

**CURVA DE ACCIÓN DEL ÁCIDO BENZOICO EN
DIFERENTES ESPECIES DE HORTALIZAS**

HEIDI MELANIA MEDINA MONTENEGRO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2007



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**CURVA DE ACCIÓN DEL ÁCIDO BENZOICO EN DIFERENTES
ESPECIES DE HORTALIZAS**

TESIS

Por

HEIDI MELANIA MEDINA MONTENEGRO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial, para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor:

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra

Asesor:

Dra. Diana Jasso Cantú

Asesor:

M. C. Marino Valenzuela López

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2007

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

Gamaliel y Ricarda

A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, al sacrificar por mi gran parte de su vida, me han formado y educado.

A quienes la ilusión de su existencia ha sido el haberme convertido en persona de provecho.

Que me trajeron al mundo, que dedicaron todo su amor, tiempo y esfuerzo para guiarme por el buen camino, gracias a ellos he logrado concluir mis estudios y convertirme en un profesional. Mil gracias papás.

A MIS HERMANOS:

Por brindarme todo su apoyo y confianza, por creer en mi, por darme ánimos en los momentos más difíciles durante mi carrera profesional.

Daniel

Edith

Josué

Jahaziel

Por su apoyo moral que recibí en todo lo largo de mi carrera y por el gran amor que une a nuestra familia. "Gracias por creer en mí".

A mi esposo:

Vicente De Jesús Álvarez Mares

Por su inmenso amor, paciencia y comprensión que me tiene. Por ser la persona con la que quiero y deseo compartir el resto de mi vida. Por ser esa persona que siempre manifestó apoyo, y amor incondicional en cualquier circunstancia. Te doy las gracias por estar a mi lado y ser tan comprensivo todo este tiempo que hemos estado "juntos" aunque la distancia no ha sido una limitante, siempre me has demostrado en las buenas y las malas tu cariño y amor sincero gracias por estar a mi lado.

A mis hijos:

Daniela Jazmín y Eduardo Jahaziel Álvarez Medina.

Por ser mi razón de superación día con día. Por llenarme de alegría y felicidad con sus hermosas sonrisas.

A MIS PRIMOS:

Gracias por brindarme su apoyo tanto económico y moral, Mauricio (Marisol (Jocelyn, Kimberly y Mauricio), Tito (Ana y Daleth, Misael), Elizabeth (Aarón y Danyka), Sonia (Juan Marcos y Matito), Moisés (Nayeli y Moisésin, Samuel Eduardo) Sandra (Manuel, Juan Fco.), Juan Carlos (Olivia y Ariadna), Damaris, Eliud y Víctor Manuel. Gracias por ser parte de mi familia.

Por su cariño, ternura, sonrisas y elocuencias que me brindaron siempre e incondicionalmente

A MIS TÍOS:

Juan, Otoniel, Victoria, Eusebia (Cesar), gracias por apoyarme y aguantarme en cada locura emprendida.

A MI ABUELA:

A mi abuela "MAMÁ" Basilia Beltrán Vega, por darme el ejemplo de la fortaleza, y por ser la persona que siempre tiene tiempo para escucharme. Te quiero abuelita.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por darme vida, salud y las fuerzas necesarias para concluir mis estudios profesionales.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por darme la oportunidad de entrar y hacer uso de sus instalaciones para lograr llegar a la meta que todos los estudiantes nos proponemos.

A mis Maestros. Que con su dedicación y esfuerzo, año con año fueron formando en mí, la escalera de la enseñanza, la cual me llevó a la meta y lograr de mí, una profesionista. Gracias a todos mis maestros.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza por su asesoría apoyo y confianza para la realización de este trabajo y por sus enseñanzas durante las clases.

Al Dr. Manuel de la Rosa Ibarra por su asesoría y apoyo incondicional en todo momento para la realización de este trabajo.

A la Dra. Diana Jasso Cantú por su asesoría, orientaciones en la realización de este trabajo.

Al M. C. Marino Valenzuela López por su amistad, asesoría y orientaciones en la realización de este trabajo.

A todos los maestros de esta Universidad y en especial a los del programa de maestría de ISP y todos los de más maestros que formaron parte en mi formación académica.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron en la elaboración del presente trabajo de investigación, Dra. Norma Ruiz, T.L.Q. Sandra Luz García Valdez (Lab. de ensayo de semillas)

A mis Compañeros. Que siempre me brindaron su amistad y compañía durante estos dos años de mi carrera profesional. Gracias a todos.

A mis amigas: Ruth, Amalia, Saret, Jemima, Paty y Rosa Elia por el apoyo que me han brindado a lo largo de los años, gracias por la paciencia que me han tenido y por estar siempre al pendiente de mi.

A mis amigos: Mario Ríos, Mario Moreno, Bruno Herrera, Marcelino Cabrera, Luís Fernando y Jorge Luís Rosales por el apoyo y amistad que me brindaron antes, durante y después de la realización del presente trabajo.

MC. Julio Arciniega Ramos, MC. Martín Parra Delgado por el apoyo y amistad que me ha brindado durante mi estancia en la NARRO, sobre todo por estar al pendiente de mis estudios.

A la familia Gastélum Ferro: Por brindarme su amistad y por compartir momentos agradables que han sido muy importantes tanto en mi vida personal como en lo profesional.

Al personal de posgrado: Anita, Yolanda y Lupita, por sus consejos y amistad brindada durante mi estancia en la Universidad Antonio Narro, GRACIAS.

COMPENDIO

CURVA DE ACCIÓN DEL ÁCIDO BENZOICO EN DIFERENTES ESPECIES DE HORTALIZAS

POR
HEIDI MELANIA MEDINA MONTENEGRO

MAESTRÍA EN CIENCIAS

INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 2007

Dr. Adalberto Benavides Mendoza. –Asesor-

La presente investigación se desarrolló en tres etapas. La primera se realizó con el objetivo en desarrollar agroquímicos y fertilizantes con base en el ácido benzoico (AB), en esta etapa se evaluó la germinación y crecimiento inicial de plántulas en ocho especies de cultivo las cuales fueron: Maíz (*Zea mays* L.), Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Pepino (*Cucumis sativus* L.), Lechuga (*Lactuca saltiva* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Trigo (*Triticum aestivum* L.), Cebolla (*Allium cepa* L.) y Calabaza (*Cucúrbita pepo* L.). Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996). Se obtuvo la curva de respuesta biológica de diferentes especies de plantas frente al ácido benzoico, en concentraciones en un rango de 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

En la segunda etapa el objetivo fue verificar el efecto del AB en un intervalo de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} y 10^{-2} M más un testigo con agua destilada, sobre el crecimiento y acumulación de nutrimentos en plántulas de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata), coliflor (*Brassica oleracea* var. Botritis) y lechuga (*Lactuca saltiva* L.) bajo invernadero. El AB se aplicó una vez cada semana en dos formas; por

aspersión y como un componente más de la solución nutritiva. Las variables evaluadas fueron: peso fresco y seco de la raíz y del vástago. El peso seco y fresco de raíz y aérea en coliflor y repollo solo mostraron diferencias estadísticas en las diferentes formas de aplicación, ya que el AB en la solución se asoció con mayor peso de las plantas.

La tercera etapa se realizó con el propósito de conocer los efectos del AB en parámetros vegetativos, reproductivos y rendimiento en plantas y frutos de tomate bola variedad Río Grande. Se evaluaron plantas tratadas con tres dosis del AB (0.000012, 0.0122 y 1.2212 g L⁻¹) y un testigo con agua. La primera aplicación se realizó a los 8 días después de trasplante (ddt) y las aplicaciones se realizaron cada 15 días.

Para las variables de altura de planta y diámetro de tallo solo se encontraron diferencias numéricas siendo los tratamientos de AB 10⁻⁶ M y 10⁻⁴ M los tratamientos que tuvieron los valores más altos con medias de 163.4 cm y .927 cm respectivamente. En las variables de calidad de fruto como el pH todas las concentraciones de AB disminuyeron significativamente los valores de esta variable. El rango entre los valores extremos de pH fue de 4.02 y 4.09. El tratamiento de AB 10⁻⁶ fue el que tuvo mayor rendimiento en todas las categorías, aunque estadísticamente todos los tratamientos fueron iguales. El testigo produjo el mayor número de frutos.

Palabras clave adicionales: Hortalizas, cultivos básicos, ácidos orgánicos, crecimiento vegetativo, calidad de fruto, rendimiento.

ABSTRACT

BENZOIC ACID ACTION CURVE IN SEVERAL SPECIES OF VEGETABLES

BY

Heidi Melania Medina Montenegro

MASTER'S DEGREE IN PRODUCTION SYSTEM ENGINEERING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DECEMBER 2007

Dr. Adalberto Benavides Mendoza - Advisor –

Additional key words: Vegetables, basic crops, organic acids, vegetative growth, quality fruit, yield.

This work was developed in three phases. The first one had the objective to develop agrochemicals and fertilizers using the benzoic acid (BA). In this phase was evaluated germination, initial growth in seedlings in eight species: maize (*Zea mays* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), Lettuce (*Lactuca saligna* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Wheat (*Triticum aestivum* L.), Onion (*Allium cepa* L.) and Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Germination standard test was evaluated using the International Seed Testing Association (ISTA, 1996) rules. The line curve biological answer in the species was obtained in front of the benzoic acid, in a range of concentrations from 10^{-8} to 10^{-1} M.

The main objective in the second phase was determine the BA effect in 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} y 10^{-2} M concentrations including a water distilled control, on the growth

and nutrients accumulation in cabbage seedlings (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botritis*) and lettuce (*Lactuca saligna* L.) in greenhouse conditions. The BA was applied once every week in two different forms; by aspersion and like another element in the nutritive solution. The evaluated traits were: root and shoots fresh and dry weight. The root dry and fresh weight in cauliflower and cabbage showed statistical differences between the different applications ways, the BA in the solution was associated with bigger plant weight.

The third phase was carried out to determine the BA effects in vegetable, reproductive and yield traits in tomato cv Rio Grande with ball shape fruit. Plants treated with three BA concentrations (0.000012 , 0.0122 y 1.2212 g L^{-1}) were evaluated including a water distilled control. The applications started eight days after transplant (DAT) and then every 15 days.

Plant height and stem diameter just showed numeric differences were 10^{-6} and 10^{-4} M BA treatments had the bigger means, 163.4 cm and 0.927 cm respectively. In quality fruit like pH every BA concentrations reduced significantly the values in every trait. The range among the extreme pH values was from 4.02 to 4.09. The 10^{-6} BA treatment had the bigger yield, although all the treatments were classified statistically in the same group. The control had the biggest fruits number.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| COMPENDIO..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| Índice de contenido..... | xi |
| Índice de cuadros..... | xii |
| Índice de figuras..... | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 3 |
| III. HIPÓTESIS..... | 4 |
| IV. REVISION DE LITERATURA..... | 5 |
| Ácido benzoico..... | 5 |
| Características del Ácido Benzoico..... | 6 |
| Algunas aplicaciones agrícolas del ácido benzoico..... | 8 |
| Germinación..... | 8 |
| Plántulas normales..... | 9 |
| Plántulas anormales..... | 9 |
| Semillas muertas..... | 10 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| ETAPA I..... | 11 |
| Material genético..... | 11 |
| Tratamientos..... | 12 |
| Variables evaluadas | 12 |
| <u>Germinación Estándar.....</u> | 12 |
| <u>Longitud de plúmula y radícula.....</u> | 12 |
| <u>Peso fresco y seco de todas las plántulas normales.....</u> | 12 |
| Diseño experimental..... | 13 |

| | |
|--|----|
| ETAPA II | |
| Material genético | 13 |
| Acumulación de nutrimentos | 13 |
| Diseño experimental | 14 |
| ETAPA III | 14 |
| Material genético | 14 |
| Establecimiento del cultivo | 14 |
| Sistema de fertirrigación | 15 |
| Tratamientos | 16 |
| Labores culturales | 17 |
| <u>Guiado de plantas</u> | 17 |
| Variables de respuesta | 17 |
| Variables Morfológicas | 17 |
| <u>Altura de planta</u> | 17 |
| <u>Diámetro de tallo</u> | 18 |
| Análisis Químicos de Calidad de Fruto | 18 |
| <u>Brix , pH % ácido cítrico</u> | 18 |
| <u>Análisis nutrimental de fruto y tejido vegetal (hoja)</u> | 18 |
| Análisis Bromatológicos de hoja y fruto | 19 |
| Rendimiento de fruto | 19 |
| Experimento en campo | 20 |
| Diseño experimental | 20 |
| Análisis estadístico | 20 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSION | 21 |
| ETAPA I | |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA MAÍZ..... | 21 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA LECHUGA..... | 27 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA CALABAZA..... | 33 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA CEBOLLA..... | 39 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA FRIJOL..... | 44 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA PEPINO..... | 50 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA TOMATE..... | 56 |
| INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA TRIGO..... | 62 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |

| | |
|---|-----------|
| ETAPA II | 68 |
| Biomasa de plántulas de Coliflor y Repollo con aplicaciones de AB foliares y en la solución nutritiva..... | 68 |
| Biomasa de plántulas de Lechuga con aplicaciones de AB foliares..... | 69 |
| Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB foliares | 70 |
| Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva. | 71 |
| Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones foliares de AB. | 72 |
| Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones de AB a la solución nutritiva..... | 73 |
| Análisis minerales de plántulas de Lechuga con aplicaciones foliares de AB. | 74 |
| Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones foliares de AB..... | 75 |
| Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva..... | 76 |
| Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones foliares de AB | 76 |
| Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones de AB en la solución nutritiva. | 77 |
| Análisis Bromatológicos de Lechuga con aplicaciones foliares de AB..... | 77 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| ETAPA III..... | 79 |
| VARIABLES | |
| MORFOLÓGICAS..... | 79 |
| Altura de planta..... | 79 |
| Diámetro de tallo..... | 80 |
| VARIABLES DE CALIDAD DE FRUTO..... | 80 |
| Brix, pH % ácido cítrico | 80 |
| Brix | 80 |
| Porcentaje de ácido cítrico..... | 80 |
| pH..... | 81 |
| Análisis Minerales de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB..... | 81 |
| Análisis Bromatológicos de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB. | 83 |
| Análisis Minerales Fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB..... | 83 |
| Análisis Bromatológicos de fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB. | 85 |
| Rendimiento..... | 85 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 86 |

VIII. LITERATURA CITADA 87

| ÍNDICE DE CUADROS | | Pág. |
|--------------------------|---|------|
| Cuadro 5.1. | Fuentes de fertilizantes usadas para formular la solución nutritiva en el experimento..... | 16 |
| Cuadro 5.2. | Tratamientos estudiados con diferente concentración de ácido benzoico | 16 |
| Cuadro 6.1. | Biomasa de plántulas de coliflor con aplicaciones foliares y a la solución nutritiva de AB..... | 68 |
| Cuadro 6.2. | Biomasa de plántulas de repollo con aplicaciones foliares y a la solución nutritiva de AB..... | 69 |
| Cuadro 6.3. | Biomasa de plántulas de lechuga con aplicaciones foliares de AB..... | 70 |
| Cuadro 6.4. | Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB foliares..... | 71 |
| Cuadro 6.5. | Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva..... | 72 |
| Cuadro 6.6 | Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones foliares de AB..... | 73 |
| Cuadro 6.7 | Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones de AB a la solución nutritiva..... | 74 |
| Cuadro 6.8 | Análisis minerales de plántulas de Lechuga con aplicaciones foliares de AB..... | 75 |
| Cuadro 6.9. | Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones foliares de AB..... | 75 |
| Cuadro 6.10 | Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva..... | 76 |
| Cuadro 6.11 | Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones foliares de AB..... | 77 |
| Cuadro 6.12 | Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones de AB en la solución nutritiva..... | 77 |
| Cuadro 6.13 | Análisis Bromatológicos de Lechuga con aplicaciones foliares de AB..... | 78 |
| Cuadro 6.14. | Variables morfológicas en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB)..... | 80 |
| Cuadro 6.15 | Variables de calidad del fruto en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB)..... | 81 |
| Cuadro 6.16. | Análisis Minerales de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico..... | 82 |
| Cuadro 6.17. | Análisis Bromatológicos de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB..... | 83 |
| Cuadro 6.18. | Análisis Minerales fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB..... | 84 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Cuadro 6.19. | Análisis Bromatológicos de fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB..... | 85 |
| Cuadro 6.20. | Rendimiento de fruto, número y peso de frutos en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB) por muestreo..... | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. | |
|-------------------|--|----|
| Figura .1. | Estructura del ácido benzoico..... | 5 |
| Figura 5.1 | Cubierta de polietileno usado para evitar que las raíces penetren en el suelo..... | 15 |
| Figura 5.2 | Anillos y rafia empleados para el guiado de las plantas..... | 17 |
| Figura 5.3 | Clasificación de frutos de acuerdo a su tamaño (USDA, 1992)..... | 19 |

11. INTRODUCCIÓN

Además de su importancia en el metabolismo primario los ácidos orgánicos cumplen funciones clave en las estrategias que utilizan las plantas para tolerar el estrés (López-Bucio *et al.*, 2000; Ma *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2001), coleccionar nutrientes del suelo y aclimatarse a la presencia de metales pesados (Ma *et al.*, 2000).

Entre los ácidos orgánicos más conocidos se encuentran el cítrico, pirúvico, láctico, butírico, acético, benzoico, málico y ascórbico. Todos ellos se caracterizan por ser aniones orgánicos de carácter ácido que quelatan cationes metálicos. De manera natural las plantas utilizan estos compuestos para excretarlos a la rizosfera de tal forma que se modifica la disponibilidad de metales como el hierro, aluminio otros. Asimismo el efecto acidificante es utilizado para manipular la disponibilidad de algunos elementos como el fósforo (Johnson *et al.*, 1996; Massonneau *et al.*, 2001; Sas *et al.*, 2001) y el hierro (Bienfait, 1988) en suelos calcáreos.

Al ácido benzoico se le considera un precursor del ácido salicílico; es un ácido orgánico que se ha demostrado, ejerce diferentes efectos en las plantas como modificar el perfil de nutrientes minerales acumulados en los tejidos, inducir tolerancia al estrés abiótico y biótico, mejorar la germinación en medios salinos (Benavides-Mendoza, 2004) e incrementar la producción o la calidad de flores (García-Magallón *et al.*, 2002), entre otros.

Se ha demostrado que bajo condiciones de estrés el ácido benzoico ejerce un efecto positivo sobre plantas de jitomate. En suelo calcáreo incrementó el rendimiento en un 40 %, (Burgos-Limón, 2005).

En un estudio reciente aún no publicado se demostró, utilizando tubérculos semilla de papa, que es posible la aplicación de ácido benzoico en concentraciones muchas veces mayores a las anteriormente reportadas (Benavides-Mendoza, 2004). Considerando el interés en desarrollar agroquímicos y fertilizantes con base en el ácido benzoico, se propone el siguiente trabajo en donde se obtendrá la curva de respuesta biológica de diferentes especies de plantas frente al ácido benzoico, en concentraciones que van del rango 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

II. OBJETIVO GENERAL

- Verificar la factibilidad del ácido benzoico para su uso como promotor de crecimiento en plantas.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas en ocho especies de hortalizas en un intervalo de concentraciones de ácido benzoico desde 10^{-8} hasta 10^{-1} M.
- Verificar el efecto del ácido benzoico en el intervalo de 10^{-8} hasta 10^{-1} M sobre el crecimiento y acumulación de nutrimentos en plántulas de repollo, coliflor y lechuga bajo invernadero.
- Documentar la respuesta biológica del ácido benzoico en las concentraciones de 10^{-6} hasta 10^{-2} M en plantas de tomate cultivadas bajo invernadero.

III. HIPÓTESIS

- La aplicación de ácido benzoico promueve la germinación y el crecimiento en lechuga, maíz, cebolla, pepino, frijol, tomate, trigo, calabaza, repollo y coliflor

IV. REVISION DE LITERATURA

Ácido benzoico

El ácido benzoico es precursor del ácido salicílico (Raskin, 1992). Este ácido (ácido bencenocarboxílico), C_6H_5COOH , se obtuvo del benjuí, por exudación resinosa provocada por incisiones de la corteza de *Styrox benzoin* árbol de la familia de las Lauráceas. En 1834 se determinó el peso molecular 122.05 y su estructura (Figura 1).

El ácido benzoico se usa en medicina y para conservar los alimentos El interés por el ácido benzoico y sus sales como agentes medicinales condujo a investigar las materias primas de las cuales se podría obtener el ácido de manera mas económica que del benjuí, relativamente caro. Una de esas materias primas fue el ácido hipúrico, $C_6H_5CONCH_2COOH$; el cual se hidroliza en una solución fuertemente acidificada con ácido clorhídrico o sulfúrico en ebullición. La hidrólisis o la descomposición dan como productos el ácido benzoico y la sal glicina. La fabricación del ácido benzoico partiendo del ácido hipúrico se practicó en Alemania durante años. (Kirk *et al.*, 1961).

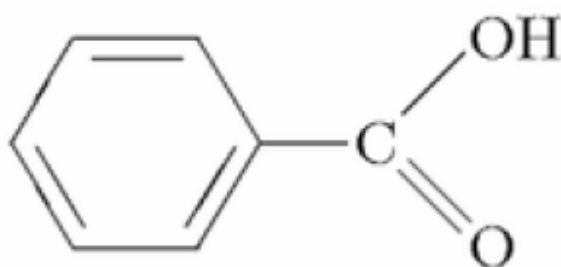


Figura 1. Estructura del ácido benzoico.

La preparación del ácido benzoico por hidrólisis del feniltriclorometano, $C_6H_5CCl_3$, fue descrita en 1886, pero no tuvo desarrollo industrial hasta la última década del siglo. Otros procedimientos empleados en la segunda mitad del siglo XIX eran la coloración del tolueno para convertirlo en cloruro de bencilo, $C_6H_5CH_2Cl$, que oxidado con ácido nítrico se obtenía ácido benzoico (Kirk *et al.*, 1961).

Características del Ácido Benzoico

El ácido aromático más simple es el ácido benzoico ($C_6H_5CO_2H$) se le conoce como ácido bencenocarboxílico, es un ácido orgánico, sólido, cristalino se funde a $122^\circ C$, hierve a $249^\circ C$, su peso molecular es 122.1 g/mol. Con la sintonización de varios compuestos orgánicos (por ejemplo: alcoholbenzil bencilaldeol, benzaldeido, tolueno y ácido fólico). Se puede obtener de las resinas, de la goma de benjuí. Se utiliza para hacer sus sales y esteres, más importante el benzoato de sodio, que se utiliza extensamente como conservador en alimentos y bebidas, además como antiséptico suave en enjuagues y cremas dentales. Los ácidos más importantes son el ácido benzoico y el ácido ftálico, se preparan en escala industrial por una reacción conocida, como la oxidación de alquilbencenos. El tolueno y el xileno se obtienen del petróleo por reformación catalítica de hidrocarburos alifáticos.

Cantidades menores de árenos se aíslan directamente del alquitrán de hulla.

Precursor de ácido ftálico es el naftaleno también se encuentra en el alquitrán de hulla (Calderón Sáenz F., 1997).

El ácido benzoico tiene una amplia utilidad como intermediario de síntesis en muchos procesos orgánicos y algunos esteres se emplean como plastificantes y en la industria de la perfumería (benzoato de bencilo). El benzoato de sodio y ácido benzoico se emplea en la industria de la alimentación como conservante

son más idóneos para productos alimenticios. La producción mundial estimada de ácido benzoico es alrededor de 600, 000 toneladas al año.

El ácido benzoico esta presente de manera natural en muchas plantas y animales (Calderón Sáenz F., 1997).

El ácido benzoico es un metabolito común en las plantas como intermediario en la formación de otros compuestos. Se ha encontrado hasta 0.05% en las bayas. Dentro de las frutas maduras en las especies de arándano (*Vaccinium spp*) podemos encontrar desde 300 hasta 1300 miligramos libre de ácido benzoico por kilogramo de fruta (CICAD, 2000).

El ácido benzoico es ligeramente soluble en agua, se utiliza en su lugar el benzoato de sodio, en condiciones ácidas se convierte en ácido benzoico no disociado. Es una sustancia sólida blanca ligeramente soluble en agua. El benzoato de sodio es alrededor de 200 veces más soluble en agua. El ácido benzoico se utiliza como producto intermedio en la síntesis de distintos compuestos, fundamentalmente el fenol (>50%) de la cantidad producida en todo el mundo y la caprolactama (Calderón Sáenz F., 1997).

El ácido benzoico se considera regulador de crecimiento o herbicidas que interrumpen las hormonas. La acción primaria parece implicar plasticidad de la pared de la célula y metabolismo del ácido nucleico. Los aumentos en estos procesos conducen a la división y al crecimiento incontrolado de las células. Los herbicidas benzoicos fueron probados por primera vez en los años 40 contienen auxinas (características de la hormona de crecimiento) que dan lugar al crecimiento celular excesivo. El movimiento de los benzoicos a los meristemas terminales y de la raíz puede moverse en la transpiración (Calderón Sáenz F., 1997).

El ácido benzoico es un compuesto encontrado de manera natural en las plantas y clasificado como ácido carboxílico (o específicamente ácido monocarboxílico). Algunas plantas acumulan ácido benzoico en el suelo en donde funciona como un aleloquímico (Kaur *et al.*, 2005). Sin embargo, asperjado en baja concentración el ácido benzoico induce tolerancia al estrés en repollo y tomate (Benavides-Mendoza, 2002).

Algunas aplicaciones agrícolas del ácido benzoico

El ácido benzoico ha sido utilizado en diferentes investigaciones, una de ellas es que tiene un efecto positivo en el desarrollo de guías de melón, donde Palafox (2001), menciona que el ácido benzoico tiene cierta influencia sobre el crecimiento, desarrollo e inducción floral de las plantas. Cabeza (2001), obtuvo un aumento en la tuberización de papa al aplicar ácido benzoico, Santiago (2002) al pretratar semillas de betabel y lechuga con ácido benzoico, dió lugar a una buena germinación en ausencia de estrés salino, y en el trabajo de García (2002), se reporta que al aplicar ácido benzoico se obtiene un mayor número de botones iniciales de *Lilium* cv. Dreamland.

Germinación

La germinación es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Moreno, 1996). Mientras que Cronquist (1986), menciona que la germinación es el proceso que ocurre desde el momento en que el embrión reinicia su crecimiento hasta que la plántula se establece. Por su parte, Ruiz (1983) menciona que la germinación es el fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla a un estado de vida activa. En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta.

Harmann y Kester (1995) mencionan que para que se inicie la germinación se necesita que: a) la semilla sea viable; es decir, que tenga un embrión vivo capaz de germinar; b) no deben existir barreras fisiológicas, físicas y químicas que induzcan el letargo e inhiban la germinación; c) debe estar expuesta a condiciones ambientales adecuadas que favorezcan la germinación. En tanto, la ISTA (1996) describe a la germinación en laboratorio, como el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión a un grado tal que manifiestan su habilidad para continuar con un desarrollo normal bajo condiciones óptimas, siendo el objetivo principal, obtener información con respecto a la capacidad de semilla de producir plántulas normales y así realizar comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.

Plántulas normales

Se consideran plántulas normales a aquellas que presentan las siguientes estructuras esenciales:

- Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria.
- Hipócotilo bien desarrollado e intacto y/o un epicotilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.
- Plúmula intacta en gramíneas, que debe presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleóptilo.
- Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.

Plántulas anormales

Las que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo normal.

Pueden presentar los siguientes defectos:

-Plántulas dañadas, sin cotiledones, con fisuras o lesiones que dañen el tejido conductor del hipocotilo, epicotilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura puede ser esencial, y todas las cucurbitáceas, en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.

-Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas, hipocotilos y epicotilos poco desarrollados; talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas o coleóptilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien plántulas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

-Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

Semillas muertas

Son aquellas que no germinan (Moreno, 1996).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en tres etapas, en la etapa I se realizaron ensayos de germinación en ocho especies vegetales en un intervalo de concentraciones de ácido benzoico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M. En la etapa II se evaluó el efecto de aplicaciones de ácido benzoico foliares y como un componente más de la solución nutritiva sobre el crecimiento de plántulas y la acumulación de nutrimentos en plántulas de repollo, coliflor y lechuga bajo invernadero. En la etapa III se evaluó el efecto de la aplicación de ácido benzoico aplicado vía foliar en plantas de tomate, sobre la calidad y la composición de frutos considerando la respuesta de crecimiento y rendimiento de la planta.

ETAPA I

La primera fase del trabajo se realizó en el laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila cuyas coordenadas geográficas son: 25° 22' Latitud Norte, 101° 00' Longitud Oeste, con una altitud de 1760 msnm. El clima de la región es BWhw(x')(e): muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano y precipitación invernal superior al 10% de la total anual.

Material genético

Se utilizaron semillas de Maíz (*Zea mays* L.), Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Pepino (*Cucumis sativus* L.), Lechuga (*Lactuca sativa* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Trigo (*Triticum aestivum* L.), Cebolla (*Allium cepa* L.) y Calabaza (*Cucúrbita pepo* L.).

Tratamientos

Se aplicaron cinco soluciones de ácido benzoico a concentraciones de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} M más un testigo con agua destilada.

Variables evaluadas

Germinación Estándar

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizando tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y se enrollaron para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25 °C, se contó el número de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar.

Longitud de plúmula y radícula

Se midió con una regla de 30 cm⁻¹ y en algunos casos con una hoja de papel milimétrico.

Peso fresco y seco de todas las plántulas normales

El peso fresco de las plántulas se determinó utilizando una balanza digital marca AND modelo GS2000. Para determinar el peso seco las plantas se

colocaron en un horno secador LAB LINE Imperial V una temperatura de 60 °C durante 24 horas.

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

ETAPA II

Material genético

Se emplearon semillas de repollo (*Brassica oleracea cv Capitata*), coliflor (*Brassica oleracea L var. Botrytis*) y Lechuga (*Lactuca sativa L*). Las semillas se sembraron en Octubre del 2005 en charolas de poliestireno de 350 cavidades, utilizando peat moss TBK y se regaron diariamente con solución Douglas (1976). Se aplicaron cuatro concentraciones de ácido benzoico: 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} y 10^{-2} M más un testigo con agua destilada. El ácido benzoico se aplicó una vez por semana en dos formas: por aspersión y como un componente más de la solución nutritiva. Cada semana se evaluó el peso fresco y seco de la raíz y del vástago.

Acumulación de nutrimentos

Se analizaron muestras foliares para determinar la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mo, Cu, B y Mn. Las muestras fueron secadas a 60 °C y se

utilizó un destilador de microkjeldahl marca LABCONCO para determinación de N, y el P se cuantificó mediante un espectrofotómetro de luz visible utilizando la reacción con ANSA (ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico) y Molibdato de Amonio.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 5 con tres repeticiones. Los datos se analizaron con PROC ANOVA del paquete SAS versión 8.2. Se usó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Para el análisis de las variables de interés se utilizó PROC GLM y PROC MEANS del paquete estadístico SAS (2003) se empleó un nivel de significancia del 5% y la prueba de Tukey para la todos los casos.

ETAPA III

Esta etapa se realizó en un invernadero del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Material genético

Se usó tomate tipo bola Cv Río Grande de la compañía Peto Seed de hábito de crecimiento indeterminado.

Establecimiento del cultivo

Se utilizaron plántulas de tomate de 82 días, las cuales se trasplantaron en bolsas de polietileno negro de 20 L⁻¹ el 1 de Agosto de 2006, colocando una planta por bolsa, dando un total de cinco plantas por repetición, con una separación entre plantas de 33 cm.

Se empleó un sustrato de peat moss TBK, mezclado con arena (2:1) y un kg de grava de 0.5 centímetros de diámetro para ayudar al drenaje en cada bolsa y

tener una buena aireación de la raíz. Para el riego se utilizó un gotero por bolsa, con un gasto de 4 l h^{-1} cada uno.

Se colocó un piso plástico con polietileno de color blanco para cubrir la superficie del suelo donde se colocarían las plantas, y de esta manera evitar que las raíces se establecieran en el suelo (Figura 5.1).



Figura 5.1. Cubierta de polietileno usado para evitar que las raíces penetren en el suelo.

Sistema de fertirrigación

Se utilizó una bomba con capacidad de $1 \frac{1}{4}$ HP, con un depósito de 200 litros⁻¹ el cual contenía la solución madre. Al inicio de la fertilización de las plantas se empleó la solución nutritiva Douglas (1976)

Cuadro 5.1. Fuentes de fertilizantes usadas para formular la solución nutritiva en el experimento.

| Fertilizante | Formula química |
|----------------------|--|
| Nitrato de Calcio | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ |
| Nitrato de Potasio | KNO_3 |
| Sulfato de Calcio | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato Ferroso | $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato Cuprico | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato de Manganeso | $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato de Magnesio | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ |
| Sulfato de Zinc | $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ |
| Ac. Molibdico | $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Ac. Bórico | H_3BO_3 |
| Ac. Molibdico | $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Fosfato Dibasico | $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |

Tratamientos

Se emplearon tres concentraciones de ácido benzoico aplicadas vía foliar con tres repeticiones (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Tratamientos estudiados con diferente concentración de ácido benzoico

| Tratamientos | Dosis de AB (g L⁻¹) |
|----------------------|---------------------------------------|
| Testigo | H_2O |
| $\text{AB } 10^{-6}$ | 0.000012 |
| $\text{AB } 10^{-4}$ | 0.0122 |
| $\text{AB } 10^{-2}$ | 1.2212 |

Labores culturales

Guiado de plantas

Después de definir las plantas a un tallo se guiaron por medio de una rafia y anillos, llevándose a una altura de 2.5 m (Figura 5.2).



Figura 5.2. Anillos y rafia empleados para el guiado de las plantas.

Variables de respuesta

Variables Morfológicas

Altura de planta

Para realizar las mediciones de altura de planta, se utilizó cinta métrica. Se realizaron un total de 10 mediciones por tratamiento iniciando con el primero a los 29 y después a los 41, 76, 91, 105, 119, 134, 149, 165 y 207 días después del trasplante (ddt).

Diámetro de tallo

Para realizar las mediciones de diámetro de tallo a un centímetro de la corona, se utilizó vernier. Se realizaron un total de 10 mediciones por tratamiento

iniciando con el primero a los 29 y después a los 41, 76, 91, 105, 119, 134, 149, 165 y 207 ddt.

Análisis Químicos de Calidad de Fruto

Brix , pH % ácido cítrico

Parte de la fruta cosechada en el tercero y cuarto corte fue macerada en fresco, en dicha pulpa molida fueron determinados los caracteres índice refractométrico (% sólidos solubles) con un refractómetro manual de 0 a 32 % Atago modelo ATC1E y el pH con un potenciómetro Omega PHH-82A.

Análisis nutrimental de fruto y tejido vegetal (hoja)

Se analizaron muestras de fruto y foliares (tercera y cuarta hoja) para determinar los contenidos de elementos mayores N, P, K, Ca, Mg y elementos menores Fe, Cu, Zn Mn, Mo y B. Las muestras se secaron a 60 °C y enseguida se molieron hasta pulverizarlas, se incineró 1.0 g de muestra y posteriormente se realizó una digestión ácida (ácido nítrico-perclórico) en caliente hasta su disolución total. Las soluciones se aforaron con agua desionizada hasta 100 ml y se llevaron a cabo las determinaciones utilizando un espectrómetro de absorción atómica marca VARIAN, a excepción de N y P.

Para la determinación de N total se utilizó el método de Microkjendahl marca LABCONCO, y el P se cuantificó mediante un espectrofotómetro de luz visible utilizando la reacción con ANSA (ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico) y Molibdato de Amonio.

Parte de la fruta cosechada (diez frutos con madurez tres cuartos) en el tercero y cuarto corte fue macerada en fresco.

Análisis Bromatológicos de hoja y fruto

Se determinó materia seca total, se realizó por secado en estufa y gravimetría (diferencia de pesos). Se cuantificó proteína se determinó por el método de micro-kjeldhal. Las cenizas totales se determinaron por incineración y gravimetría, fibra cruda se determinó por digestión ácido-alcalina y gravimetría y extracto etéreo por método de soxhlet.

Rendimiento de fruto

Los frutos de tomate se cosecharon cuando llegaban a su madurez comercial. Se realizaron un total de 11 cortes por tratamiento iniciando con el primero a los 92 y después a los 104, 111, 118, 123, 131, 140, 159, 167, 185 y 199 ddt. El rendimiento de fruto se determinó por categorías de tamaño (USDA, 1992), (Figura 5.3.).

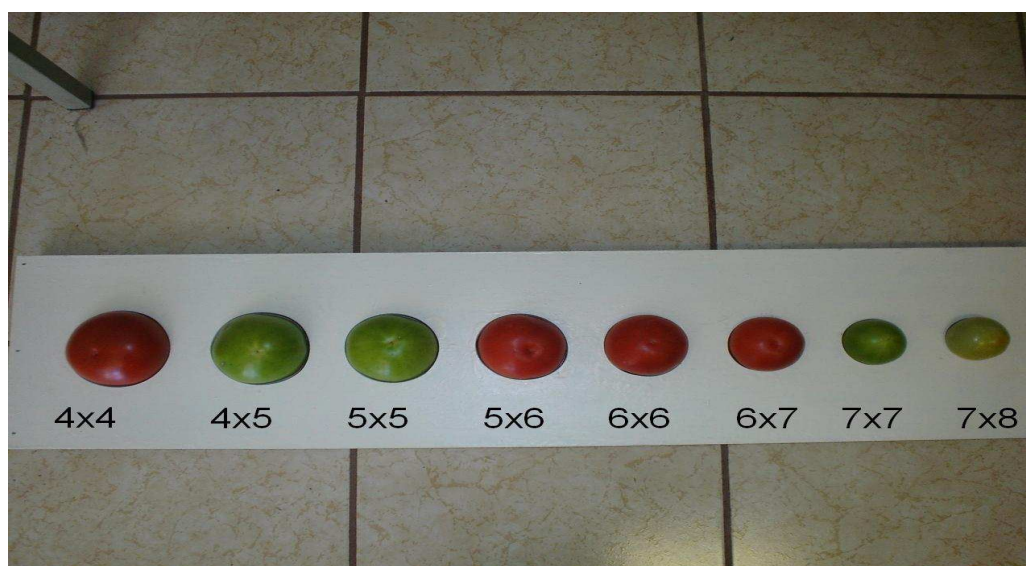


Figura 5.3. Clasificación de frutos de acuerdo a su tamaño (USDA, 1992).

Experimento en campo

Constó de cuatro surcos de 3.0 m de longitud a una distancia entre surcos de .50 m por surco, siendo la superficie total de 72 m², cada tratamiento se formó de cuatro unidades experimentales de 3 m de largo por .50m de ancho.

Diseño experimental

Los datos de las variables de respuesta fueron analizados bajo un diseño completamente al azar (DCA).

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables de interés se utilizó PROC GLM y PROC MEANS del paquete estadístico SAS (2003) se empleó un nivel de significancia del 5% y la prueba de Tukey para la todos los casos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPA I

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en maíz.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de maíz en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Maíz elotero (*Zea mays*)
(Híbrido A 7573 de ASGROW)

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla.

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de maíz para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).**l). Método de evaluación.**

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios de plántulas normales de maíz.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 5.80 %

Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 98.00 a |
| AB 10^{-8} M | 94.00 a |
| AB 10^{-6} M | 98.00 a |
| AB 10^{-4} M | 90.66 a |
| AB 10^{-2} M | 90.00 a |
| AB 10^{-1} M | 54.66 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro muestra la prueba de medias con nivel de significancia del 0.05 % y un CV= 5.80%, para la variable plántulas normales en maíz, estadísticamente se puede observar como el tratamiento AB 10⁻⁶ es el que produce el mayor % de plántulas normales seguido del testigo y el de la solución de AB 10⁻¹ fue el de menor % de plántulas normales con un 54.6667 %.

Cuadro de datos promedios de plántulas anormales de Maíz.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 125.50 %

Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.66 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 2.66 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 1.33 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 5.33 a |
| AB10 ⁻² M | 2.00 a |
| AB10 ⁻¹ M | 1.33 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra el comportamiento de la variable de respuesta plántulas anormales y el tratamiento que produjo la mayor cantidad de plántulas anormales fue el tratamiento AB 10⁻⁴ seguido del tratamiento AB 10⁻⁸.

Cuadro de datos promedios de de semillas muertas de Maíz.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 39.13 %

Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 1.33 bc |
| AB10 ⁻⁸ M | 3.33 bc |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.66 c |
| AB10 ⁻⁴ M | 4.00 bc |
| AB10 ⁻² M | 8.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 44.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro presenta los datos de la prueba de medias para la variable de respuesta semillas muertas en maíz estadísticamente el tratamiento con la mayor cantidad de semillas muertas fue el de la solución AB 10⁻¹ seguido del tratamiento AB 10⁻², superando al testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable peso fresco de Maíz.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 7.62 %

Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.78 b |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.95 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.79 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.77 b |
| AB10 ⁻² M | 0.74 b |
| AB10 ⁻¹ M | 0.71 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro muestra el comportamiento de la variable peso fresco en plántula de maíz, al realizar la prueba de medias con un rango de confiabilidad de 95 % y un 7.62 % se encontró que estadísticamente el mejor tratamiento para la variable peso fresco fue el de la solución AB 10⁻⁸, siendo diferente a todos los demás tratamientos aunque existió similitud estadística entre los tratamientos AB 10^{-1, 2, 4, 6} y el testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Maíz.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 24.93 %
Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 0.13 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.09 ab |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.10 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.08 bc |
| AB10 ⁻² M | 0.06 bc |
| AB10 ⁻¹ M | 0.05 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Después de haber tomado la variable peso seco las muestras se introdujeron a la estufa para proceder a tomar el peso seco de las muestras y así analizarlas en una prueba de medias se encontró que estadísticamente el mejor tratamiento para esta variable fue el testigo siendo diferente de los demás tratamientos pero entre los tratamientos de la solución de AB el mejor fue el de la solución AB 10^{-8,6}.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Maíz.
El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 13.35 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 15.38 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 13.46 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 11.63 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 12.12 a |
| AB10 ⁻² M | 12.78 a |
| AB10 ⁻¹ M | 12.57 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La longitud de plúmula también se analizó el mejor tratamiento para el tamaño de plúmula fue el testigo de las soluciones de AB el que mejor resultados presento fue el AB 10^{-8} .

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Maíz. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 12.45 % Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------|----------|
| T | 13.30 bc |
| AB 10^{-8} M | 19.28 a |
| AB 10^{-6} M | 16.12 ab |
| AB 10^{-4} M | 11.56 c |
| AB 10^{-2} M | 15.78 b |
| AB 10^{-1} M | 16.44 ab |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para la variable radícula el mejor tratamiento con base en los análisis estadísticos fue el de la solución AB 10^{-8} con una longitud de raíz del 19.28 cm seguido del tratamiento AB 10^{-6} con una longitud de 16.1267 y el testigo con 13.3067 cm de raíz.

o). Conclusiones.

El uso de benzoall en concentraciones de 10^{-4} a 10^{-8} M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 4071.093750 | 814.218750 | 31.5850 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 309.343750 | 25.778646 | | |
| TOTAL | 17 | 4380.437500 | | | |

C.V. = 5.80 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA ANORMALES EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 41.777786 | 8.355557 | 1.0743 | 0.422 |
| ERROR | 12 | 93.333328 | 7.777777 | | |
| TOTAL | 17 | 135.111115 | | | |

C.V. = 125.50 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % SEMILLAS MUERTAS EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 4207.111328 | 841.422241 | 52.5890 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 191.999756 | 15.999980 | | |
| TOTAL | 17 | 4399.111084 | | | |

C.V. = 39.13 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO PROMEDIO (10 PLANTULAS) EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.105541 | 0.021108 | 5.7573 | 0.006 |
| ERROR | 12 | 0.043996 | 0.003666 | | |
| TOTAL | 17 | 0.149537 | | | |

C.V. = 7.62 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO PROMEDIO (10 PLANTULAS) EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.011805 | 0.002361 | 4.4932 | 0.015 |
| ERROR | 12 | 0.006306 | 0.000525 | | |
| TOTAL | 17 | 0.018111 | | | |

C.V. = 24.93 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS) EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 26.333984 | 5.266797 | 1.7511 | 0.197 |
| ERROR | 12 | 36.092529 | 3.007711 | | |
| TOTAL | 17 | 62.426514 | | | |

C.V. = 13.35 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS) EN MAÍZ

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 107.853027 | 21.570606 | 5.8572 | 0.006 |
| ERROR | 12 | 44.193359 | 3.682780 | | |
| TOTAL | 17 | 152.046387 | | | |

C.V. = 12.45%

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en lechuga.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de lechuga en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Great lakes 407.
PACIFICA SEED COMPANY.

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de lechuga para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.
k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de Lechuga. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 8.51 %
 Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 92.00 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 94.00 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 91.33 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 80.66 b |
| AB10 ⁻² M | 0.00 c |
| AB10 ⁻¹ M | 0.00 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro muestra la comparación de medias para la variable plántulas normales, se puede observar como el tratamiento AB 10⁻⁸ es el que presentó el mayor porcentaje de plántulas normales seguido de el AB 10⁻⁶ y el testigo, el

nivel de significancia con el que se analizó dicha información es del 95 % y CV. 8.51 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Lechuga.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 66.30 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 6.00 ab |
| AB10 ⁻⁸ M | 3.33 bc |
| AB10 ⁻⁶ M | 2.33 bc |
| AB10 ⁻⁴ M | 7.33 a |
| AB10 ⁻² M | 0.66 c |
| AB10 ⁻¹ M | 0.00 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra el comportamiento de la variable plántulas anormales, se puede establecer en base a los resultados obtenidos que el tratamiento que produce el mayor porcentaje de plántulas anormales es el de la solución de AB 10⁻⁴ con un porcentaje mayor al del testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Lechuga.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV =11.43 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 2.00 c |
| AB10 ⁻⁸ M | 2.66 c |
| AB10 ⁻⁶ M | 6.66 bc |
| AB10 ⁻⁴ M | 12.00 b |
| AB10 ⁻² M | 99.33 a |
| AB10 ⁻¹ M | 100.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable semillas muertas también se analizó mediante una prueba de medias con un rango de confiabilidad de 95 % y un CV. 11.43 % se encontró que estadísticamente el mejor tratamiento fue el de la solución AB 10^{-1,2}, considerándose el AB 10⁻⁸ como el más bajo porcentaje de semillas muertas.

Cuadro de datos promedios para la variable peso fresco de Lechuga.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 12.99 %
Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.01 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.01 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.01 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.01 a |

| | |
|-------------------------------|--------|
| AB10 ⁻² M | 0.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 0.00 b |
| <hr/> | |
| NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 | |

La variable peso seco de planta también se analizó y se encontró que el mejor tratamiento para esta variable es AB 10^{-4,8} seguido del tratamiento testigo con un CV. 12.99 y un rango de confiabilidad del 95 %.

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Lechuga.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 37.41 %
Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|-------------------------------|-----------|
| T | 0.0004 b |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.0008 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.0007 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.0007 ab |
| AB10 ⁻² M | 0.0000 c |
| AB10 ⁻¹ M | 0.0000 c |
| <hr/> | |
| NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 | |

Para la variable peso seco en plántula de lechuga también se elaboró una prueba de medias con un rango de confiabilidad del 95 % y un CV. 37.41, la media de peso mas alta de los tratamientos empleados se presento en el tratamiento AB 10⁻⁸ seguido de los tratamientos AB 10^{-6,4}.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Lechuga.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 11.03 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|-------------------------------|---------|
| T | 1.04 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.96 ab |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.85 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 1.02 a |
| AB10 ⁻² M | 0.00 c |
| AB10 ⁻¹ M | 0.00 c |
| <hr/> | |
| NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 | |

Para la variable longitud de plúmula el tratamiento que registro la media mas alta en comparación a los tratamientos empleados en el presente experimento fue el tratamiento AB 10⁻⁴ siendo superado por el testigo, rango de confiabilidad del 95 % y un CV. 11.03 %.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Lechuga.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 16.42 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 2.67 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 2.69 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 2.68 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 2.77 a |
| AB10 ⁻² M | 0.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 0.00 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La longitud de radícula se analizó con una prueba de medias con un nivel de significancia del 0.05 % y un CV. 16.42 % se encontró que el mejor tratamiento estadísticamente fue el de la solución AB 10⁻⁸ seguido de AB 10⁻⁶ superando al testigo.

o). Conclusiones.

El uso de benzoall en concentraciones de 10⁻⁴ a 10⁻⁸ M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|--------------|-------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 32364.664063 | 6472.932617 | 251.1030 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 309.335938 | 25.777994 | | |
| TOTAL | 17 | 32674.000000 | | | |

C.V. = 8.51 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA ANORMALES EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 126.944458 | 25.388891 | 5.3765 | 0.008 |
| ERROR | 12 | 56.666656 | 4.722221 | | |
| TOTAL | 17 | 183.611115 | | | |

C.V. = 66.30 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % SEMILLAS MUERTAS EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|--------------|-------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 35409.773438 | 7081.954590 | 393.4348 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 216.003906 | 18.000326 | | |
| TOTAL | 17 | 35625.777344 | | | |

C.V. = 11.43 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO gr POR PLANTA EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000900 | 0.000180 | 106.8656 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 0.000020 | 0.000002 | | |
| TOTAL | 17 | 0.000920 | | | |

C.V. = 12.99 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO gr POR PLANTA EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000002 | 0.000000 | 14.4365 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 0.000000 | 0.000000 | | |
| TOTAL | 17 | 0.000002 | | | |

C.V. = 37.41 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS) EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 3.816177 | 0.763235 | 150.4743 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 0.060866 | 0.005072 | | |
| TOTAL | 17 | 3.877043 | | | |

C.V. = 11.03 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS) EN LECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 29.287453 | 5.857491 | 66.8197 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 1.051933 | 0.087661 | | |
| TOTAL | 17 | 30.339386 | | | |

C.V. = 16.42 %

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en calabaza.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de calabaza en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Calabaza (*Cucurbita pepo* L.) Grey succhini
PACIFICA SEED COMPANY.

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de calabaza para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).**l). Método de evaluación.**

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de calabaza.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 21.06 %

Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 44.00 a |
| AB 10^{-8} M | 44.00 a |
| AB 10^{-6} M | 43.33 a |
| AB 10^{-4} M | 28.00 a |
| AB 10^{-2} M | 45.33 a |
| AB 10^{-1} M | 39.33 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Calabaza.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 29.70 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 40.66 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 6.66 c |
| AB10 ⁻⁶ M | 20.00 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 20.66 b |
| AB10 ⁻² M | 22.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 24.00 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La presente Cuadro de comparación de medias nos indica la respuesta de la plántula al ser tratada con Benzoall y se puede observar como el tratamiento testigo que no fue tratado es el que presenta el mayor porcentaje de plántulas anormales con una media estadística de 40.6667, esto nos indica que el tratamiento que presento menor % de plántulas anormales es el de la solución de Benzoall 10⁻⁸ M. Con un coeficiente de variación d 29.70% y un rango de confiabilidad de 95 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Calabaza.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 23.60 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 15.33 c |
| AB10 ⁻⁸ M | 49.33 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 32.66 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 52.00 a |
| AB10 ⁻² M | 32.66 b |
| AB10 ⁻¹ M | 40.00 ab |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

En el cuadro de concentración de datos muestra la variable de respuesta de la semilla al ser tratada con Benzoall en sus diferentes concentraciones, se puede observar como estadísticamente las concentraciones altas de benzoall tiene un mayor % de afectación sobre las semillas al ser tratadas, siendo el testigo el que representa el tratamiento con % de afectación sobre la semilla con una media de 15.3333 % con un nivel de significancia del 0.05 % y un CV= 23.60 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de peso fresco de Calabaza.
 El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 9.28 %
 Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 1.13 ab |
| AB10 ⁻⁸ M | 1.09 ab |
| AB10 ⁻⁶ M | 1.09 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.70 c |
| AB10 ⁻² M | 1.15 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.98 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Al existir diferencia altamente significativa de la variable peso fresco de planta se procedió a la elaboración de comparación de medias con un nivel de significancia de 0.05 % y se encontró que estadísticamente el tratamiento BENZOALL 10⁻² es el que registra la media de peso fresco mas alta en comparación a los demás tratamientos empleados en el presente experimento, con un CV de 9.28

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Calabaza.
 El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 7.03 %
 Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.08 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.07 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.07 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.06 a |
| AB10 ⁻² M | 0.07 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.07 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra las medias de peso seco de plántula y se observa como el valor de medias mas alto se encuentra en el tratamiento testigo y el valor mas bajo es donde se empleo Benzoall con una concentración 10⁻⁴, con un CV. 7.03 % por debajo del porcentaje establecido para trabajo en laboratorio.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Calabaza.
 El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV =16.62 %
 Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 7.43 ab |
| AB10 ⁻⁸ M | 8.50 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 5.81 bc |
| AB10 ⁻⁴ M | 5.07 c |
| AB10 ⁻² M | 6.99 abc |
| AB10 ⁻¹ M | 5.80 bc |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable longitud de plúmula se analizó y con un CV de 16.62 % se procedió a la prueba de medias y estadísticamente el mejor tratamiento del experimento para esta variable fue el de la solución de Benzoall 10⁻⁸ M una media de 8.5 cm de plúmula.

Cuadro de datos promedios para la variable de longitud de radícula de Calabaza.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 8.50 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 16.92 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 12.67 b |
| AB10 ⁻⁶ M | 13.33 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 6.71 d |
| AB10 ⁻² M | 14.51 b |
| AB10 ⁻¹ M | 10.05 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

En la variable longitud de radícula se encontró que la mejor media de radícula se presenta cuando la semilla es tratada con Benzoall 10⁻⁴ aunque estadísticamente el mejor tratamiento es el testigo con una media de 16.92 cm de longitud de radícula y un CV. de 8.50 %.

o). Conclusiones.

El uso de benzoall en concentraciones de 10⁻⁴ a 10⁻⁸ M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULAS NORMALES EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|----------|
| TRAT | 5 | 640.000000 | 128.000000 | 1.7455 | 0.199 |
| ERROR | 12 | 880.000000 | 73.333336 | | .01=5.06 |
| TOTAL | 17 | 1520.000000 | | | .05=3.11 |

C.V. = 21.06 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULAS ANORMALES EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 1778.000000 | 355.600006 | 8.0818** | 0.002 |
| ERROR | 12 | 528.000000 | 44.000000 | | |
| TOTAL | 17 | 2306.000000 | | | |

C.V. = 29.70 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE SEMILLAS MUERTAS EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 2679.335938 | 535.867188 | 7.0303** | 0.003 |
| ERROR | 12 | 914.664063 | 76.222008 | | |
| TOTAL | 17 | 3594.000000 | | | |

C.V. = 23.60 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO PROMEDIO (10 PLANTULAS) EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 0.435791 | 0.087158 | 9.5658** | 0.001 |
| ERROR | 12 | 0.109337 | | | |
| TOTAL | 17 | 0.545128 | | | |

C.V. = 9.28 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO PROMEDIO (10 PLANTULAS) EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000297 | 0.000059 | 2.1142 | 0.134 |
| ERROR | 12 | 0.000337 | 0.000028 | | |
| TOTAL | 17 | 0.000634 | | | |

C.V. = 7.03 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS) EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 24.123047 | 4.824609 | 4.0040* | 0.023 |
| ERROR | 12 | 14.459473 | 1.204956 | | |
| TOTAL | 17 | 38.582520 | | | |

C.V. = 16.62 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS) EN CALABAZA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|-----------|-------|
| TRAT | 5 | 190.992676 | 38.198536 | 34.5790** | 0.000 |
| ERROR | 12 | 13.256104 | 1.104675 | | |
| TOTAL | 17 | 204.248779 | | | |

C.V. = 8.50

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en cebolla.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de cebolla en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Cebolla (*Allium cepa* L.) Onion cristal white wax.
PACIFICA SEED COMPANY.

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de cebolla para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de Cebolla.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 101.33 %

Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|--------|
| T | 14.0 a |
| AB 10^{-8} M | 6.0 a |
| AB 10^{-6} M | 7.33 a |
| AB 10^{-4} M | 3.33 a |
| AB 10^{-2} M | 0.67 a |
| AB 10^{-1} M | 0 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Puede verse en el cuadro anterior que incluso concentraciones tan altas como 10^{-4} M no dan lugar a cambios significativos en el promedio de plantas normales. Debe recordarse que el ácido bencenocarboxílico en alta concentración da lugar a efectos alelopáticos, así como a restricción en el

crecimiento. Los resultados indican la factibilidad de aplicar el producto incluso en concentraciones tan altas como 10^{-2} M, en donde efectivamente ocurre una disminución estadísticamente significativa en el número de plántulas normales. Sin embargo, considérese que en situaciones no favorables para la germinación, como suelos salinos y presencia de altas densidades de patógenos de la semilla o plántulas, esta disminución pudiera soportarse si se logra la germinación y crecimiento de las mencionadas plántulas.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Cebolla. El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 34.07 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 26.0 a |
| AB 10^{-8} M | 20.66 a |
| AB 10^{-6} M | 22.66 a |
| AB 10^{-4} M | 18.66 a |
| AB 10^{-2} M | 16.00 a |
| AB 10^{-1} M | 11.33 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Cebolla. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 7.87 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 88.67 a |
| AB 10^{-8} M | 60.0 b |
| AB 10^{-6} M | 70.0 ab |
| AB 10^{-4} M | 73.33 a |
| AB 10^{-2} M | 78.0 a |
| AB 10^{-1} M | 83.33 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable de peso fresco de Cebolla. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 76.19 %
Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 0.07 a |
| AB 10^{-8} M | 0 c |
| AB 10^{-6} M | 0.005 b |
| AB 10^{-4} M | 0.03 a |
| AB 10^{-2} M | 0.03 a |
| AB 10^{-1} M | 0.05 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Cebolla.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 204.71 %

Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 1.01 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0 c |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.0006 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.002 b |
| AB10 ⁻² M | 0.003 b |
| AB10 ⁻¹ M | 0.02 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Cebolla.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 81.69 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.93 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 1.03 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 1.22 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.85 a |
| AB10 ⁻² M | 0 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Cebolla.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 102.21 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 0.55 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.3 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.56 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.37 a |
| AB10 ⁻² M | 0 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

o). Conclusiones.

El uso de Benzoall en concentraciones de 10⁻⁴ a 10⁻⁸ M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de –

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE DE % PLÁNTULA NORMALES EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 401.111053 | 80.222214 | 2.8651 | 0.063 |
| ERROR | 12 | 336.000061 | 28.000006 | | |
| TOTAL | 17 | 737.111115 | | | |

C.V. = 101.33 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE DE % PLÁNTULA ANORMALES EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 398.444824 | 79.688965 | 1.8580 | 0.176 |
| ERROR | 12 | 514.666504 | 42.888874 | | |
| TOTAL | 17 | 913.111328 | | | |

C.V. = 34.07 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE DE % SEMILLAS MUERTAS EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 1548.445313 | 309.689056 | 8.7648 | 0.001 |
| ERROR | 12 | 424.000000 | 35.333332 | | |
| TOTAL | 17 | 1972.445313 | | | |

C.V. = 7.87 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO gr POR PLANTA EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.012009 | 0.002402 | 3.3929 | 0.038 |
| ERROR | 12 | 0.008494 | 0.000708 | | |
| TOTAL | 17 | 0.020503 | | | |

C.V. = 76.19 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO gr POR PLANTA EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 2.522776 | 0.504555 | 4.0093 | 0.023 |
| ERROR | 12 | 1.510172 | 0.125848 | | |
| TOTAL | 17 | 4.032948 | | | |

C.V. = 204.71 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS) EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 4.276777 | 0.855355 | 2.8458 | 0.064 |
| ERROR | 12 | 3.606800 | 0.300567 | | |
| TOTAL | 17 | 7.883577 | | | |

C.V. = 81.69 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS) EN CEBOLLA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.952641 | 0.190528 | 2.0551 | 0.142 |
| ERROR | 12 | 1.112523 | 0.092710 | | |
| TOTAL | 17 | 2.065164 | | | |

C.V. = 102.21 %

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en frijol.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de frijol en un rango de concentración de ácido benzenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) Flor de junio Ana Zacatecas 2004.

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido benzenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de frijol para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido benzenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de Frijol. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 10.44 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 76.00 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 86.66 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 76.66 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 45.33 c |
| AB10 ⁻² M | 61.33 b |
| AB10 ⁻¹ M | 22.66 d |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra la respuesta de la variable plántulas normales después de tratar la semilla de frijol con un solución de AB a diferentes concentraciones se puede observar como estadísticamente el tratamiento AB 10⁻⁸ es el que presenta el mayor % de plántulas normales seguido de el tratamiento AB ⁻⁶ dicha prueba se analizó con un rango de confiabilidad de 95 % y un CV de 10.44 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Fríjol.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 36.55 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 9.33 c |
| AB10 ⁻⁸ M | 12.00 bc |
| AB10 ⁻⁶ M | 17.33 bc |
| AB10 ⁻⁴ M | 36.66 a |
| AB10 ⁻² M | 14.66 bc |
| AB10 ⁻¹ M | 22.66 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro muestra la variable de respuesta plántulas anormales y estadísticamente se puede observar que la solución de Benzoall a una concentración 10⁻⁴ es la que produce el mayor porcentaje de plántulas anormales y que el testigo aun sin ser tratados produce un 9.33 % de plántulas anormales, con un CV. de 36.35 %

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Fríjol.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV =38.28 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|-----------|
| T | 14.66 bcd |
| AB10 ⁻⁸ M | 1.33 d |
| AB10 ⁻⁶ M | 6.00 cd |
| AB10 ⁻⁴ M | 18.00 bc |
| AB10 ⁻² M | 24.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 54.66 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra la variable de respuesta semillas muertas, estadísticamente se observa como la mayor cantidad de semillas muertas expresadas en % se presenta cuando la semilla es tratada con una solución de AB 10⁻¹ y el menor % de semillas muertas se presenta con la solución de AB 10⁻⁸, el rango de confiabilidad expresado en dichos análisis estadísticos es del 95 % con un CV. 38.28.

Cuadro de datos promedios para la variable de peso fresco de Fríjol.
El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 10.96 %
Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 1.50 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 1.38 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 1.22 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 1.33 a |
| AB10 ⁻² M | 1.42 a |
| AB10 ⁻¹ M | 1.26 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable de respuesta peso fresco de plántula muestra un comportamiento muy disperso entre tratamientos y nos muestra como las del tratamiento testigo

supera a todos los tratamientos de la solución de AB con un promedio de 1.5 g de peso fresco seguido de el tratamiento AB 10^{-2} siendo el tratamiento AB 10^{-8} el rango de confiabilidad de la información analizada es del 95 % y CV de 10.96 %

Cuadro de datos promedios para la variable de peso seco de Frijol.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 40.44 %

Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 1.09 a |
| AB 10^{-8} M | 0.97 ab |
| AB 10^{-6} M | 0.58 bc |
| AB 10^{-4} M | 0.17 cd |
| AB 10^{-2} M | 0.53 c |
| AB 10^{-1} M | 0.10 d |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro anterior muestra el comportamiento de la variable peso seco de plántula, al realizar la prueba de medias se pudo observar como estadísticamente los mejores tratamientos para la evaluación de esta variable son el testigo con 1.0989 g de peso seco y el tratamiento AB 10^{-8} , el tratamiento AB 10^{-1} es el que menor peso de seco registro. El rango de confiabilidad con el que se presenta dicha información es del 95 % con un CV. 40.44.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Frijol.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 19.39 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 12.30 a |
| AB 10^{-8} M | 10.21 a |
| AB 10^{-6} M | 9.83 a |
| AB 10^{-4} M | 7.94 a |
| AB 10^{-2} M | 10.75 a |
| AB 10^{-1} M | 7.27 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable longitud de plúmula se evaluó y se encontró que el mejor tratamiento para esta variable es el testigo seguido del tratamiento al que se le aplico una solución de AB 10^{-8} , CV= 19.39 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Frijol.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV =10.60 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------|-----------|
| T | 16.32 a |
| AB 10^{-8} M | 14.71 ab |
| AB 10^{-6} M | 13.68 bc |
| AB 10^{-4} M | 11.81 cd |
| AB 10^{-2} M | 14.08 abc |
| AB 10^{-1} M | 9.70 d |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El cuadro de comparación de medias de longitud de raíz muestra estadísticamente diferencias entre los tratamientos siendo el testigo el que supera a todos los tratamientos y de los tratamientos el que obtuvo mayor longitud de raíz fue el de la solución AB 10^{-8} , CV. 10.60 % y rango de confiabilidad de 95 %.

o). Conclusiones.

El uso de Benzoall en concentraciones de 10^{-4} a 10^{-8} M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|-------------|-----------|----------|
| TRAT | 5 | 8529.109375 | 1705.821899 | 41.4927** | 0.000 |
| ERROR | 12 | 493.335938 | 41.111328 | | .01=5.06 |
| TOTAL | 17 | 9022.445313 | | | .05=3.11 |

C.V. = 10.44 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA ANORMALES EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 1467.778320 | 293.555664 | 6.2311** | 0.005 |
| ERROR | 12 | 565.333008 | 47.111084 | | |
| TOTAL | 17 | 2033.111328 | | | |

C.V. = 36.55 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % SEMILLAS MUERTAS EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|-------------|-----------|-------|
| TRAT | 5 | 5383.111328 | 1076.622314 | 18.7783** | 0.000 |
| ERROR | 12 | 688.000000 | 57.333332 | | |
| TOTAL | 17 | 6071.111328 | | | |

C.V. = 38.28 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO PROMEDIO (10 PLANTULAS) EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 51.287720 | 0.054792 | 2.8887 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 0.265285 | 0.022107 | | |
| TOTAL | 17 | 0.428215 | | | |

C.V. = 10.96 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO PROMEDIO (10 PLANTULAS)
EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 2.454017 | 0.490803 | 8.9576** | 0.001 |
| ERROR | 12 | 0.657505 | 0.054792 | | |
| TOTAL | 17 | 3.111522 | | | |

C.V. = 40.44 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS)
EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 51.287720 | 10.257544 | 2.8887 | 0.061 |
| ERROR | 12 | 42.611450 | 3.550954 | | |
| TOTAL | 17 | 93.899170 | | | |

C.V. = 19.39%

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS)
EN FRIJOL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 81.010010 | 16.202002 | 8.0533** | 0.002 |
| ERROR | 12 | 24.142090 | 2.011841 | | |
| TOTAL | 17 | 105.152100 | | | |

C.V. = 10.60 %

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en pepino.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de pepino en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Pepino (*Cucumis sativus* L.) Poinsett 76
PACIFICA SEED COMPANY.

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de pepino para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.
k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de Pepino. El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 22.86 %
 Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 53.33 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 67.33 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 56.00 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 51.33 a |
| AB10 ⁻² M | 61.33 a |
| AB10 ⁻¹ M | 38.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La prueba realizada en pepino el mayor porcentaje de plántulas normales se registro en el tratamiento de la solución AB 10⁻⁸ 67.33 % seguido de el AB 10⁻⁶ y el testigo con un 53.33 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Pepino. El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 39.10 %

Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 28.66 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 21.33 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 33.33 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 28.66 a |
| AB10 ⁻² M | 24.00 a |
| AB10 ⁻¹ M | 40.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El mayor porcentaje de plántulas anormales estadísticamente se registro en el tratamiento que se estableció con la solución AB 10⁻¹ y AB 10⁻⁶ superando al testigo con un 12 %.

Cuadro de datos promedios para la variable semillas muertas de Pepino.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 23.55 %

Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 18.00 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 18.00 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 10.66 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 20.00 a |
| AB10 ⁻² M | 14.66 a |
| AB10 ⁻¹ M | 22.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para la variable de respuesta semillas muertas se realizó un conteo y se expreso en %, se puede observar que el mayor porcentaje de semillas muertas se presentó en el tratamiento de la solución AB 10⁻¹ con un % no mayor al 25 % es decir que el tratamiento que causo el menor porcentaje de semillas muertas es de la solución AB 10⁻⁶ con un 10 % de semillas muertas.

Cuadro de datos promedios para la variable peso fresco de Pepino.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 5.90 %

Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 0.188 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.17 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.18 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.19 a |
| AB10 ⁻² M | 0.18 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.17 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable peso fresco en pepino presentó un comportamiento muy similar en relación al testigo siendo los tratamientos con AB 10⁻⁴, el único que supera al testigo, dichas pruebas se analizaron estadísticamente con CV=5.9 %.

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Pepino.
El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 143.36 %
Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 0.01 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.01 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.04 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.01 a |
| AB10 ⁻² M | 0.01 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.009 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable peso seco de plántula presenta un comportamiento muy similar al de la variable peso fresco, el tratamiento que acumuló la mayor cantidad de peso seco fue el de la solución de AB 10⁻⁶.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Pepino.
El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 11.04 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 6.35 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 5.11 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 4.86 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 5.25 a |
| AB10 ⁻² M | 4.96 a |
| AB10 ⁻¹ M | 5.07 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Se analizó la longitud de plúmula con un CV= 11.04 % la media mas alta de longitud de plúmula se registro en el tratamiento testigo seguido de los tratamientos de AB 10^{-1,4,8} M.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Pepino.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 7.49 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 10.91 ab |
| AB10 ⁻⁸ M | 10.98 ab |
| AB10 ⁻⁶ M | 11.78 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 10.84 ab |
| AB10 ⁻² M | 10.31 bc |
| AB10 ⁻¹ M | 9.22 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Estadísticamente el mejor tratamiento para la variable longitud de radícula es el tratamiento AB 10⁻⁶ con una media de longitud de radícula de 11.78 cm, y el menor valor de longitud de radícula se presento en el tratamiento de la solución AB 10⁻¹.

o). Conclusiones.

El uso de Benzoall en concentraciones de 10^{-4} a 10^{-8} M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.**ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN PEPINO**

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 1491.777344 | 298.355469 | 1.9180 | 0.165 |
| ERROR | 12 | 1866.667969 | 155.555664 | | |
| TOTAL | 17 | 3358.445313 | | | |

C.V. = 22.86 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % DE PLÁNTULAS ANORMALES EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 669.332031 | 133.866409 | 1.0176 | 0.450 |
| ERROR | 12 | 1578.667969 | 131.555664 | | |
| TOTAL | 17 | 2248.000000 | | | |

C.V. = 39.10 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % DE SEMILLAS MUERTAS EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 243.777832 | 48.755566 | 2.9649 | 0.057 |
| ERROR | 12 | 197.333496 | 16.444458 | | |
| TOTAL | 17 | 441.111328 | | | |

C.V. = 23.55 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO gr POR PLANTA EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000647 | 0.000129 | 1.1136 | 0.404 |
| ERROR | 12 | 0.001395 | 0.000116 | | |
| TOTAL | 17 | 0.002042 | | | |

C.V. = 5.90 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO gr POR PLANTA EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.002947 | 0.000589 | 1.0505 | 0.434 |
| ERROR | 12 | 0.006733 | 0.000561 | | |
| TOTAL | 17 | 0.009680 | | | |

C.V. = 143.36 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PROMEDIO) EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 4.458374 | 0.891675 | 2.6339 | 0.078 |
| ERROR | 12 | 4.062531 | 0.338544 | | |
| TOTAL | 17 | 8.520905 | | | |

C.V. = 11.04 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADÍCULA (10 PROMEDIO) EN PEPINO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 10.921631 | 2.184326 | 3.4131 | 0.038 |
| ERROR | 12 | 7.679688 | 0.639974 | | |
| TOTAL | 17 | 18.601318 | | | |

C.V. = 7.49 %

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en tomate.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de tomate en un rango de concentración de ácido bencenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Floradade.
PACIFICA SEED COMPANY

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de tomate para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido bencenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de tomate. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 28.00 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 46.00 a |
| AB 10^{-8} M | 38.66 a |
| AB 10^{-6} M | 41.33 a |
| AB 10^{-4} M | 32.66 a |
| AB 10^{-2} M | 16.00 b |
| AB 10^{-1} M | 8.00 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

En tomate se llevo a cabo la prueba de medias para variable de respuesta plántulas normales con un CV= 28 % un rango de confiabilidad de 95 % estadísticamente el mejor tratamiento fue el testigo seguido de la solución de AB 10^{-6} M, con un 41.33 %.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Tomate. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 18.98 %
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 24.66 b |
| AB10 ⁻⁸ M | 32.66 b |
| AB10 ⁻⁶ M | 32.00 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 27.33 b |
| AB10 ⁻² M | 45.33 a |
| AB10 ⁻¹ M | 30.00 b |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para la variable plántulas anormales se realizó un análisis de varianza en el cual se encontraron diferencias significativas y un CV=18.98 % se procedió a realizar la prueba de medias y se encontró que estadísticamente de los tratamiento empleados en la presente investigación el que produce el mayor porcentaje de plántulas anormales es de la solución AB 10⁻².

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Tomate. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 21.99 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 29.33 b |
| AB10 ⁻⁸ M | 28.66 b |
| AB10 ⁻⁶ M | 26.66 b |
| AB10 ⁻⁴ M | 40.00 b |
| AB10 ⁻² M | 38.66 b |
| AB10 ⁻¹ M | 62.00 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La prueba de medias para variable de respuesta semillas muertas muestra que estadísticamente el mayor porcentaje de semillas muertas se presenta cuando tratamos las semillas con una solución AB 10^{-1,4}, y el menor porcentaje de semillas muertas se presenta con la solución AB 10^{-6,8}M.

Cuadro de datos promedios para la variable peso fresco de Tomate. El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 46.53 %
Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 0.022 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.02 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.02 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.02 a |
| AB10 ⁻² M | 0.03 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.02 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para la variable peso fresco la media mas alta de los tratamiento evaluados fue donde se aplicó la solución de AB 10⁻² y el menor valor de peso fresco se presentó cuando la semilla fue tratada con la solución AB 10⁻¹.

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Tomate.

El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 41.41 %
Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 0.001 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.001 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.001 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.001 a |
| AB10 ⁻² M | 0.001 a |
| AB10 ⁻¹ M | 0.0005 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El peso de plántula tuvo mejores resultados cuando se aplicaron las soluciones de AB 10^{-4,6,8} y el testigo tuvo un comportamiento por encima del tratamiento donde se aplicó la solución AB 10⁻¹.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de tomate.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 19.30 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|--------|
| T | 2.42 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 3.01 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 3.00 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 3.11 a |
| AB10 ⁻² M | 1.57 b |
| AB10 ⁻¹ M | 0.75 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para la variable longitud de plúmula estadísticamente los valores mas altos de esta variable se registraron cuando las semillas se trataron con las soluciones de AB 10^{-4,6,8} y en el tratamiento testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Tomate.
El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 22.57 %
Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|-----------|
| T | 9.6733 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 9.7267 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 8.4233 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 8.0633 ab |
| AB10 ⁻² M | 5.9333 b |
| AB10 ⁻¹ M | 2.8933 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El tamaño de la radícula también se analizó y se encontraron diferencias significativas con un CV. 22.57 estadísticamente al realizar la prueba de medias se encontró que el mejor tratamiento es el que fue tratado con la solución AB 10⁻⁸ seguido del tratamiento testigo.

o). Conclusiones.

El uso de Benzoall en concentraciones de 10^{-4} a 10^{-8} M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.**ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN TOMATE**

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 3436.445313 | 687.289063 | 9.4581 | 0.001 |
| ERROR | 12 | 872.000000 | 72.666664 | | |
| TOTAL | 17 | 4308.445313 | | | |

C.V. = 28.00%

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA ANORMALES EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 773.333984 | 154.666794 | 4.1928 | 0.020 |
| ERROR | 12 | 442.666016 | 36.888836 | | |
| TOTAL | 17 | 1216.000000 | | | |

C.V. = 18.98 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % SEMILLAS MUERTAS EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 2609.779297 | 521.955872 | 7.6508 | 0.002 |
| ERROR | 12 | 818.666016 | 68.222168 | | |
| TOTAL | 17 | 3428.445313 | | | |

C.V. = 21.99 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO gr POR PLANTA EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000305 | 0.000061 | 0.3943 | 0.844 |
| ERROR | 12 | 0.001857 | 0.000155 | | |
| TOTAL | 17 | 0.002162 | | | |

C.V. = 46.53 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO gr POR PLANTA EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000002 | 0.000000 | 1.5214 | 0.255 |
| ERROR | 12 | 0.000003 | 0.000000 | | |
| TOTAL | 17 | 0.000004 | | | |

C.V. = 41.41 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PLANTULAS)
EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-----------|----------|---------|-------|
| TRAT | 5 | 13.798691 | 2.759738 | 13.8479 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 2.391472 | 0.199289 | | |
| TOTAL | 17 | 16.190163 | | | |

C.V. = 19.30 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PLANTULAS)
EN TOMATE

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 103.540344 | 20.708069 | 7.3207 | 0.003 |
| ERROR | 12 | 33.944580 | 2.828715 | | |
| TOTAL | 17 | 137.484924 | | | |

C.V. = 22.57 %

INFORME DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

a). Título del trabajo.

Prueba de efectividad biológica de BENZOALL en etapa de germinación y crecimiento de plántula en trigo.

b). Nombre y profesión del responsable de realizar el estudio.

c). Objetivos generales y específicos.

Documentar la curva de respuesta biológica de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de trigo en un rango de concentración de ácido benzenocarboxílico desde 10^{-8} M hasta 10^{-1} M.

d). Nombre común o comercial del producto evaluado.

BENZOALL

e). Nutrientes o ingrediente(s) activo(s).

Ácido benzoico

f). Cultivo(s) en que se probó el insumo.

Trigo (*Triticum aestivum*)

g). Tipo de suelo (si se aplica al suelo).

h). Estado fenológico de la planta en caso de que el producto no se aplique durante todo el desarrollo fisiológico de la misma.

Aplicación antes de la germinación directamente sobre la semilla

i). Diseño del experimento, extensión de las parcelas evaluadas y número de ellas.

Se estudiaron cinco concentraciones de ácido benzenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada, con semillas de trigo para obtener seis tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Lo cual resultará en un total de 18 unidades experimentales por especie. La unidad experimental es un taco o muñeca.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ el cual a través de la técnica de análisis de varianza (0.05) y pruebas posteriores de medias con la prueba de DMS al 0.05, permite detectar las diferencias estadísticas que surjan entre los tratamientos para las variables detalladas en los parámetros de estimación de la efectividad biológica. Todos los datos se analizaron con el programa uanl.

j). Dosis, época y método de aplicación.

Ácido benzenocarboxílico que van de 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} y 10^{-1} Molar más un testigo que fue con agua destilada.

Las semillas se embebieron por cuatro horas en la solución con ácido benzoico.

k). Los demás insumos utilizados en la evaluación (cuando aplique).

l). Método de evaluación.

Se ensayaron semillas a través de germinación estándar conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996), utilizándose tres repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” ó “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación (LAB-LINE) a una temperatura de 25° C, registrando las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar a los 7 y 14 días.

De las normales se tomaron 10 plántulas para medir longitud de plúmula y radícula, también se tomó el peso fresco y seco de todas las plántulas normales.

m). Parámetros de estimación de la efectividad biológica.

Los parámetros utilizados se refieren a los promedios de las variables descritas a continuación, comparadas entre si separándolas con una prueba estadística que distingue entre los valores realmente distintos desde el punto de vista biológico. Las variables utilizadas son aquellas que describen la germinación y el crecimiento inicial posterior a la misma y se anotan a continuación:

Germinación estándar que incluye numero de semillas germinadas (normales, anormales y muertas) así como plántulas en su estado inicial (longitud de radícula y longitud de plúmula).

n). Análisis estadístico que muestre si hubo diferencias significativas entre los tratamientos del experimento, así como daños a la planta, en caso de haberse presentado.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas normales de trigo. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 6.08 %. Resultados de la comparación de medias para plántulas normales.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 84.66 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 80.00 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 86.00 a |
| AB10 ⁻⁴ M | 82.66 a |
| AB10 ⁻² M | 44.00 b |
| AB10 ⁻¹ M | 9.33 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Al aplicar las soluciones de Benzoall en diferentes concentraciones molares y realizar el análisis de varianza se encontró que existe diferencia significativa entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de medias con un rango de confiabilidad del 95 % y se encontró que el mayor porcentaje de plántulas normales se produce cuando se aplica la solución de Benzoall en una

concentración AB 10^{-6} , siendo este similar a las concentraciones AB $10^{-8,4}$ y Testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable de plántulas anormales de Trigo. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 39.18%
Resultados de la comparación de medias para plántulas anormales.

| Tratamiento | Media |
|----------------|----------|
| T | 10.66 bc |
| AB 10^{-8} M | 12.66 b |
| AB 10^{-6} M | 7.33 bc |
| AB 10^{-4} M | 9.33 bc |
| AB 10^{-2} M | 26.00 a |
| AB 10^{-1} M | 4.00 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Para evaluar el % de plántulas anormales se realizó un conteo en base a ciertas características, esta información se analizó a través de un análisis de varianza con CV=39.18% y una prueba de medias, se encontró que estadísticamente el tratamiento que produce la mayor cantidad de plántulas anormales es el tratamiento de la solución Benzoall AB 10^{-2} , siendo este diferente a los demás tratamientos.

Cuadro de datos promedios para la variable de semillas muertas de Trigo. El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 20.88 %
Resultados de la comparación de medias para semillas muertas.

| Tratamiento | Media |
|----------------|---------|
| T | 4.66 c |
| AB 10^{-8} M | 7.33 c |
| AB 10^{-6} M | 6.66 c |
| AB 10^{-4} M | 8.00 c |
| AB 10^{-2} M | 30.00 b |
| AB 10^{-1} M | 86.66 a |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

También se realizó un conteo de semillas muertas a partir de la emergencia de las primeras semillas y se concentro la información en un análisis de varianza el cual presenta un CV= 20.88 % y se realizó una prueba de medias en donde se encontró que estadísticamente la solución de AB 10^{-1} M es la que produce el porcentaje mas elevado de semillas muertas.

Cuadro de datos promedios para la variable peso fresco de Trigo. El ANVA no muestra diferencia significativa, con un CV = 41.67 %
Resultados de la comparación de medias para peso fresco.

| Tratamiento | Media |
|----------------|--------|
| T | 0.15 a |
| AB 10^{-8} M | 0.13 a |
| AB 10^{-6} M | 0.15 a |
| AB 10^{-4} M | 0.15 a |
| AB 10^{-2} M | 0.14 a |

| | |
|----------------------|--------|
| AB10 ⁻¹ M | 0.21 a |
|----------------------|--------|

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Se evaluó el peso fresco de la planta de trigo y se analizó la información en un ANVA el cual presenta diferencias altamente significativas, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias y se establece que el mejor tratamiento para la variable peso fresco es el de la solución AB 10⁻¹ seguido del AB 10⁻⁴ y el testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable peso seco de Trigo.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV=8.03 %

Resultados de la comparación de medias para peso seco.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|---------|
| T | 0.015 a |
| AB10 ⁻⁸ M | 0.01 bc |
| AB10 ⁻⁶ M | 0.01 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 0.01 ab |
| AB10 ⁻² M | 0.01 ab |
| AB10 ⁻¹ M | 0.01 c |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

El peso seco de planta también fue evaluado y se encontró que estadísticamente el tratamiento que proporcionó las mejores condiciones para acumular peso seco de planta es aquel en que se aplica una concentración de AB 10⁻⁶ siendo superado por el testigo.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de plúmula de Trigo.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV = 3.90 %

Resultados de la comparación de medias para longitud de plúmula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 11.24 bc |
| AB10 ⁻⁸ M | 11.95 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 11.31 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 11.35 ab |
| AB10 ⁻² M | 10.61 c |
| AB10 ⁻¹ M | 3.75 d |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

La variable longitud de plúmula presenta mejores resultados cuando se aplica una dosis de AB 10⁻⁸ superando a todos los tratamientos y al testigo dicha prueba de medias se analizó con un 95 % de confiabilidad.

Cuadro de datos promedios para la variable longitud de radícula de Trigo.

El ANVA nos muestra diferencia altamente significativa, con un CV=5.30%

Resultados de la comparación de medias para longitud de radícula.

| Tratamiento | Media |
|----------------------|----------|
| T | 18.20 ab |
| AB10 ⁻⁸ M | 19.31 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 18.22 ab |
| AB10 ⁻⁴ M | 17.61 b |

| | |
|-------------------------------|---------|
| AB10 ⁻² M | 15.18 c |
| AB10 ⁻¹ M | 4.46 d |
| NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 | |

Para la longitud de raíz al igual que para todas las demás se realizó una comparación de medias estadísticamente el mejor tratamiento es el AB 10⁻⁸ M.

o). Conclusiones.

El uso de Benzoall en concentraciones de 10⁻⁴ a 10⁻⁸ M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

p). Bibliografía.

International Seed Testing Association. ISTA. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 343 p.

q). Apéndice. Datos de campo y cuadros de análisis.

ANVA PARA LA VARIABLE DE % PLÁNTULA NORMALES EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|--------------|-------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 14708.445313 | 2941.688965 | 191.8493 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 184.000000 | 15.333333 | | |
| TOTAL | 17 | 14892.445313 | | | |

C.V. = 6.08 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % DE PLÁNTULAS ANORMALES EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 871.333008 | 174.266602 | 8.3425 | 0.002 |
| ERROR | 12 | 250.666992 | 20.888916 | | |
| TOTAL | 17 | 1122.000000 | | | |

C.V. = 39.18 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE % DE SEMILLAS MUERTAS EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|--------------|-------------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 15513.111328 | 3102.622314 | 124.6592 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 298.666016 | 24.888834 | | |
| TOTAL | 17 | 15811.777344 | | | |

C.V. = 20.88 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO FRESCO gr POR PLANTA EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.010087 | 0.002017 | 0.4424 | 0.812 |
| ERROR | 12 | 0.054727 | 0.004561 | | |
| TOTAL | 17 | 0.064814 | | | |

C.V. = 41.67 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE PESO SECO gr POR PLANTA EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRAT | 5 | 0.000030 | 0.000006 | 4.8416 | 0.012 |
| ERROR | 12 | 0.000015 | 0.000001 | | |

| | | |
|-------|----|----------|
| TOTAL | 17 | 0.000044 |
|-------|----|----------|

C.V. = 8.03 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE PLUMULA (10 PROMEDIO) EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 145.016479 | 29.003296 | 189.3942 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 1.837646 | 0.153137 | | |
| TOTAL | 17 | 146.854126 | | | |

C.V. = 3.90 %

ANVA PARA LA VARIABLE DE LONGITUD DE RADICULA (10 PROMEDIO) EN TRIGO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------|----|------------|-----------|----------|-------|
| TRAT | 5 | 466.765625 | 93.353127 | 138.4161 | 0.000 |
| ERROR | 12 | 8.093262 | 0.674438 | | |
| TOTAL | 17 | 474.858887 | | | |

C.V. = 5.30 %

En esta etapa para los cultivos de calabaza, lechuga, pepino, trigo y frijol el tratamiento con la dosis mas baja de ácido benzoico ($AB10^{-8}$) fue el tratamiento que mayor porcentaje reporto de plántulas normales. Para las plántulas muertas el tratamiento con la más alta concentración de ácido benzoico ($AB10^{-1}$) reportó los porcentaje más altos para esta variable, lo cual indica que a mayor concentración de ácido benzoico menor germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPA II

Biomasa de plántulas de Coliflor y Repollo con aplicaciones de AB foliares y en la solución nutritiva

Los datos de las variables peso seco y peso fresco de raíz y aéreo en coliflor y repollo (Cuadros. 6.1 y 6.2) muestran que hubo diferencias estadísticas en las formas de aplicación ya que el AB en la solución se asoció con mayor peso de las plantas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cabeza-Banda (2001) en papa.

Cuadro 6.1. Biomasa de plántulas de coliflor con aplicaciones foliares y a la solución nutritiva de AB.

| | Peso Fresco Aereo(g) | Peso Seco Aereo (g) | Peso Fresco de Raiz (g) | Peso Seco de Raiz (g) |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|
| Aplicación en la solución nutritiva en cama flotante | | | | |
| Testigo H₂O | 2.8165 b | 0.30623 bac | 0.60016 a | 0.049193 a |
| AB10⁻⁸ | 4.8375 a | 0.39649 ba | 0.61170 a | 0.053893 a |
| AB10⁻⁶ | 5.1612 a | 0.46147 a | 0.65581 a | 0.052540 a |
| AB10⁻⁴ | 5.2532 a | 0.45854 a | 0.60113 a | 0.051500 a |
| Aplicación foliar | | | | |
| Testigo H₂O | 2.3014 b | 0.23594 bac | 0.39765 a | 0.039007 a |
| AB10⁻⁸ | 1.9006 b | 0.19795 bc | 0.34487 a | 0.032387 a |
| AB10⁻⁶ | 1.8481 b | 0.13522 c | 0.37034 a | 0.026993 a |
| AB10⁻⁴ | 2.1638 b | 0.23047 bac | 0.42774 a | 0.040507 a |
| AB10⁻² | 2.1322 b | 0.17859 bc | 0.37448 a | 0.032507 a |

Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos en comparación de medias para coliflor y repollo se observa que el AB aplicado a la solución nutritiva presentó mayor peso en las cuatro variables en comparación con la aplicación realizada vía foliar. Sin embargo, se observan diferencias significativas en el peso fresco y seco aéreo con la aplicación del AB en la solución nutritiva, donde el AB provocó mayores valores de peso fresco y seco en comparación con el tratamiento testigo (testigo). Lo anterior, muestra de alguna manera el efecto del AB en el

desarrollo vegetativo. Por otro lado, en las variables peso fresco y seco de raíz no se observan diferencias estadísticas significativas, (Cuadro 6.1y 6.2).

Cuadro 6.2. Biomasa de plántulas de repollo con aplicaciones foliares y a la solución nutritiva de AB.

| | Peso Fresco Aereo(g) | Peso Seco Aereo(g) | Peso Fresco de Raiz(g) | Peso seco de Raiz(g) |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Aplicación en la solución nutritiva en cama flotante | | | | |
| Testigo H₂O | 3.1150 b | 0.26326 bc | 0.92178 a | 0.05845 a |
| AB10⁻⁸ | 5.1579 a | 0.41141 ba | 0.72643 ba | 0.09620 a |
| AB10⁻⁶ | 5.5603 a | 0.49109 a | 0.80765 ba | 0.06039 a |
| AB10⁻⁴ | 5.9835 a | 0.50411 a | 0.73839 ba | 0.05381 a |
| Aplicación foliar | | | | |
| Testigo H₂O | 2.4787 b | 0.19073 c | 0.62797 ba | 0.04620 a |
| AB10⁻⁸ | 2.3683 b | 0.16525 c | 0.53901 b | 0.03139 a |
| AB10⁻⁶ | 2.4981 b | 0.16051 c | 0.58769 b | 0.03150 a |
| AB10⁻⁴ | 2.4477 b | 0.18600 c | 0.59631 b | 0.04034 a |
| AB10⁻² | 2.4990 b | 0.16302 c | 0.58408 b | 0.03383 a |

Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Biomasa de plántulas de Lechuga con aplicaciones de AB foliares

Los resultados obtenidos en comparación de medias para lechuga con aplicaciones foliares de AB se observa que el tratamiento con la menor concentración (AB10⁻⁸) de ácido benzoico provoco el mayor peso fresco aéreo, peso fresco y seco de raíz y para el peso seco aéreo el tratamiento con la mayor concentración de ácido benzoico obtuvo el mayor valor, (Cuadro 6.3).

Cuadro 6.3. Biomasa de plántulas de lechuga con aplicaciones foliares de AB.

| | Peso Fresco Aéreo(g) | Peso Seco Aéreo(g) | Peso Fresco de Raiz(g) | Peso Seco de Raiz(g) |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|
| Testigo H₂O | 4.6380 a * | 0.26345 a | 0.6897 a | 0.03211 a |
| AB10⁻⁸ | 5.1742 a | 0.25792 a | 0.8562 a | 0.03381 a |
| AB10⁻⁶ | 4.6681 a | 0.23901 a | 0.7088 a | 0.03197 a |
| AB10⁻⁴ | 4.6668 a | 0.23332 a | 0.7085 a | 0.03081 a |
| AB10⁻² | 4.0570 a | 0.24459 a | 0.7015 a | 0.02946 a |
| AB10⁻¹ | 4.1879 a | 0.26717 a | 0.6493 a | 0.03219 a |

Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB foliares

El análisis mineral de plántulas de Repollo con aplicaciones foliares de AB no mostró diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 6.4). Se observó que para N y Mg los niveles fueron aceptables siendo los tratamientos AB10⁻² y AB10⁻⁶ los que presentaron los valores más altos respectivamente. Para P, K y Ca sus niveles fueron bajos. En los oligoelementos, tanto el Fe, Zn como el B se encontraron en los niveles adecuados, los tratamientos AB10⁻⁶, H₂O y AB10⁻² tuvieron los valores más altos respectivamente según Jones *et al.*, 1991.

Los resultados de comparación de medias de análisis de tejido vegetal se observa que las concentraciones de AB10⁻⁴ y AB10⁻² presentan numéricamente los contenidos de N más altos sin existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los contenidos de P son de manera general similares, en cambio en K, Ca y Mg la aplicación de AB10⁻⁶ presentaron el mayor contenido. En elementos menores no se observa diferencias estadísticas significativas, sin embargo, los tratamientos AB10⁻⁶ y AB10⁻⁴ obtuvieron concentraciones mayores en hierro.

Cuadro.6.4. Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB foliares

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁸ | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ | AB10 ⁻² |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | | |
| N | 3.2500 a | 3.2900 a | 3.1767 a | 3.4500 a | 3.6600 a |
| P | 0.2415 a | 0.20417 a | 0.24767 a | 0.19683 a | 0.19483 a |
| K | 1.1667 a | 1.5 a | 1.8333 a | 1.1667 a | 1.6667 a |
| Ca | 1.19 a | 1.1833 a | 1.2533 a | 1.2067 a | 1.2367 a |
| Mg | 0.66 a | 0.6233 a | 0.7 a | 0.6433 a | 0.6133 a |
| Na | 0.014 a | 1.23 a | 1.67 a | 1.24 a | 1.15 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | | |
| Fe | 96.67 a | 113.00 a | 148.33 a | 148.00 a | 95.00 a |
| Cu | 3.667 a | 11.667 a | 3.000 a | 5.333 a | 3.000 a |
| Zn | 56.667 a | 48.000 a | 51.333 a | 49.667 a | 48.333 a |
| Mn | 23.667 a | 24.000 a | 23.66 a | 21.667 a | 22.333 a |
| Mo | 7.333 a | 7.000 a | 5.000 a | 6.000 a | 6.000 a |
| B | 26.667 a | 23.333 a | 20.000 a | 26.667 a | 30.000 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva.

El análisis de los minerales de plántulas de repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva, mostró diferencias estadísticas en todos los tratamientos con niveles aceptables para el N, en cambio el testigo resultó con el valor más bajo. Para el P, K y Ca todos los tratamientos tuvieron los niveles bajos (Jones *et al.*, 1991). En el caso del Mg los niveles son aceptables; el tratamiento AB10⁻⁸ presentó el valor más alto. En los oligoelementos el Fe y Zn el tratamiento testigo tuvo los valores más altos y aceptables (Cuadro 6.5) de acuerdo a Jones *et al.*, 1991. En plántulas de repollo se obtuvo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en tejido vegetal al aplicar AB vía foliar se obtienen los contenidos mas altos, en comparación con la aplicación del valor obtenido al aplicar únicamente agua.

Cuadro 6.5 Análisis minerales de plántulas de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁸ | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | |
| N | 2.2800 b* | 3.3733 a | 3.4933 a | 3.4200 a |
| P | 0.226 a | 0.21533 a | 0.25467 a | 0.2985 a |
| K | 1 a | 1.8333 a | 1.3333 a | 1.75 a |
| Ca | 1.185 a | 1.2567 a | 1.1267 a | 1.395 a |
| Mg | 0.49 a | 0.58 a | 0.47 a | 0.6 a |
| Na | 0.67 a | 1.15 a | 0.84 a | 0.94 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | |
| Fe | 97.00 a | 81.00 a | 88.33 a | 99.00 a |
| Cu | 5.000 a | 3.667 a | 2.000 a | 8.500 a |
| Zn | 65.50 a | 49.00 a | 62.00 a | 48.00 a |
| Mn | 19.000 a | 19.333 a | 21.667 a | 18.500 a |
| Mo | 6.0000 a | 5.0000 a | 4.3333 a | 6.5000 a |
| B | 15.000 a | 30.000 a | 20.000 a | 20.000 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones foliares de AB

Para el análisis de minerales de plántulas de coliflor con aplicaciones foliares de AB, todos los elementos minerales fueron iguales estadísticamente, aunque numéricamente tuvieron algunas diferencias. Para N, el tratamiento más alto fue AB10⁻⁶, se encontraron niveles adecuados en todos los tratamientos. Para el P, K y Ca, el tratamiento más alto fue el de AB10⁻², en todos los tratamientos se encontraron niveles bajos, mientras que para el testigo, estos elementos mostraron los valores más altos. Para el Mg, el testigo tuvo el valor más alto, todos los tratamientos estuvieron dentro de los niveles adecuados. Para el Fe, el tratamiento con el valor más alto fue el de AB10⁻² se encontró a todos los tratamientos en niveles adecuados. Para el Cu, solamente el tratamiento AB10⁻² estuvo en niveles adecuados y el resto en niveles bajos para este elemento. El Zn, mostró niveles adecuados y el testigo el valor más alto. En el Mn, solamente el testigo tuvo el nivel adecuado y el resto de los tratamientos se encontró en niveles bajos. Para el Mo, todos los tratamientos estuvieron en los

niveles adecuados y los tratamientos AB10⁻⁸ y AB10⁻⁴ mostraron los valores más altos. Para el B, el testigo exhibió valores adecuados y valores bajos para el resto de los tratamientos (Cuadro 6.6), según Jones *et al.*, 1991.

Cuadro 6.6 Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones foliares de AB.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁸ | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ | AB10 ⁻² |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | | |
| N | 4.0867 a | 3.9900 a | 4.1000 a | 3.7567 a | 3.9667 a |
| P | 0.23717 a | 0.23883 a | 0.23367 a | 0.2115 a | 0.257 a |
| K | 1.6667 a | 1.3333 a | 1.8333 a | 1.5 a | 1.5 a |
| Ca | 1.3533 a | 1.0733 a | 1.0867 a | 1.0867 a | 1.2067 a |
| Mg | 0.51333 a | 0.47333 a | 0.37 a | 0.42667 a | 0.49333 a |
| Na | 1.22 a | 0.95 a | 0.86 a | 1.02 a | 1.08 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | | |
| Fe | 109.33 a | 109.67 a | 120.67 a | 86.00 a | 199.67 a |
| Cu | 3.000 a | 3.000 a | 3.000 a | 3.000 a | 4.333 a |
| Zn | 61.67 a | 45.33 a | 49.33 a | 51.33 a | 44.67 a |
| Mn | 27.000 a | 20.000 a | 19.000 a | 22.000 a | 24.333 a |
| Mo | 6.000 a | 7.667 a | 6.667 a | 7.667 a | 6.000 a |
| B | 26.667 a | 20.000 a | 20.000 a | 23.333 a | 23.333 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones de AB a la solución nutritiva

El análisis de minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones de AB a la solución nutritiva mostró que todos los elementos minerales fueron iguales estadísticamente, aunque, numéricamente se tuvo algunas diferencias, para N, el tratamiento más alto fue AB10⁻⁴, se encontró que los tratamientos AB10⁻⁸, AB10⁻⁶ y AB10⁻⁴ resultaron en niveles adecuados,. Para el P, K y Ca todos los tratamientos tuvieron niveles bajos. Para el Mg, el valor más alto lo tuvo el tratamiento AB10⁻⁸, todos los tratamientos exhibieron niveles adecuados. Para el Cu, solo el tratamiento AB10⁻⁸ tuvo el nivel adecuado, para el resto de los

tratamientos los niveles resultaron bajos. El Fe, Zn y Mo todos los tratamientos tuvieron un nivel adecuado, mientras que para el Mn y B los niveles fueron bajos (Cuadro 6.7) según Jones *et al.*, 1991.

Cuadro 6.7 Análisis minerales de plántulas de Coliflor con aplicaciones de AB a la solución nutritiva.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁸ | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | |
| N | 2.9733 a | 3.3000 a | 3.0000 a | 4.0300 a |
| P | 0.19683 a | 0.259 a | 0.24517 a | 0.2185 a |
| K | 1.3333 a | 1.6667 a | 1.6667 a | 1.3333 a |
| Ca | 1.0133 a | 1.1367 a | 1.1833 a | 1.2867 a |
| Mg | 0.47333 a | 0.53333 a | 0.51333 a | 0.45333 a |
| Na | 0.75 a | 1.22 a | 0.96 a | 0.85 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | |
| Cu | 3.667 a | 6.667 a | 3.667 a | 3.000 a |
| Fe | 109.33 a | 96.67 a | 93.67 a | 86.33 a |
| Zn | 54.667 a | 47.000 a | 59.333 a | 49.000 a |
| Mn | 15.667 a | 15.000 a | 19.333 a | 16.000 a |
| Mo | 7.000 a | 8.000 a | 6.667 a | 5.667 a |
| B | 20.000 a | 23.333 a | 23.333 a | 16.667 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis minerales de plántulas de Lechuga con aplicaciones foliares de AB.

El análisis estadístico para minerales de plántulas de lechuga con aplicaciones foliares de AB no mostró diferencia significativa para los tratamientos, para los macroelementos todos los tratamientos exhibieron niveles bajos. El Fe reportó niveles altos, mientras que para el Zn, Mn y B los niveles estuvieron aceptables según Jones *et al.*, 1991. (Cuadro 6.8)

Cuadro 6.8 Análisis minerales de plántulas de Lechuga con aplicaciones foliares de AB.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁸ | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ | AB10 ⁻² | AB10 ⁻¹ |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | | | |
| N | 3.2200 a | 2.9150 a | 2.7800 a | 2.9525 a | 3.0900 a | 3.2700 a |
| P | 0.43188 a | 0.45438 a | 0.38125 a | 0.39563 a | 0.409 a | 0.345 a |
| K | 1.75 a | 1.75 a | 2.125 a | 2.5 a | 1.375 a | 1.125 a |
| Ca | 1.055 a | 0.9625 a | 1.0025 a | 0.7075 a | 0.7325 a | 1.125 a |
| Mg | 0.44 a | 0.3575 a | 0.4225 a | 0.27 a | 0.4 a | 0.4975 a |
| Na | 0.49 a | 0.37 a | 0.38 a | 0.41 a | 0.47 a | 0.52 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | | | |
| Fe | 222.75 a | 212.25 a | 158.50 a | 254.75 a | 203.50 a | 287.25 a |
| Cu | 4.500 a | 5.500 a | 5.750 a | 5.250 a | 5.750 a | 6.750 a |
| Zn | 49.00 a | 36.50 a | 36.75 a | 48.50 a | 48.75 a | 59.25 a |
| Mn | 54.75 a | 39.00 a | 40.00 a | 30.00 a | 34.50 a | 49.00 a |
| Mo | 26.75 a | 23.25 a | 25.75 a | 6.75 a | 6.25 a | 24.50 a |
| B | 27.500 a | 20.000 a | 25.000 a | 27.500 a | 17.500 a | 25.000 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones foliares de AB

El análisis estadístico de Bromatológicos de Repollo con aplicaciones foliares de AB no mostró diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo se puede observar en el cuadro 6.9 que el tratamiento con mayor materia seca total fue AB10⁻⁴, el tratamiento AB10⁻⁶ fue el que tuvo mayor cenizas totales y el tratamiento AB10⁻² el mayor valor de proteína cruda.

Cuadro 6.9 Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones foliares de AB.

| | MATERIA SECA TOTAL (%) | CENIZAS TOTALES (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| Testigo H ₂ O | 93.5133 a* | 22.120 a | 20.320 a |
| AB10 ⁻⁸ | 93.2767 a | 22.480 a | 20.577 a |
| AB10 ⁻⁶ | 93.8833 a | 22.957 a | 19.863 a |
| AB10 ⁻⁴ | 94.1900 a | 22.423 a | 21.570 a |
| AB10 ⁻² | 94.0100 a | 22.433 a | 22.870 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva

El análisis estadístico de Bromatológicos de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva no mostró diferencias significativas para los tratamientos y se observó que de manera numérica el tratamiento AB10⁻⁴ tuvo el mayor valor para materia seca total y para cenizas totales, para proteína cruda el tratamiento con más alto valor fue de AB10⁻⁶, cuadro 6.10.

Cuadro 6.10 Análisis Bromatológicos de Repollo con aplicaciones de AB en la solución nutritiva.

| | MATERIA SECA TOTAL (%) | CENIZAS TOTALES (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Testigo H₂O | 93.9700 a* | 18.300 a | 14.225 b |
| AB10⁻⁸ | 94.0133 a | 20.693 a | 21.077 a |
| AB10⁻⁶ | 94.2633 a | 20.200 a | 21.820 a |
| AB10⁻⁴ | 94.9550 a | 22.120 a | 21.395 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones foliares de AB

El análisis estadístico de Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones foliares de AB no mostró diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo en el cuadro 6.11 Se observan diferencias numéricas entre los tratamientos para materia seca total el tratamiento con mayor valor fue AB 10⁻⁴ y para cenizas totales AB 10⁻² tuvo el mayor valor; en proteína cruda el AB 10⁻⁶ tuvo el valor mas alto.

Cuadro 6.11 Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones foliares de AB.

| | MATERIA SECA | CENIZAS | PROTEÍNA |
|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | TOTAL (%) | TOTALES (%) | CRUDA (%) |
| Testigo H ₂ O | 93.8133 a* | 19.9833 a | 25.533 a |
| AB10 ⁻⁸ | 93.6433 a | 19.7100 a | 24.943 a |
| AB10 ⁻⁶ | 93.9300 a | 19.9733 a | 25.620 a |
| AB10 ⁻⁴ | 93.9800 a | 19.6433 a | 23.480 a |
| AB10 ⁻² | 93.6267 a | 20.2333 a | 24.787 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones de AB en la solución nutritiva

El análisis estadístico de Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones de AB en la solución nutritiva no mostró diferencias significativas para los tratamientos y se observa en el cuadro 6.12 que de manera numérica el tratamiento AB10⁻⁴ tuvo los valores más altos para materia seca total y proteína cruda. Para cenizas totales el tratamiento con el porcentaje más alto fue AB10⁻⁶.

Cuadro 6.12 Análisis Bromatológicos de Coliflor con aplicaciones de AB en la solución nutritiva.

| | MATERIA SECA | CENIZAS | PROTEÍNA |
|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | TOTAL (%) | TOTALES (%) | CRUDA (%) |
| Testigo H ₂ O | 93.7933 a* | 17.9467 a | 18.877 a |
| AB10 ⁻⁸ | 93.9900 a | 19.8400 a | 21.723 a |
| AB10 ⁻⁶ | 94.1633 a | 21.2733 a | 19.270 a |
| AB10 ⁻⁴ | 94.2200 a | 20.5600 a | 25.493 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Bromatológicos de Lechuga con aplicaciones foliares de AB

El análisis estadístico de Bromatológicos de Lechuga con aplicaciones foliares de AB no mostró diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo en

el cuadro 6.13 Se observan diferencias numéricas entre los tratamientos para materia seca total el tratamiento con mayor valor fue AB10⁻⁶ para cenizas totales el tratamiento con AB10⁻⁴ tuvo el mayor porcentaje y el tratamiento de AB10⁻¹ el mayor porcentaje de proteína cruda.

Cuadro6.13 Análisis Bromatológicos de Lechuga con aplicaciones foliares de AB.

| | MATERIA SECA TOTAL (%) | CENIZAS TOTALES (%) | PROTEÍNA CRUDA (%) |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Testigo H₂O | 93.1175 a* | 19.0900 a | 22.633 a |
| AB10⁻⁸ | 93.1625 a | 19.0000 a | 21.220 a |
| AB10⁻⁶ | 93.2375 a | 19.4350 a | 22.388 a |
| AB10⁻⁴ | 92.5275 a | 19.6475 a | 21.395 a |
| AB10⁻² | 92.9275 a | 18.8175 a | 21.615 a |
| AB10⁻¹ | 92.7725 a | 18.5475 a | 22.833 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ETAPA III

Variables Morfológicas

Altura de planta

Para esta variable la prueba de medias no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente se observó que el tratamiento de AB 10^{-6} fue el que obtuvo mas altura con una media de 163.4 cm.

Sin embargo, se pudo observar que el AB influyó en el crecimiento de las plantas, ya que a mayor concentración aplicada vía foliar, la altura de planta sufrió una disminución, aunque no fueron valores estadísticamente significativos. El testigo no provocó una influencia sobre la altura de planta, en comparación con los tratamientos de AB. El tratamiento con la menor concentración de AB (AB 10^{-6}) superó con 13.81, 6.75, y 3.49 % a los tratamientos testigo, AB 10^{-2} , AB 10^{-4} respectivamente, (Cuadro 6.14).

Diámetro de tallo

Para esta variable la prueba de medias no mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente se observó que el tratamiento de AB 10^{-4} fue el que obtuvo mayor diámetro de tallo con una media de .927 cm, como se muestra en la (Cuadro 6.14).

El diámetro de tallo se incrementó únicamente en los tratamientos de AB con una concentración de AB 10^{-2} y AB 10^{-4} y disminuyó con la menor concentración de AB, sin embargo este valor fue numéricamente mayor que el testigo, por que se observó un efecto de la aplicación del AB aunque no existió diferencia significativa, (Cuadro 6.14).

Cuadro 6.14. Variables morfológicas en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB)

| | Díámetro del tallo (cm) | Altura de planta (cm) |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Testigo H₂O | .8361 a | 140.855 a |
| AB 10⁻⁶ M | .902 a | 163.425 a |
| AB 10⁻⁴ M | .927 a | 157.718 a |
| AB 10⁻² M | .8903 a | 152.38 a |

†Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Variables de Calidad de Fruto

Brix ,pH % ácido cítrico

Brix

El índice refractométrico es una variable de calidad de la fruta que indica la capacidad de la fruta para acumular azúcares y otros componentes sólidos. Los valores obtenidos en este estudio fueron mayores a los reportados por Hartz *et al.* (1999) y por Hong *et al.* (2000).

En los resultados de análisis de varianza no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, sin embargo, en las medias de comparación (prueba Tukey) se observó que la alta concentración de AB provocó mayor °brix como se puede observar en el cuadro 6.15.

Porcentaje de ácido cítrico

Se observó que la aplicación de AB vía foliar influyeron en el porcentaje de ácido cítrico, ya que las altas concentraciones permitieron mayor contenido de ácido cítrico, aunque el testigo presentó un valor ligeramente mayor, (Cuadro 6.15).

pH

Se considera que la fruta con menor pH es de mayor calidad. Se supone que la acidez de la fruta se relaciona con el estatus de K del cultivo (Papadopoulos *et al.*, 1999), y nuestros resultados parecen confirmar esta hipótesis ya que el K en la fruta (Cuadro 6.15) siguió una tendencia similar al pH de la misma. Todas las concentraciones de AB disminuyeron significativamente los valores de esta variable. El rango entre los valores extremos de pH fue de 4.02 y 4.09 unidades de pH, mientras que Papadopoulos *et al.* (1999) reportaron valores máximos y mínimos de pH de 4.8 y 4.7.

Cuadro 6.15 Variables de calidad del fruto en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB)

| | Índice refractométrico (%) sólidos soluble | pH† | Ácido cítrico (%) |
|--------------------------|---|-----------|-------------------------|
| Testigo H ₂ O | 5.6000 a | 4.82200 a | .6283 a |
| AB10 ⁻⁶ M | 5.3200 b | 4.09200 b | .3328 a |
| AB 10 ⁻⁴ M | 4.3600 b | 4.05600 b | .5794 a |
| AB10 ⁻² M | 5.3200 b | 4.02200 b | .5566 a |

Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Minerales de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

El contenido de Fe en el testigo, en AB10⁻⁴ y AB10⁻² fue normal pero en el tratamiento de AB10⁻⁶ fue alto. Para el Zn los valores reportados estuvieron en rango normal, el Cu para todos los tratamientos fue bajo, el P tuvo valores normales para todos los tratamientos, el K fue bajo para todos los tratamientos; para el Mn el valor mas bajo fue para el tratamiento AB10⁻⁶; para Ca todos los tratamientos provocaron valores bajos; en el Mg para todos los tratamientos tuvo valores altos; lo mismo resultó para el Mo y para el B el testigo y el AB10⁻⁴

los valores fueron normales en cambio para los tratamientos de AB10⁻⁶ y AB10⁻² los valores fueron bajos. (Mills, *et al.* 1996).

En los elementos menores analizados no hubo mucha variación numérica entre los resultados (Cuadro 6.16). El análisis de varianza de los elementos minerales en plantas de tomate que fueron asperjadas foliarmente con ácido benzoico mostró que no existió diferencia significativa entre tratamientos. Se observó que el N y P presentaron los valores más altos con la menor concentración de AB; al contrario, en Ca, disminuyó su contenido al reducirse la concentración de AB vía foliar. A excepción del K que fue muy bajo, y el Mg que fue alto, los elementos minerales en el tejido foliar se encontraron en los rangos de suficiencia reportados para tomate (Jones *et al.*, 1991).

Cuadro 6.16. Análisis Minerales de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ | AB10 ⁻² |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | |
| N | 2.745 a* | 2.73 a | 2.735 a | 2.905 a |
| P | 0.573 a | 0.646 a | 0.622 a | 0.760 a |
| K | 1.750 a | 1.500 a | 2.000 a | 1.750 a |
| Ca | 0.935 a | 1.050 a | 0.990 a | 0.715 a |
| Mg | 1.705 a | 1.685 a | 1.505 a | 1.600 a |
| Na | 0.22 a | 0.22 a | 0.21 a | 0.12 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | |
| Fe | 140.0 a | 240.5 a | 131.5 a | 163.0 a |
| Cu | 6.000 a | 5.500 a | 3.500 a | 5.500 a |
| Zn | 47.00 a | 51.50 a | 58.50 a | 51.50 a |
| Mn | 117.50 a | 85.50 a | 120.00 a | 120.50 a |
| Mo | 73 a | 74.5 a | 79 a | 68.5 a |
| B | 35 a | 25 a | 30 a | 20 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$)

Análisis Bromatológicos de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

Cuadro 6.17. Análisis Bromatológicos de Hoja de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

| | PROTEÍNA CRUDA (%) | MATERIA SECA TOTAL (%) | CENIZAS TOTALES (%) | FIBRA CRUDA (%) | EXTRACTO ETÉREO (%) |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Testigo H ₂ O | 17.165 a [#] | 93.98 a | 22.655 a | 3.635 a | 16.145 a |
| AB10 ⁻⁶ | 16.82 a | 93.98 a | 27.04 a | 3.32 a | 16.84 a |
| AB10 ⁻⁴ | 17.1 a | 93.715 a | 22.33 a | 3.735 a | 15.94 a |
| AB10 ⁻² | 18.125 a | 94.23 a | 23.385 a | 3.71 a | 16.49 a |

Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Análisis Minerales Fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

Para el caso de los frutos, aunque no se dispone de tablas comparativas de uso general para el contenido de minerales, se encontró la concentración de Fe y K dentro del rango reportado para frutos de tomate por Premuzic *et al.* (1998) (Cuadro 3). El P fue mayor al encontrado por los mismos autores.

Cuadro 6.18. Análisis Minerales en fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

| | Testigo H ₂ O | AB10 ⁻⁶ | AB10 ⁻⁴ | AB10 ⁻² |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Macroelementos (%) | | | | |
| N | 1.4571 a* | 1.9200 a | 1.8714 a | 2.0971 a |
| P | 0.605 a | 0.590 a | 0.612 a | 0.640 a |
| K | 0.053 a | 0.044 b | 0.046 ba | 0.047 ba |
| Ca | 0.614 a | 0.571 a | 0.771 a | 0.557 a |
| Mg | 0.253 a | 0.227 a | 0.274 a | 0.249 a |
| Oligoelementos (mg/kg) | | | | |
| Fe | 88.57 a | 62.86 a | 84.29 a | 114.29 a |
| Cu | 14.429 ba | 10.429 a | 10.857 b | 16.429 b |
| Zn | 47.143 a | 28.571 a | 37.143 a | 35.714 a |
| Mn | 21.429 a | 14.286 a | 17.143 a | 12.857 a |
| Mo | 2.1429 a | 2.0000 a | 3.0000 a | 1.6667 a |
| B | 16.667 a | 20.000 a | 21.429 a | 28.571 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Los resultados del análisis de varianza mostraron que no hubo diferencia estadística entre tratamientos. Los contenidos de N, P y K incrementaron al disminuir la concentración de AB, aunque en el caso del K el tratamiento testigo obtuvo un contenido mayor que los tratamientos donde se aplicó el AB. La dosis intermedia de AB (10⁻⁴M) obtuvo el mas alto contenido de Ca y Mg con 0.771 y 0.274 % respectivamente. En elementos menores como Fe se presentó una influencia del AB, en el resto de los oligoelementos los valores fueron variables, sin embargo, se observó un incremento en los contenidos de la dosis alta a la intermedia, (Cuadro 6.18).

Análisis Bromatológicos de fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

Cuadro 6.19. Análisis Bromatológicos de fruto de Tomate con aplicaciones foliares de AB.

| | PROTEÍNA CRUDA (%) | MATERIA SECA TOTAL (%) | CENIZAS TOTALES (%) | EXTRACTO ETÉREO (%) | FIBRA CRUDA (%) |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Testigo H ₂ O | 9.107 a | 84.34 a | 12.63 a | 3.08 a | 11.25 a |
| AB10 ⁻⁶ | 11.98 a | 83.89 a | 11.10 a | 2.72 a | 10.34 a |
| AB10 ⁻⁴ | 11.69 a | 83.38 a | 11.30 a | 2.51 a | 11.27 a |
| AB10 ⁻² | 13.10 a | 84.40 a | 12.06 a | 3.14 a | 10.95 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Rendimiento

En cuanto al AB se sabe que las plantas de manera natural producen ácidos orgánicos que aumentan la capacidad de captura de nutrientes minerales e incrementan la tolerancia al estrés (López-Bucio *et al.* 2000). Los resultados indicaron la factibilidad de aplicar estos compuestos de manera exógena, tal como fue demostrado para el ácido cítrico (Benavides-Mendoza *et al.*, 2003), que al añadirlo en la solución nutritiva en concentración 10^{-4} M aumentó la calidad del fruto y el crecimiento de la planta de tomate.

Burgos (2005), incremento en un 40 % el rendimiento en tomate cultivado en suelo calcáreo con la aplicación de AB10⁻⁴ aplicado en la solución nutritiva.

Cuadro 6.20. Rendimiento de fruto, número y peso de frutos en plantas de tomate con aplicaciones foliares de ácido benzoico (AB) por meustreo.

| | Testigo H₂O | AB10⁻⁶ | AB10⁻⁴ | AB10⁻² |
|--|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Producción Total (g/planta) | 352.96 a | 429.17 a | 347.76 a | 337.24 a |
| Producción en Fresco (g/planta) | 278.86 a | 344.77 a | 278.82 a | 264.83 a |
| Puré (g/planta) | 74.10 a | 84.39 a | 68.94 a | 72.41 a |
| Numero de frutos (frutos/planta) | 2.745455 a | 2.409091 a | 2.336364 a | 2.277273 a |
| Comercializable en fresco(frutos/planta) | 1.750000 a | 1.586364 a | 1.554545 a | 1.436364 a |
| Puré(frutos/planta) | 0.995455 a | 0.822727 a | 0.781818 a | 0.840909 a |

*Medias dentro de columnas con la misma letra, son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

VII. CONCLUSIONES

Para las variables de peso seco y fresco de raíz y de la parte aérea en coliflor y repollo solo muestran diferencias estadísticas en las diferentes formas de aplicación, ya que el AB en la solución se asoció con mayor peso de las plántulas.

En plántulas, la aplicación de AB incrementó biomasa más no modificó el contenido de minerales.

En plantas adultas de jitomate no modificó minerales ni productividad solo aumentó la calidad del fruto disminuyendo su pH y ° Brix.

En las plantas de jitomate no se encontró efecto de las aplicaciones foliares en biomasa o producción de fruto.

VIII. LITERATURA CITADA

Benavides-Mendoza, 2002. Ecofisiología y Bioquímica de Estrés de las Plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 287 p.

Benavides-Mendoza, A. 2004. Estrategias para el uso de mecanismos naturales de tolerancia al estrés en plantas. En: R. Foroughbakhch Pournavab, T.E. Torres Cepeda, M.A. Alvarado Vázquez (Editores). Tópicos Selectos de Botánica. Universidad Autónoma de Nuevo León, pp. 161-172. ISBN 970694141X.

Bienfait, H.F. 1988. Mechanisms in Fe-efficiency reactions of higher plants. J. Plant Nutr. 11:605-629.

Cabeza Banda, A. 2001. Evaluación de los ácidos salicílico y benzoico en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 30 p.

Cronquist, A. 1986. Introducción a la botánica. Segunda Edición. pp. 610-612.

Douglas, J.S. 1976. Advanced guide to hydroponics. Drake Publishers, Inc. New York, USA. 195 p.

García-Magallón, E., A. Rojas-Duarte, A. Benavides-Mendoza, Francisca Ramírez-Godina, Leobardo Bañuelos-Herrera. Aplicación del ácido benzoico en forma foliar al cultivo de *Lilium* cv. Dreamland. Memoria del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah., 1 al 5 de septiembre del 2002. p. 72. ISBN 968-839-314-2.

Hartmann, H y D. E. Kester. 1995. Propagacion de plantas. Ed. Continental. México.

Hartz, T.K., G. Miyao, R.J. Mullen, M.D. Cahn, J. Valencia, and K.L. Brittan. 1999. Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:199-204.

Hong, J.H., D.J. Mills, C.B. Coffman, J.D. Anderson, M.J. Camp, K.C. Gross. 2000. Tomato cultivation systems affect subsequent quality of fresh-cut fruit slices. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:729-735.

International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for Seed Testing Rules 1996. Seed Sci. & Technol. Zürich, Switzerland. pp 24:1-333.

Jones Jr., Benton, Benjamin Wolf, and Harry A Mills. 1991. Plant analysis handbook, ISBN 1-878148-001. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. MicroMacro Publishing, Inc. Athens, Georgia. 213 p.

Kaur, H., Inderjit, S. Kaushik. 2005. Cellular evidence of allelopathic interference of benzoic acid to mustard (*Brassica juncea* L.) seedling growth. Plant Physiol. Biochem. 43:77-81.

Lopez-Bucio, J., M.F. Nieto-Jacobo, V.V. Ramírez-Rodríguez, L. Herrera-Estrella. 2000. Organic acid metabolism in plants: from adaptative physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. Plant Sci. 160:1-13.

Ma, J.F., P.R. Ryan, and E. Delhaize. 2001. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. Trends Plant Sci. 6: 273-278.

Ma, J.F., S. Taketa, and Z.M. Yang. 2000. Aluminum tolerance genes on the short arm of chromosome 3R are linked to organic acid release in triticale. Plant Physiol. 122:687-694.

Massonneau, A., N. Langlade, S. Leon, J. Smutny, E. Vogt, G. Neumann, E. Martinoia. 2001. Metabolic changes associated with cluster root development in white lupin (*Lupinus albus* L.): relationship between organic acid excretion, sucrose metabolism and energy status. Planta 213: 534-542.

Mills, H.A. and J. Benton Jones Jr. 1996. Plant analysis handbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. MicroMacro Publishing, Inc. Athens, Georgia. 422 p.

Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición UNAM. México 393 p.

Palafox Arenas, J. M. 2001. Evaluación de la aplicación foliar de Ácido Salicílico y Benzoico sobre el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Papadopoulos, A.P., S. Pararajasingham, X. Hao. 1999. Fertilizer substitutions in hydroponically grown greenhouse tomatoes. HortTechnology 9:59-65.

Raskin, E. I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol. 43: 439-463.

Ruiz, O.M. 1983. Tratado elemental de botánica. Décima quinta edición.

Santiago Guillén, A. R. 2002. Evaluación del Ácido Salicílico y Ácido Benzoico en la Germinación y Biomasa de Betabel y Lechuga en Medio Salino. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 50 p.

Sas, L., Z. Rengel, C. Tang. 2001. Excess cation uptake, and extrusion of protons and organic acid anions by *Lupinus albus* under phosphorus deficiency. Plant Sci. 160:1191-1198.

SAS. 2003. SAS/STAT User's guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary, N.C. USA.

Silva, I.R., T.J. Smyth, D.W. Israel, C.D. Raper, T.W. Ruffy. 2001. Magnesium ameliorates aluminum rhizotoxicity in soybean by increasing citric acid production and exudation by roots. Plant Cell Physiol 42:546-554.

USDA, 1992. Standrs for Grades of Fresh Tomatoes. United States Department of Agriculture.II.p.

Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. DF. 298 p.