zarzaparrilla - beneficios y dosis recomendada. Artículo Salud.
- Jordán, M., Casaretto J.2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Universidad de La Serena.28 pp.
- Julca-Otiniano, Alberto, Meneses-Florián, Liliana, Blas-Sevillano, Raúl, & Bello-Amez, Segundo. 2006. LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61.
- Labrador M., J. 1996. La Materia Orgánica en los Agrosistemas.Primer Edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación & Mundi-Prensa. Madrid. 193
- Layne Garsaball, J., & Méndez Natera, J. (2013). Efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Agropecuaria*, 4 (3), 229-241.
- Layne-Garsaball, José A, & Méndez-Natera, Jesús Rafael. (2007). Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 55-60.
- Leod, C., Pino M., Ojeda A., Hirzel J.2014.Aspectos relevantes de la producción de zarza parrilla roja (*Ribes rubrum*) bajo túnel. Boletines INIA No.286.
- León, Blanca. 2012. La cola de caballo (*Equisetum*, *Equisetaceae*) comercializada y exportada del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 19(3), 345-346.
- Ana M, L., Correa Z.,2015. Extracción de aceites esenciales a partir de zarzaparrilla (*Smilax áspera*). por arrastre de vapor. Universidad libre seccional Pereira sede Belmonte.

- López -Díaz, M., & Estrada Ortiz, J. 2005.LOS BIOINSECTICIDAS DE NIM EN EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS EN CULTIVOS ECONÓMICOS. LA HABANA (CUBA). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, XXXVII (2), 41-50.
- López Mtz., José Dimas, Díaz Estrada, Antonio, Martínez Rubín, Enrique, Valdez Cepeda, Ricardo D.2001.Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*.
- Mabberley, D. J. 1997. *The plant-book: A portable dictionary of the vascular plants* Cambridge university press.
- Martínez Carrillo, Gerardo, Lara Herrera, Alfredo, Padilla Bernal, Luz Evelia, Luna Flores, Maximino, Avelar Mejía, J. Jesús, & Llamas Llamas, J. Jesús. 2015. Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. *Terra Latinoamericana*, 33(3), 251-260.
- Martínez-Frías, J, A. 2012. *Propagación y técnicas de cultivo de la Lechuga (Lactuca sativa)*. Revista Vinculando.
- Mendoza -Ordaz, A. 2006.*Uso de Extractos Orgánicos en la Producción de Chile Tipo "Anaheim", en Invernadero*. (Tesis nivel licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Mendoza, H., Carrillo J., Perales C., Ruiz J.2003. Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México.30-35 pp.
- Mesías, G, D. 2016.IDENTIFICACIÓN DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS DE LA RAÍZ DE ZARZAPARRILLA (*Smilax áspera*), PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA. (Tesis Licenciatura). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. Ecuador.
- Montes de Oca, C. 2016. Zacatecas, cuarto lugar en producción de lechuga. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (INIFAP).

- Muñoz, J. A., Velásquez-Valle, M. A., Osuna-Ceja, E. S., & Macías-Rodríguez, H. 2013. *El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero*, Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, XIII (1) 27 – 32.
- Muñoz Villalobos, J., & Velásquez Valle, M., & Osuna Ceja, E., & Macías Rodríguez, H. (2014). EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, XIII (1), 27-32.*
- Nava, E., & Gastélum-Hurtado, P., & Camacho-Báez, J., & Valdez-Torres, B., & Bernal-Ruiz, C., & Herrera-Flores, R. 2010. UTILIZACIÓN DE EXTRACTOS DE PLANTAS PARA EL CONTROL DE GORGOJO PARDO ACANTHOSCELIDES OBTECTUS (SAY) EN FRIJOL ALMACENADO. *Ra Ximhai, 6 (1), 37-43.*
- Quintana, O. 2009. Los Extractos Vegetales y sus aplicaciones en la Agricultura. *Revista InovakNews. Volumen (10): 3 pp.*
- Ondarza, N. R. 1980. Los reguladores de las plantas y los insectos. 2ª edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 62 p.
- Pliago, J. 2002. utilización de productos biorreguladores del crecimiento en la germinación de semillas de maíz (*Zea maíz L.*) bajo condiciones de invernadero. (Tesis nivel licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Ramírez, E.; Castillo-Aguilar, C. de la C.; Aceves-Navarro, E.; Carrillo-Ávila, E. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile 'habanero 'revista Chapingo serie horticultura, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2005, pp. 93-98.

- Rodríguez, A., & Morales, D., & Ramírez, M. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de hongos fitopatógenos. *Cultivos Tropicales*, 21 (2), 79-82.
- Rodríguez Dimas, N., & Cano Ríos, P., & Figueroa Viramontes, U., & Favela Chávez, E., & Moreno Reséndez, A., & Márquez Hernández, C., & Ochoa Martínez, E., & Preciado Rangel, P. 2009. USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO. *Terra Latinoamericana*, 27 (4), 319-32.
- Rodríguez, G., H., & Hechevarría., S., I.2004. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm. REV CUBANA PLANT MED ;9(2)
- Rojas, G.M et al. 2001. Efectos de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. Artículo, ciencia UANL. Vol. IV. No.1.
- ROJAS., S., E., L.,2010. Efecto de la aplicación de extractos de siete especies vegetales del semidesierto mexicano como reguladores del crecimiento. (Tesis Nivel Licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Saavedra, G.2017. Manual de producción de lechuga. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. BOLETÍN INIA / N° 09.150 pp.
- SAGARPA. 2014. Manual del cultivo de lechuga. Boletín informativo. Asociación Nacional de Egresados de Chapingo Anech.México 2 pp.
- SAGARPA. 2016.Uso de fertilizantes químicos en la superficie sembrada 2016.Boletin informativo.
- SE. 2010. Secretaria de Economía. Cadena de Hortalizas. Economía. Secretaría De Economía. México.

- SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Lactuca sativa L: tipos y variedades que se producen en México.
- Sierra E., Cruz J., Casaca Á.D.2005. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola *cultivo lechuga*. Documento técnico 1-11 pp.
- Tejeda-Sartorius, Olga, & Rodríguez-González, María T.. (2008). Inhibidores de germinación y crecimiento de maleza y hortalizas, en residuos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Agrociencia*, 42(4), 415-423.
- Terry-Alfonso, E., J. Ruiz-Padrón, T. Tejeda-Peraza, I. Reynaldo-Escobar, Y. Carrillo-Sosa y H. A. Morales-Morales. 2014. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. *TECNOCENCIA Chihuahua* 8(3): 163-174.
- UNAM.2004. Hortalizas,las llaves de la energia. *Revista Digital Universitaria*.
- Vázquez -Vázquez, P., & García López, M., & Navarro Cortez, M., & García Hernández, D. (2015). EFECTO DE LA COMPOSTA Y TÉ DE COMPOSTA EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) EN INVERNADERO. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 1351-1356.
- Venegas-González, A., & Loewe Muñoz, V., & Toral-Ibañeza, M. 2016. INFLUENCIA DEL USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO SOBRE BROTES VEGETATIVOS Y NÚMERO DE ESTRÓBILOS MASCULINOS EN *Pinus pinea* L. EN CHILE. *Ciencia Forestal*, 26 (4), 1087-1096.
- Villablanca, F, A., & Villavicencio, P, A. 2010. *Los fertilizantes en la agricultura*. INIA-URURI.Chile 2 pp.
- WOODWARD A. W., BARTEL B. 2005. Auxin: regulation, action, and interaction. *Annals of Botany* 95(5):

Yáñez, R, J.N. 2002. Nutrición y regulación en hortalizas y frutales, tecnología, comercio y servicios agrícolas mundiales. Ponencia, universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Zermeño González, A., & López Rodríguez, B., & Melendres Alvarez, A., & Ramírez Rodríguez, H., & Cárdenas Palomo, J., & Munguía López, J. (2015). Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (12), 2437-2446.

APÉNDICES

APÉNDICE 1: Análisis de varianza de la estandarización del Ga3 a las 72 horas.

Sistema SAS 20:31 Monday, October 25, 2016 1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	7	1 2 3 4 5 6 7
rep	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
29		
	30	

Número de observaciones 210

Sistema SAS 20:31 Monday, October 25, 2016 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: dato

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	7257.280952	207.350884	25.67	<.0001
Error	174	1405.333333	8.076628		
Total, correcto	209	8662.614286			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dato Media
0.837770	17.71468	2.841941	16.04286

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	29	426.900000	14.720690	1.82	0.0100
trat	6	6830.380952	1138.396825	140.95	<.0001

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un

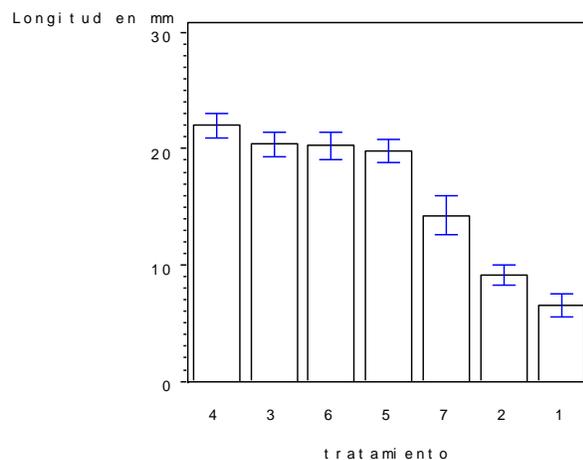
índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 174
 Error de cuadrado medio 8.076628
 Valor crítico del rango estudentizado 4.21881
 Diferencia significativa mínima 2.189

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	22.0000	30	4
A			
B A	20.3667	30	3
B A			
B A	20.2667	30	6
B			
B	19.7667	30	5
C	14.2667	30	7
D	9.1000	30	2
E	6.5333	30	1

Crecimiento en mm



APÉNDICE 2: Análisis de varianza de la estandarización del Ga3 a las 72 horas.

Sistema SAS 20:53 Monday, October 25, 2016 1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	7	1 2 3 4 5 6 7
rep	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
29	30	

Número de observaciones 210

Sistema SAS 20:53 Monday, October 25, 2016 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: dato

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	8286.842857	236.766939	34.19	<.0001
Error	174	1204.780952	6.924028		
Total, correcto	209	9491.623810			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dato Media
0.873069	13.66769	2.631355	19.25238

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	29	355.052381	12.243186	1.77	0.0137
trat	6	7931.790476	1321.965079	190.92	<.0001

Procedimiento ANOVA

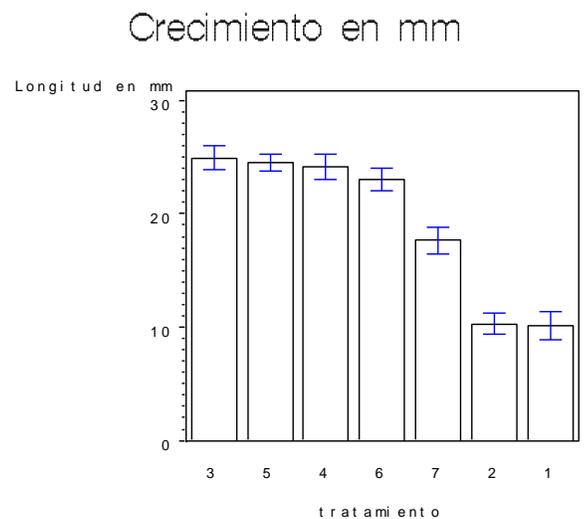
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 174
 Error de cuadrado medio 6.924028
 Valor crítico del rango estudentizado 4.21881
 Diferencia significativa mínima 2.0268

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	24.9333	30	3
A			
A	24.5000	30	5
A			
A	24.2000	30	4
A			
A	23.0333	30	6
B	17.6667	30	7
C	10.2667	30	2
C			
C	10.1667	30	1



APÉNDICE 3: Análisis de varianza de la estandarización del Ga₃ a las 120 horas.

Sistema SAS 22:11 Monday, March 22, 2019 1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	7	1 2 3 4 5 6 7
rep	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Número de observaciones 210

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: dato

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	14299.31905	408.55197	39.39	<.0001
Error	174	1804.87619	10.37285		
Total, correcto	209	16104.19524			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dato Media
0.887925	12.77811	3.220691	25.20476

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	29	397.62381	13.71117	1.32	0.1399
trat	6	13901.69524	2316.94921	223.37	<.0001

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	174
Error de cuadrado medio	10.37285
Valor crítico del rango estudentizado	4.21881
Diferencia significativa mínima	2.4807

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A 34.1333	30	4	
B 30.4333	30	3	
B			
C B 28.5000	30	5	

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
C			
C 27.7333	30	2	
D 25.2333	30	6	
D			
D 23.5333	30	7	
E 6.8667	30	1	

APÉNDICE 4: Análisis de varianza de evaluación de los extractos acuosos

Sistema SAS 21:02 Monday, October 25, 2016 1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	7	1 2 3 4 5 6 7
rep	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
	29	
		30

Número de observaciones 210

Sistema SAS 21:02 Monday, October 25, 2016 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: dato

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	7178.95714	205.11306	10.66	<.0001
Error	174	3348.03810	19.24160		
Total correcto	209	10526.99524			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dato Media
0.681957	18.17262	4.386525	24.13810

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
rep	29	712.995238	24.586043	1.28	0.1701
trat	6	6465.961905	1077.660317	56.01	<.0001

Procedimiento ANOVA

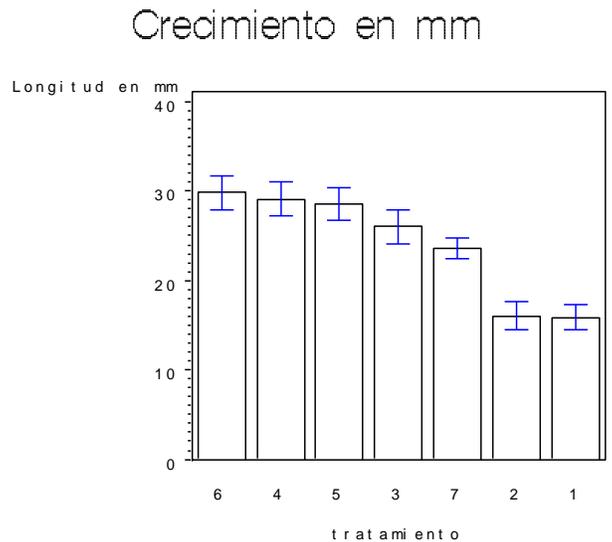
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 174
 Error de cuadrado medio 19.2416
 Valor crítico del rango estudentizado 4.21881
 Diferencia significativa mínima 3.3787

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	29.800	30	6
A			
B A	29.133	30	4
B A			
B A	28.600	30	5
B			
B C	26.033	30	3
C			
C	23.533	30	7
D	16.033	30	2
D			
D	15.833	30	1



APÉNDICE 5: Análisis de varianza de evaluación de los extractos etanólicos.

Longitud Etanolicos 70°C

1

18:37 Saturday, February 6, 2017

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles Valores
dosis	6 0.1 1 10 100 1000 10000
trat	6 C.D.C. F.C.D.C. STANDART TESTIGO XOLOJ Z.P.R.
rep	30 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
29	30

Número de observaciones 1080

Longitud Etanolicos 70°C **2**
18:37 Saturday, February 6, 2017

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: dato

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	39	34175.44722	876.29352	48.25	<.0001
Error	1040	18886.72963	18.16032		
Total, correcto	1079	53062.17685			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dato Media
0.644064	25.97738	4.261492	16.40463

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
dosis	5	5455.03796	1091.00759	60.08	<.0001
trat	5	28183.14907	5636.62981	310.38	<.0001
rep	29	537.26019	18.52621	1.02	0.4368

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	1040
Error de cuadrado medio	18.16032
Valor crítico del rango estudentizado	4.03766
Diferencia significativa mínima	1.2825

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	dosis
A	18.4444	180	10
A			
B A	17.2722	180	1
B A			
B A	17.2333	180	100
B A			
B A	17.1944	180	0.1
B			
B	16.7722	180	1000
C	11.5111	180	10000

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para dato

NOTA: Esta prueba controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 1040
 Error de cuadrado medio 18.16032
 Valor crítico del rango estudentizado 4.03766
 Diferencia significativa mínima 1.2825

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	25.4833	180	STANDART
B	19.3333	180	TESTIGO
C	15.7833	180	XOLOJ
D C	14.6111	180	Z.P.R.
D	14.4333	180	C.D.C.
E	8.7833	180	F.C.D.C.

Longitud Etanolicos 70°C

