

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE CARBOHIDRATOS Y ÁCIDO
SALICILÍCO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CEBOLLA**



POR:

M^a DE LOS ANGELES MALDONADO GARCIA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA; MEXICO.

MARZO del 2000

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE CARBOHIDRATOS Y ACIDO
SALICILICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CEBOLLA**

POR:

M^a DE LOS ANGELES MALDONADO GARCIA

TESIS

Que somete a **consideración** del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

A P R O B A D A

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

ASESOR PRINCIPAL

M.C. Alberto Sandoval Rangél

Dr. Jerónimo Landeros Flores

VOCAL

VOCAL

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo y por todo su apoyo técnico y científico y entusiasmo para la realización del mismo.

Al M.C. Alberto Sandoval, por su asesoría y sugerencias en la revisión del escrito.

Al Dr. Jerónimo Landeros Flores, por su colaboración en la revisión del escrito y por formar parte del jurado.

A la Q.F.B. Laura Durón, del laboratorio de Biotecnología del Departamento de Horticultura, por todo el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo.

Al Sr. Rodolfo encargado del invernadero, por haberme brindado todas las facilidades para llevar a cabo este trabajo.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

A todos MIL GRACIAS.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Eulogio Maldonado Torres
Sra. Catalina García Olguín.

Con mucho cariño, pues gracias a su apoyo, confianza y al cariño que siempre han demostrado he podido realizar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis hermanos:

Marco Antonio
Jose de Jesus
Miguel Angel

Por apoyarme de uno u otro modo y alentarme para salir adelante.

A mi Bebe:

Con todo el amor del mundo, ya que es el motivo más importante para seguir adelante.

A Paco:

Con todo mi amor, por que siempre me apoyo en todo momento.

A mis tías:

Juana
Ma. de Jesús

A mi cuñada y a mi sobrino con cariño.

A mis amigos:

José Antonio y Jairo, gracias por ser los mejores amigos.

Adriana Antonio Bautista gracias por tu amistad y apoyo brindado incondicionalmente.

Alvar Chávez Mayo, Norberto Vallejo González, Izaac Hernández Catalán, José Luis Yáñez Tosqui y Miguel Angel Gutiérrez Maltos.

A mis compañeros de la generación LXXXVIII:

Idalia Hernández Guerrero, Rodrigo Ramírez Sagahón y Juana Sánchez Laureano.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	7
REVISION DE LITERATURA	9
Origen	
Clasificación taxonómica	10
Características botánicas	10
Requerimientos de clima	12
Requerimientos de suelo	13
Funciones del ácido salicílico	13
Funciones de la sacarosa	15
Melaza de caña	
Aplicaciones de la melaza	16
MATERIALES Y METODOS	17
Ubicación geográfica	17
Siembra	17
Preparación de la solución de carbohidratos	18
Preparación de la solución de ácido salicílico	18
Descripción de los tratamientos	19
Forma de aplicación	19
Muestreos	
20	
Muestreo de biomasa	
20	
Determinación del índice refractométrico.	21

RESULTADOS Y DISCUSION	24
CONCLUSIONES	33
LITERATURA CITADA	34

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Pagina

CUADRO 2.1. Propiedades de la melaza de caña	16
CUADRO4.1. Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos correspondientes al primer y segundo muestreo	27
CUADRO 4.2. Valores promedio del índice refractométrico en los tres muestreos.	29
CUADRO 4.3. valores promedio del diámetro del bulbo durante los muestreos realizados.	31
CUADRO 4.4. Valores promedio obtenidos durante los dos muestreos del cociente peso raíz/peso aéreo y cociente peso seco total/peso fresco total.	32
FIGURA 2.2. Mapa de tratamientos y repeticiones de acuerdo a su distribución en el invernadero.	23
FIGURA4.1. Valores promedio y error estándar para el peso fresco total de plantulas de cebolla durante los muestreos realizados.	25
FIGURA 4.2. Promedios y error estándar para el índice refractométrico de un extracto de bulbos de cebolla, con diferentes tratamientos de aplicación foliar de ácido salicílico y carbohidratos.	28

FIGURA 4.3. Promedios y error estándar para el diámetro de bulbos de cebolla tratadas con ácido salicílico y diferentes niveles de carbohidratos. 30

FIGURA 4.4. Diámetro del bulbo en relación con el peso seco total. 31

INTRODUCCION

La producción vegetal es esencial para el sostenimiento de la vida humana y animal de nuestro planeta. Los alimentos, el vestido y algunas medicinas esenciales dependen directa o indirectamente del cultivo de las plantas.

La patología vegetal esta relacionada con la salud y la productividad de las plantas cultivadas. Las perdidas debidas a enfermedades son riesgos que pueden ser reducidos a un mínimo tan solo mediante un continuo proceso de investigación y divulgación.

El encontrar métodos que sean ambientalmente seguros para aumentar el rendimiento de los cultivos es una meta critica en la investigación agronómica.

En investigaciones recientes han demostrado que el ácido salicílico y ciertos carbohidratos, pueden inducir varias respuestas positivas que pueden ayudar a los agrónomos a cumplir dichas metas.

El ácido salicílico es una substancia vegetal endógena que también se aplica de forma exógena ayudando a regular varias funciones de las plantas incluyendo la resistencia sistémica adquirida a los patógenos y la formación de flores. Sin embargo, existen pocos datos que indiquen si las aplicaciones de ácido salicílico realizadas en el campo son efectivas para incrementar el rendimiento de los cultivos.

Se cree que las aplicaciones foliares de ácido salicílico ayudan a disminuir algunos impactos negativos del estrés ambiental.

El presente trabajo se realizó como parte del proyecto de diseño de biopolímeros con aplicaciones agrícolas que llevan a cabo el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Centro de Investigación en Química Aplicada.

El objetivo general fue estudiar la respuesta de las plantas, utilizando la cebolla (*Allium cepa* L.) como modelo, frente a las aplicaciones exógenas de ácido salicílico y dos fuentes de carbohidratos

Los objetivos específicos de este trabajo se anotan a continuación:

- A) Contar con información acerca de la interacción del ácido salicílico y los carbohidratos sacarosa y melaza de caña al ser aplicados de manera exógena.
- B) Estudiar el crecimiento y la morfología de las plantas de cebolla y establecer recomendaciones respecto a la aplicación de las mencionadas sustancias en esta especie.
- C) Verificar si existe modificación en el metabolismo del carbono por efecto de los tratamientos.

REVISION DE LITERATURA

La cebolla es una de las hortalizas de mayor importancia en la dieta mexicana, por lo que existe una demanda bastante alta; encontrándose en todos los mercados durante todo el año.

Hoy en día esta hortaliza se encuentra distribuida en todo el mundo. Según la FAO (1981) los principales países productores son: Estados Unidos, Japón, España, Turquía, Egipto, Italia, Polonia y Pakistán, figurando en América Latina: Brasil, Argentina y México.

Esta hortaliza ocupa el primer lugar en México por la superficie sembrada y la demanda del que es objeto todo el año.

Origen

Hasta la fecha no se sabe con certeza cual es el origen de la cebolla. Candolle (1895), citado por Jones y Mann (1963), la reporta como originaria del oeste de Asia, coincidiendo con Vavilov (1951), quien afirma que su cuna se ubica en Asia central.

Clasificación taxonómica

REINO	Vegetal
DIVISION	Tracheophyta
CLASE	Angiospermae
SUBCLASE	Monocotyledoneae
ORDEN	Liliales
FAMILIA	Liliaceae
SUBFAMILIA	Albidea
TRIBU	Lilioideae
GENERO	<u>Allium</u>
ESPECIE	<u>cepa</u>

Características botánicas

La cebolla es una planta bianual monocotiledónea de la cual se desarrolla el bulbo, que es la parte comestible, en su primera etapa de crecimiento y los vástagos y tallos florales en la segunda etapa.

Raíz

El sistema de raíces es muy fibroso y ramificado. Guenko (1983) menciona que las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano y que todas las raíces son

adventicias. Weaver y Bruner (1927) reportan que el sistema de raíces puede alcanzar un crecimiento lateral de 40 a 45 cm y 85 a 90 cm de profundidad; esto coincide con los estudios realizados por Jones y Tooker (1928), y los de Jones y Mann (1963).

Tallo

El tallo es muy rudimentario y pequeño, ya que alcanza solo unos cuantos milímetros de longitud; realmente se llama “falso tallo” al conjunto de hojas que forman el punto apical.

Hojas

Las hojas, de color verde cenizo, tubulares y huecas, son sésiles y están constituidas por la vaina y el limbo (Jones y Mann, 1963; Ruiz et al, 1981). Cuando la planta es adulta llega a formar de 10 a 30 hojas, con longitud promedio de 40 cm.

Bulbo

El bulbo está formado por hojas modificadas llamadas “escamas”, cuyo tamaño, diámetro y desarrollo dependen específicamente del fotoperíodo (Thompson y Kelly, 1959; Jones y Mann, 1963).

Inflorescencia

La inflorescencia es una umbella simple que se forma al final del vástago o tallo floral; el número de tallos florales puede ser de 1 a 20 ó hasta más por planta, y alcanza una longitud hasta de 1.5 m (Jones y Tooker, 1928; Jones y Mann, 1963). Estos tallos florales se forman en condiciones de baja temperatura y después que ha pasado su etapa

de juvenilidad (Jones y Mann, 1963; Yamaguchi, 1983). La umbella puede llegar a tener de 50 a 2000 flores; la polinización es realizada principalmente por insectos (Yamaguchi, 1983).

Flor

Las flores son blanquecinas o violáceas, poseen dos o tres brácteas y seis estambres; el ovario es trilocular, con dos óvulos en cada loculo, formando dos semillas.

Fruto

El fruto es una cápsula prismática loculicida se abre por tres valvas (puertas) cada una de las cuales se encierran dos o tres semillas negras, de superficie rugosa y angulosa, cuya capacidad para germinar dura dos años.

Semilla

Es negra, angulosa, aplastada y rugosa. Un gramo contiene 250 semillas; un litro pesa 500 gr. la facultad germinativa dura dos años, pero conviene emplear las semillas del año.

Requerimientos de clima

La cebolla es una hortaliza bianual de clima frío; sin embargo, en México puede producirse durante todo el año. Esta planta es muy resistente al frío, llegando a tolerar temperaturas de hasta -5° C en etapa adulta (Jones y Mann, 1963). Las semillas empiezan a germinar a temperaturas de 2° a 3° C pero muy lentamente (Guenko, 1983).

Por otro lado, Kotovski (1926), citado por Guenko (1983), reportan que el rango óptimo de temperatura es de 18° a 25° C, coincidiendo con lo reportado por Jones y Mann (1983), quienes mencionan que temperaturas de 22° a 24° C son las más favorables para el desarrollo de las hojas.

En lo que se refiere a la formación y desarrollo del bulbo, este está influenciado directamente por el fotoperiodo, ya sea corto (10 a 12 hr), intermedio (>14 hr); Yamaguchi (1983) clasificó otro grupo, llamándolo muy largo (> 16 hr).

Requerimientos de suelo

En cuanto a suelos, se reporta que esta hortaliza prefiere los suelos orgánicos, ligeros o arenosos, limosos o limo-arenosos. No se recomiendan los suelos arcillosos debido a que pueden deformar la parte comestible o retrasar su desarrollo. La cebolla está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, teniendo un rango de pH 6.0 – 6.8.

Funciones del ácido salicílico

El ácido salicílico es un compuesto fenólico derivado del ácido benzoico involucrado con el metabolismo secundario de las plantas. Los fenoles juegan un papel esencial en el crecimiento, desarrollo y en la interacción de la planta con el ambiente y con otros organismos. El ácido salicílico es un polvo cristalino con punto de fusión de 158 °C, es moderadamente soluble al agua comportándose como un ácido débil. Su peso molecular es de 138.1 gr/mol y su fórmula es $C_7H_6O_3$ (Raskin, 1992).

El ácido salicílico se ha encontrado en concentraciones de $1\mu\text{g g}^{-1}$ de tejido vegetal. Se ha encontrado que es inductor de la floración y de la formación de yemas; se desconoce el mecanismo por medio del cual se ejerce este efecto. En estudios realizados *in vitro* se encontró que el ácido salicílico a concentración de 10^{-4} molar aumentó la actividad de nitrato reductasa en maíz, por otro lado utilizando un nivel muy alto (10 mM) se encontró reducción en la transpiración de hojas cortadas de frijol; a pesar de ser estudios muy interesantes es necesario aumentar la información disponible acerca del ácido salicílico considerando el efecto en organismos completos (Raskin, 1992).

Heitholt *et al* (1998) estudiaron la aplicación foliar de salicílico en algodónero realizando de una a varias aplicaciones durante la temporada y no encontraron efectos significativos sobre rendimiento o floración de dicha planta. Por su parte, López *et al* (1999) observaron que la aplicación de ácido salicílico foliar o a la solución nutritiva presentó un efecto positivo sobre la biomasa de plantas de melón y pepino.

La mayor parte de las aplicaciones del ácido salicílico se han realizado respecto a la inducción de resistencia frente a los patógenos. El ácido salicílico es capaz de generar resistencia sistémica inducida, es decir un fenómeno de activación de los mecanismos de defensa dependiente de la presencia de sustancias como el ácido salicílico. Existe aun mucha controversia respecto hacia si el ácido salicílico actúa a nivel de activación de genes de resistencia o si el salicílico es simplemente una molécula que sirve como señal para que actúen otras sustancias como el etileno que serian los reales activadores de los genes de resistencia (Raskin, 1992).

Funciones de la sacarosa

La sacarosa es un oligosacárido formado de glucosa y fructosa. La sacarosa es el principal fotosintato que se mueve a través del floema en la mayoría de las plantas C3 a excepción de las rosáceas (Salisbury y Ross, 1992).

Se ha encontrado que la concentración de sacarosa en hojas y tallos de las plantas presenta una correlación inversa con el contenido de almidones en los tejidos. Normalmente los niveles altos de sacarosa indican mayor tasa de transporte de fotosintatos y se relaciona positivamente con la productividad (Servaites *et al* 1989).

Aunque existen muchos métodos para determinar tanto la concentración como el transporte de fotosintatos de las plantas, para algunas especies se ha encontrado que la determinación del índice refractométrico (brix) en extractos de peciolos es útil para verificar esta actividad metabólica tan importante de las plantas (Benavides *et al* 1999).

En estudios previos realizados en plantas de fresa y papa (Benavides, datos no publicados) se encontró que la aplicación exógena de sacarosa da lugar a menor crecimiento. Es posible que este efecto dependa de la regulación negativa que puede imponer la sacarosa sobre la fotosíntesis (Servaites *et al* 1989). Se requiere entonces información del comportamiento de otras especies frente a las aplicaciones de sacarosa, sobre todo considerando las propuestas de utilizar algunos compuestos derivados de sacarosa en el control de plagas y enfermedades (Peterson *et al*, 1998).

Melaza de caña

Se considera como melaza al producto final de la fabricación del azúcar, del cual, por los procedimientos químicos de cristalización, no se puede extraer ya mas azúcar. Contiene aproximadamente un 50% de azúcar.

Aplicaciones de la melaza

Las principales aplicaciones de la melaza son la fabricación de alcohol de levadura y su empleo como alimento del ganado, aparte de otros usos en pequeñas cantidades. Su valor alimentario se debe al azúcar, sobre todo, y a las materias no azucaradas que lo acompañan.

Cuadro 2.1. Propiedades de la melaza de caña de azúcar

Proteína	3.3 %
Proteína digestible	2.0 %
Grasa	0.3 %
Fibra	0.4 %
Cenizas	9.6 %
Calcio	0.8 %
Fósforo total	0.1 %
Energía metabolizable	1960 Kcal/Kg.
Energía digestible	2459 Kcal/Kg.
T.D.N.	53 %
Niacina	35 mg/Kg.
Colina	0.88 gr/Kg.
Rivoflavina	3.3 mg/Kg.
Cloruro de sodio	2.97 %

FUENTE: Departamento Técnico División Agropecuaria Veterinaria 1977 (PFIZER).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo Agosto – Diciembre de 1999. El diseño experimental utilizado fue el de completamente al azar con 4 repeticiones. Sobre los datos se aplicó un ANVA y separación de medias con la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

Ubicación geográfica

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se encuentra ubicada en la localidad de Buenavista Saltillo, Coah.; situándose entre los 25° 22" Latitud Norte y 100° 05" 5" Longitud Oeste, con una altitud de 1743 MSNM, presentando una precipitación media anual promedio de 298.5 mm y una temperatura media anual de 19.8° C.

Esta investigación se dio inicio el día 18 de agosto de 1999, empezando con la siembra.

Siembra

Para esta actividad se utilizaron 14 charolas de poliestireno con 220 cavidades, éstas se llenaron con el sustrato (peat moss) y se colocaron 2 semillas por cada cavidad, al terminar la siembra se regaron las charolas, se apilaron y por último se envolvieron con un plástico para acelerar la germinación.

Una vez que germinó el 75% de las semillas, las charolas se colocaron en una cama bajo el sistema de camas flotantes. Cada charola se marcó al azar, de acuerdo al mapa de tratamientos y repeticiones (figura 2.1). Estas actividades se llevaron a cabo el 24 de agosto de 1999.

Preparación de las Soluciones de Carbohidratos a Concentraciones de 0, 0.5 y 1%

Solución de Sacarosa

Para preparar esta solución se procedió a pesar 5 gr (0.5%) y 10 gr (1%) de sacarosa comercial (azúcar de mesa) y se colocaron en vasos de precipitado, posteriormente se aforaron a un litro de agua y se disolvieron perfectamente.

Solución de Melaza de Caña

La preparación de esta solución se dificultó debido a que la melaza es un líquido demasiado viscoso y al tratar de medir con las pipetas dicho líquido subía muy lentamente, para lograr las concentraciones buscadas se utilizaron 5 ml (0.5%) y 10

ml(1%) que al igual que la sacarosa se colocaron en vasos de precipitado y se aforaron a un litro de agua.

Preparación de la Solución de Acido Salicílico a Concentración de 1×10^{-4} Molar

Se peso la cantidad correspondiente a $1 \times 10^{-4} = 0.0138$ gr del ácido salicílico se aforó a un litro de agua.

Cada solución se colocó en atomizadores de 500 ml. incluyendo al testigo y se mantuvieron en refrigeración aproximadamente una semana antes de la aplicación.

Descripción de los Tratamientos

T1. Testigo (agua)

T2. Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar

T3. 0.5% Sacarosa

T4. 0.5% Sacarosa + Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar

T5. 1% Sacarosa

T6. 1% Sacarosa + Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar

T7. 0.5% Melaza

T8. 0.5% Melaza + Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar

T9. 1% Melaza

T10. 1% Melaza + Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar

Forma de Aplicación

Para realizar esta actividad, las charolas se sacaron de una por una de la cama flotante, se colocó la primer charola sobre un plástico cuidando de no contaminar la solución nutritiva y se procedió a hacer la aplicación.

Se cubrieron las dos terceras parte de las charola con una película de polietileno dejando descubierta solo la parte donde se tenía que aplicar la solución, dicha solución era asperjada con un atomizador cuidando que las plantulas quedaran completamente bañadas por la solución. Este procedimiento se repitió en cada tratamiento.

Al terminar las aplicaciones de la primer charola, se dejaba por un tiempo aproximado de tres minutos para que las soluciones aplicadas se secaran (esto con el fin de no contaminar la solución nutritiva con las soluciones), para posteriormente colocar la charola en la cama y continuar con el mismo procedimiento para todas las charolas.

Cabe señalar que la primera aplicación de carbohidratos se realizó el día 08 de septiembre de 1999 y al día siguiente se aplico el ácido salicílico. Estas actividades se realizaron semanalmente durante nueve semanas.

Muestreos

Muestreo de biomasa

Se extrajeron cinco plantas por tratamiento y repetición, cada muestra se colocó en una bolsa de polietileno, se marcaron y se llevaron al laboratorio de biotecnología ubicado en el Departamento de horticultura.

Las variables de este experimento fueron las siguientes:

- Peso Fresco Total
- Peso Fresco Aéreo
- Peso Fresco de la Raíz
- Diámetro del Bulbo
- Peso Seco Total
- Peso Seco Aéreo
- Peso Seco Raíz
- Índice Refractométrico (°Brix)

Para determinar los pesos frescos se procedió a lavar perfectamente las raíces de cada una de las plantas hasta que quedaran completamente libres de sustrato. Posteriormente se pesó en una balanza analítica (OHAUS) planta por planta de cada tratamiento y al mismo tiempo se separó la raíz de la parte aérea para pesarlos por separado y determinar peso fresco de raíz y peso fresco aéreo.

Finalmente se midió el diámetro del bulbo con un vernier, y los datos obtenidos fueron registrados.

Ya determinados estos datos, la parte aérea y la raíz de las plantas se colocaron por separado en una bolsa de papel para secarlas en una estufa a 60° C durante tres días para determinar los pesos secos.

Para la determinación de los pesos secos, las muestras se sacaron de la estufa y se procedió a pesar la raíz y parte aérea por separado y finalmente a los dos juntos para estimar el peso seco total.

Se realizaron dos muestreos de biomasa, el primero se realizó el 01 de octubre y el segundo se llevó a cabo el 04 de noviembre de 1999.

Determinación del índice refractométrico

Al igual que el muestreo de biomasa se extrajeron cinco plantas por muestra, a cada planta se eliminó la raíz y las hojas dejando únicamente el bulbo para hacer un prensado con las cinco plantas y colocar el extracto obtenido en un refractómetro de 0 a 32% (American Optical Corporation) para poder determinar el índice refractométrico de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

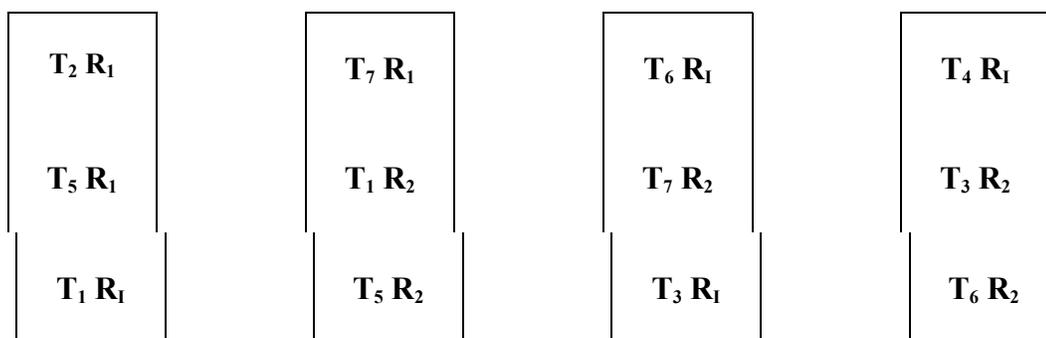
Las fechas de los muestreos de ° brix se mencionan a continuación:

1er. Muestreo 07 de octubre de 1999.

2do. Muestreo 31 de octubre de 1999.

3er. Muestreo 15 de noviembre de 1999.

FIGURA 2.2. MAPA DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES DE ACUERDO A SU DISTRIBUCION EN EL INVERNADERO



T₄ R₂
T₉ R₁
T₄ R₃

T₆ R₃
T₃ R₃
T₁₀ R₁

T₈ R₁
T₅ R₃
T₇ R₃

T₉ R₂
T₁₀ R₂
T₇ R₄

T₃ R₄
T₄ R₄
T₁₀ R₃

T₅ R₄
T₈ R₂
T₂ R₂

T₁₀ R₄
T₁ R₃
T₆ R₄

T₈ R₃
T₉ R₃
T₁ R₄

T₂ R₃
T₈ R₄
T₉ R₄

T₂ R₄

RESULTADOS Y DISCUSION

Un resumen de los resultados obtenidos en relación a la biomasa de las plantas se anota en el cuadro 4.1.

En comparación con el testigo el tratamiento de aplicación de salicílico 10^{-4} M (AS) mostró un aumento significativo en el peso fresco total en el primer muestreo. El resto de los tratamientos no fue estadísticamente diferente al testigo. En el segundo muestreo no se obtuvo diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento de AS. Por otra parte fueron diferentes entre sí el tratamiento de melaza al 1% más AS y sacarosa al 0.5% más AS, presentando este último el promedio mas alto. Sin embargo, contra el testigo, ninguno de los tratamientos fue diferente (Figura 4.1).

En otros trabajos con menor cantidad de aplicaciones han reportado efectos positivos del AS sobre la biomasa, incluso aplicando el ácido salicílico a la solución nutritiva López *et al* (1999), se encontró un ligero aumento en la biomasa frente al testigo. Sin embargo, otros reportes indican que el ácido salicílico en alta cantidad en el suelo ejerce efectos alelopáticos (Raskin,1992).

Considerando lo anterior es significativo que se encontrase un efecto positivo del AS solo hasta el primer muestreo y que dicho efecto no se mantuviera hasta el segundo muestreo.

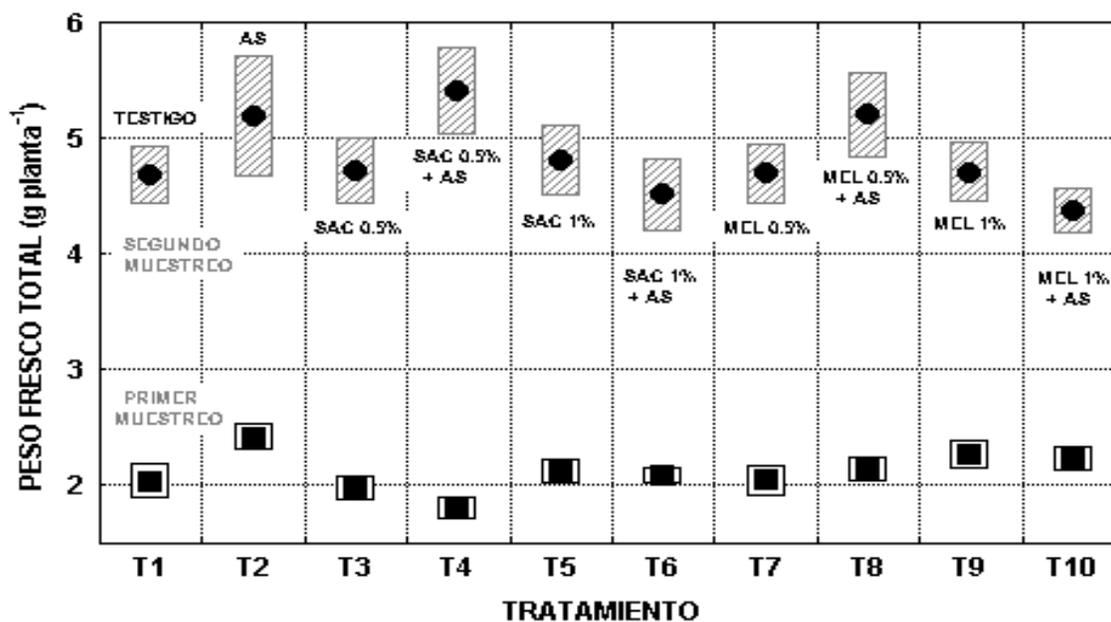


FIGURA 4.1. Valores promedio y error estándar para el peso fresco total de plántulas de cebolla durante los muestreos realizados.

Por otro lado el comparativo del peso fresco aéreo y el peso fresco de raíz indica que al parecer el resultado positivo del AS se manifestó en la parte aérea, no ocurriendo lo mismo con el peso de la raíz en el cual el testigo mostró la mayor biomasa. Esto a pesar de que algunos tratamientos no mostraron diferencias significativas con el mismo.

En general tanto la melaza como la sacarosa ejercieron un efecto positivo, aunque estadísticamente no significativo, sobre la biomasa total y la biomasa aérea. Como ya fue mencionado el efecto de la aplicación de estos carbohidratos sobre la biomasa de la raíz fue negativo.

A pesar de que se esperaría un efecto negativo de la aplicación de carbohidratos foliares, considerando el papel que ejercen como reguladores negativos de la actividad

fotosintética (Servaites *et al*, 1989), en el presente trabajo el efecto fue en general positivo aunque no significativo.

En un experimento anterior realizado con plantas de fresa y papa se observaron efectos negativos significativos de la aspersion foliar de sacarosa al 5% (Benavides, datos no publicados).

Es probable que las concentraciones empleadas en el presente experimento no alcanzaron a ejercer el efecto negativo antes notado. Al añadir el AS más los carbohidratos la diferencia fue no significativa al compararlo con las aplicaciones de únicamente carbohidratos.

Las diferencias en los promedios se mostraron erráticos, siendo en ocasiones más altos la de carbohidratos más ácido salicílico, mientras que para otros casos fueron mas altos los de únicamente carbohidratos.

En cuanto al peso seco este mostró mayor uniformidad entre tratamientos en comparación con el peso fresco. Tanto el peso seco total como el peso seco aéreo no mostraron ninguna diferencia estadística entre tratamientos.

**CUADRO 4.1 Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos correspondientes al primer*
y segundo** muestreo.**

TRATAMIENTOS	V A R I A B L E S											
	*PFT ₁	**PFT ₂	*PFA ₁	**PFA ₂	*PFR ₁	**PFR ₂	*PST ₁	**PST ₂	*PSA ₁	**PSA ₂	*PSR ₁	**PSR ₂
T₁ Testigo	2.03 ab	4.676 ab	1.770 ab	3.809 ab	0.265 c	0.868 b	0.647 a	1.472 a	0.562 a	1.258 a	0.086 ab	0.215 a
T₂ Ac. Salicílico 1 x 10⁻⁴ Molar	2.411 c	5.179 ab	2.195 c	4.375 ab	0.216 abc	0.804 ab	0.667 a	1.478 a	0.584 a	1.266 a	0.083 ab	0.212 a
T₃ Sacarosa 0.5%	1.976 ab	4.706 ab	1.816 ab	4.024 ab	0.160 a	0.682 ab	0.647 a	1.324 a	0.561 a	1.131 a	0.085 ab	0.193 a
T₄ Sacarosa .5% + AS	1.800 a	5.406 b	1.635 a	4.585 b	0.165 a	0.821 ab	0.556 a	1.519 a	0.489 a	1.302 a	0.067 a	0.217 a
T₅ Sacarosa 1%	2.120 abc	4.806 ab	1.940 bc	3.992 ab	0.181 ab	0.814 ab	0.656 a	1.458 a	0.571 a	1.258 a	0.085 ab	0.200 a
T₆ Sacarosa 1% + AS	2.083 ab	4.507 ab	1.873 ab	3.874 ab	0.210 abc	0.633 a	0.615 a	1.322 a	0.536 a	1.140 a	0.079 ab	0.182 a
T₇ Melaza 0.5%	2.041 ab	4.690 ab	1.844 ab	3.975 ab	0.198 ab	0.715 ab	0.588 a	1.346 a	0.517 a	1.157 a	0.071 a	0.189 a
T₈ Melaza 0.5% + AS	2.141 bc	5.196 ab	1.900 ab	4.467 ab	0.242 bc	0.730 ab	0.614 a	1.664 a	0.526 a	1.286 a	0.088 ab	0.378 ab
T₉ Melaza 1%	2.259 bc	4.703 ab	2.040 bc	3.938 ab	0.218 abc	0.765 ab	0.671 a	1.312 a	0.589 a	1.140 a	0.082 a	0.173 a

T₁₀ Melaza 1% + AS	2.226 bc	4.371 a	1.993 bc	3.703 a	0.233 bc	0.668	0.600 a	1.199 a	0.507 a	1.038 a	0.094 b	0.162 a
--	----------	---------	-------------	---------	----------	-------	---------	---------	---------	---------	------------	---------

PFT. PESO FRESCO TOTAL
PFA. PESO FRESCO AEREO
PFR. PESO FRESCO RAIZ
PST. PESO SECO TOTAL
PSA. PESO SECO AEREO
PSR. PESO SECO RAIZ

Respecto al índice refractométrico, en el primer y segundo muestreo se observó una uniformidad entre los tratamientos. Sin embargo, en el tercer muestreo manifestaron diferencias entre tratamientos, teniendo el valor mas alto en el tratamiento de aplicación de sacarosa al 1% más AS, quedando en segundo lugar el tratamiento de AS 10^{-4} M y presentándose el valor mas bajo en el tratamiento de melaza al 1% (Figura 4.2).

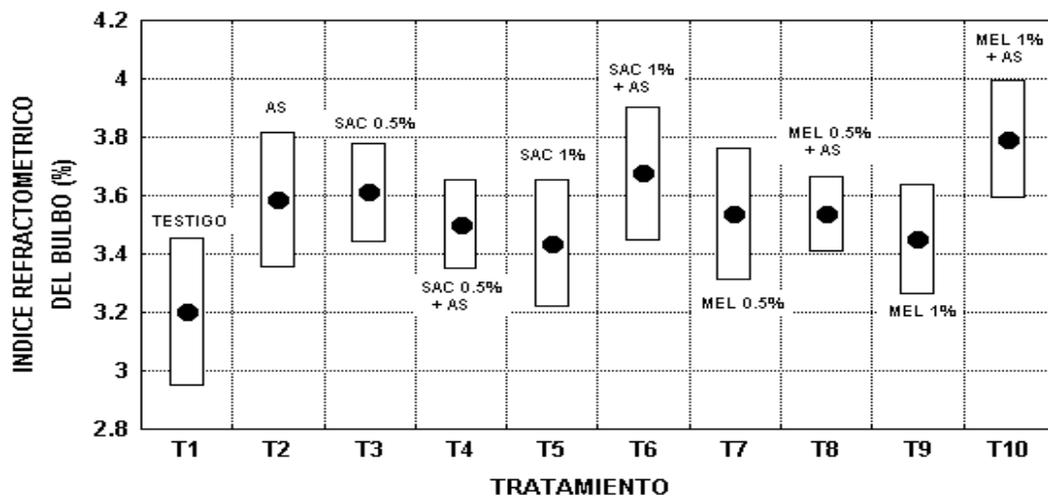


FIGURA 4.2. Promedios y error estándar para el índice refractométrico de un extracto de bulbo de cebolla, con diferentes tratamientos de aplicación foliar de ácido salicílico y carbohidratos.

CUADRO 4.2. Valores promedio del Índice Refractométrico en los tres muestreos.

TRATAMIENTOS	INDICE REFRACTOMETRICO PROMEDIO (IR)		
	1er MUESTREO	2º MUESTREO	3er MUESTREO
T₁ Testigo	2.675 a	3.550 a	3.375 ab
T₂ Ac. Salicílico 1 x 10⁻⁴ Molar	2.850 a	3.875 a	4.025 bc
T₃ Sacarosa 0.5%	3.325 a	3.775 a	3.400 abc
T₄ Sacarosa 0.5% + AS	3.300 a	3.450 a	3.750 abc
T₅ Sacarosa 1%	2.725 a	3.625 a	3.950 bc
T₆ Sacarosa 1% + AS	3.150 a	3.525 a	4.35 c
T₇ Melaza 0.5%	2.925 a	4.275 a	3.400 ab
T₈ Melaza 0.5% + AS	2.975 a	3.875 a	3.750 abc
T₉ Melaza 1%	2.925 a	4.150 a	3.275 a
T₁₀ Melaza 1% + AS	3.125 a	4.425 a	3.825 abc

En cuanto al diámetro del bulbo encontramos que durante los dos muestreos realizados en la mayoría de los tratamientos no se presentaron diferencias, sin embargo, en el primer muestreo el tratamiento sacarosa al 0.5% mas ácido salicílico presentó el valor mas bajo en comparación con los demás tratamientos; sin embargo, durante el segundo muestreo éste tratamiento presentó uno de los valores más altos al igual que el

tratamiento de ácido salicílico 10^{-4} M y al tratamiento melaza 0.5% más AS (Figura 4.3).

En el estudio de Kahane y Rancillac (1996) se encontró que el diámetro del bulbo fue dependiente de la cantidad de radiación incidente sobre las plantas observando que el nivel de sacarosa a el medio de cultivo únicamente funcionaba como inductor de la formación del bulbo. Este hecho fue confirmado por Benavides *et al* (2000) quienes no encontraron relación de dicho diámetro con la asimilación de CO_2 . En el presente estudio la adición foliar de carbohidratos no determinó diferencias significativas frente al testigo. Otro tanto ocurrió con el salicílico.

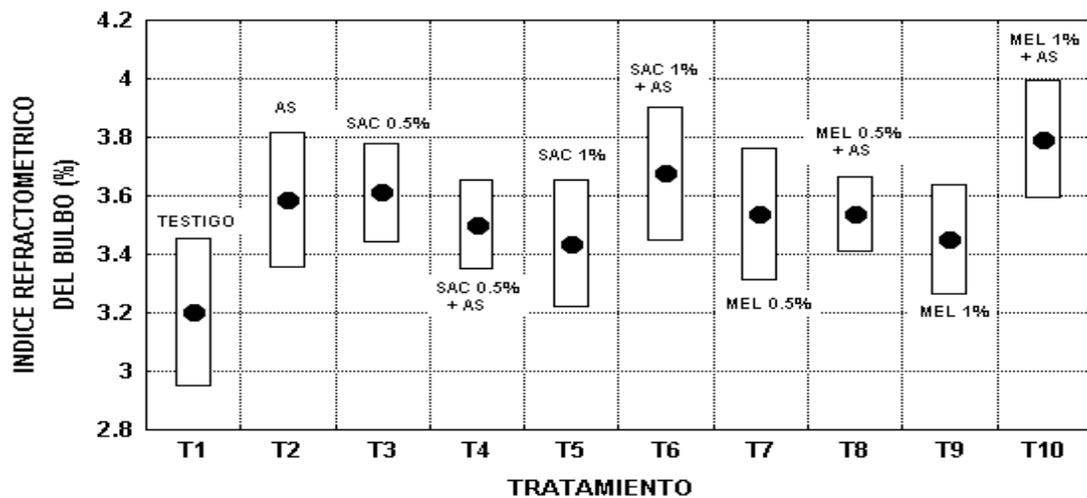


FIGURA 4.3. Promedios y error estándar para el índice refractométrico de un extracto de bulbo de cebolla, con diferentes tratamientos de aplicación foliar de ácido salicílico y carbohidratos.

Por otra parte, se observó una relación positiva y significativa entre el peso seco total de la planta y el diámetro del bulbo (Figura 4.4).

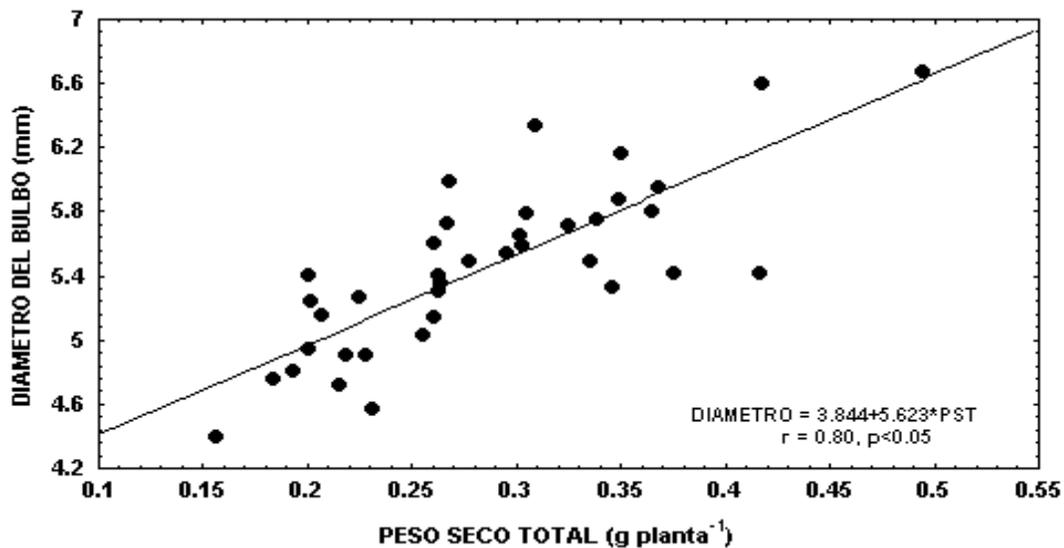


FIGURA 4.4. Este gráfico representa el diámetro del bulbo en relación con el peso seco total.

CUADRO 4.3. Valores promedio del diámetro del bulbo durante los muestreos realizados.

TRATAMIENTOS	DIAMETRO DEL BULBO	
	Primer muestreo	Segundo muestreo
T ₁ Testigo	3.752 ab	5.435 ab
T ₂ Ac. Salicílico 1 x 10 ⁻⁴ M	3.841 ab	5.658 b
T ₃ Sacarosa 0.5%	3.682 ab	5.441 ab
T ₄ Sacarosa 0.5% + AS	3.602 a	5.576 b
T ₅ Sacarosa 1%	3.891 ab	5.445 ab
T ₆ Sacarosa 1% + AS	3.727 ab	5.264 ab
T ₇ Melaza 0.5%	3.655 ab	5.251 ab
T ₈ Melaza 0.5% + AS	3.917 b	5.625 b
T ₉ Melaza 1%	3.735 ab	5.323 ab

T₁₀ Melaza 1% + AS	3.893 ab	3.058 a
--------------------------------------	----------	---------

En cuanto al cociente peso raíz y peso aéreo, observamos que durante el primer muestreo con respecto al peso fresco los tratamientos tuvieron un efecto negativo sobre la raíz a excepción del testigo que fue el que presentó el valor más alto. Para el peso seco encontramos que la melaza de caña tuvo efectos positivos sobre la raíz.

Para el segundo muestreo en cuanto a peso fresco encontramos el efecto positivo en el testigo y en el tratamiento del ácido salicílico y para peso seco el valor más alto se encontró en el tratamiento de melaza al 5% más AS.

Con respecto al cociente peso seco total y peso fresco total no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

CUADRO 4. 4. Valores promedio obtenidos durante los dos muestreos del cociente peso raíz / peso aéreo y cociente peso seco total / peso fresco total.

TRATAMIENTOS	PFRPFA Y PSRPSA				PST / PFT	
	1er MUESTREO		2° MUESTREO		1er MUESTREO	2° MUESTREO
	FRESCO	SECO	FRESCO	SECO		
T₁ Testigo	0.176 b	0.154 a	0.229 b	0.173 ab	0.069 a	0.063 a
T₂ Ac. Salicílico 1 x 10⁻⁴ M	0.096 a	0.141 a	0.184 b	0.166 ab	0.055 a	0.057 a
T₃ Sacarosa 0.5%	0.085 a	0.152 a	0.168 a	0.169 ab	0.066 a	0.056 a
T₄ Sacarosa 0.5% + AS	0.098 a	0.135 a	0.180 ab	0.163 ab	0.062 a	0.055 a

T₅ Sacarosa 1%	0.090 a	0.150 a	0.203 ab	0.151 a	0.062 a	0.060 a
T₆ Sacarosa 1% + AS	0.111 a	0.148 a	0.163 a	0.157 ab	0.059 a	0.058 a
T₇ Melaza 0.5%	0.104 a	0.137 a	0.183 ab	0.169 ab	0.058 a	0.058 a
T₈ Melaza 0.5% + AS	0.127 ab	0.167 ab	0.166 a	0.200 b	0.058 a	0.066 a
T₉ Melaza 1%	0.108 a	0.141 a	1.193 ab	0.151 a	0.060 a	0.056 a
T₁₀ Melaza 1% + AS	0.116 a	0.193 b	0.182 ab	0.156 a	0.054 a	0.055 a

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

La aplicación foliar del ácido salicílico (1×10^{-4} Molar), mostró un efecto positivo sobre el peso fresco total y aéreo de las plantas hasta el primer muestreo.

La aplicación foliar de carbohidratos ejerció en general un efecto nulo a negativo sobre el peso fresco de las plantas. El mayor efecto se observó en el peso de la raíz.

Respecto al diámetro del bulbo se encontraron algunas diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo no se observó un efecto consistente de cualquiera de los tratamientos.

Para el caso del índice refractométrico concluimos que la aplicación de ácido salicílico (1×10^{-4} Molar) ejerce un efecto positivo sobre dicha variable aunque

estadísticamente distinto al testigo. Por otra parte el tratamiento de sacarosa al 1% más AS fue el que mostró mejor resultado en cuanto al índice refractométrico marcando diferencias significativas en el testigo. La melaza de caña dio lugar a promedios más bajos de índice refractométrico.

LITERATURA CITADA

Benavides, A., R. Foroughbakch y M.J. Verde. 1999. Alta Correlación entre Productividad, Sólidos Solubles y Redox de Peciolos y en Espinacas. Ciencia UANL 4:373-379.

Heitholt, J. J., J.H. Schmidt and J.E. Mulrooney. 1998. Effect of Foliar Applied Salicylic Acid on Cotton Flowering, Boll Retention, and Yield.
<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000009/074/000009740.html>

López, V. G.; A. L. Valenzuela y M. A. Gutiérrez. 1999. Acido salicílico en Melón y Pepino y su Efecto en Desarrollo. Horticultura Mexicana. 7:114.

Peterson, K.; O. Chortik and H. F. Harrison. 1998. Effect of Varius Synthetic Sucrose Esters on Seed Germination and Plant Growth.
<http://www.nalusda.gov/ttic/tektran/data/000007/37/0000073733.html>.

Raskin, I. 1992. Role of Salicylic Acid in Plants Annv. Rev. Plant Physiology, Plant Molecular Biology. 43: 439-463.

Salisbury, B. And C. W: Ross. 1992 Plant Physiology Wadsworth Publishing, inc. USA. 759 P.

Servaites, C.; R. Geiges, A. Tucci and R. Fondy. 1989. Leaf Carbon Metabolism and Metabolite Levels During a Period of Sinosoidal Ligth. *Plant Physiology*. 89: 403-408.

Valadez, A. 1994. *Producción de Hortalizas*. Editorial Limusa. 4ta. Reimpresión. México, D.F.