

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**El ácido salicílico en la emergencia y crecimiento de plántulas de
lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Great Lakes.**

Por:

ASAEL SANCHEZ RUIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER ÉL
TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**El ácido salicílico en la emergencia y crecimiento de plántulas de
lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Great lakes.**

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

DR. Adalberto Benavides Mendoza
Asesor principal

MC. Alfonso Rojas Duarte
Coasesor.

MC. Reynaldo Alonso Velásco
Coasesor.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

MC. Reynaldo Alonso Velásco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Enero de 2002

Todo lo que le acontezca a la tierra le acontecerá a los hijos de la tierra. Sí los hombres escupen en el suelo, se escupen a sí mismos.

Esto sabemos: La tierra no pertenece al hombre; el hombre pertenece a la tierra.

Esto sabemos: todo va enlazado. Como sangre que une a una familia. Todo va enlazado.

Todo lo que le ocurra a la tierra le ocurrirá a los hijos de la tierra. El hombre no tejió la rama de la vida, él solo un hilo.

Lo que hace con la trama lo hace a sí mismo.

(Jefe piel roja de Seattle, 1854)

AGRADECIMIENTOS:

A mi “**ALMA TERRA MATER**” que me brindó los conocimientos que me ayudaran a salir adelante en la vida.

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 MC. Reynaldo Alonso Velásco por su asesoría y apoyo incondicional en todo momento para la realización de este trabajo y por compartir su sabiduría en clases.

Al MC. Alfonso Rojas Duarte por su asesoría, orientaciones en la realización de este trabajo y por compartir sus cátedras.

A todos los maestros de esta Universidad y en especial a los del departamento de Horticultura 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.

DEDICATORIA:

A DIOS TODO PODEROSO, por haberme prestado vida para lograr una meta más en mi vida.

Con respeto a la memoria de mi padre y el amor de mi madre y que nunca me ha abandonado en la vida.

Sr. Abel Sánchez Maya⁽⁺⁾
Sra. Marcelina Ruiz García

Que desde el primer momento de mi existencia ha velado por darme la oportunidad de forjar una carrera y por la paciencia que tiene al guardarla y verla concluida hoy.

A mis hermanos:

Abel	Abdias
Margarita	Ma. Dolores
José Luis	Marco Antonio
Marisol	Olga Lidia

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 mis sobrinos:

Cristian Abel	José Alfredo
Ulises	Maribel
Judith	Luis Antonio

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

A mi cuñada (o). Por su apoyo moral y creer en mí, en la formación como profesionista.

A toda la familia Sánchez, que siempre me apoyaron moralmente.

A mis compañeros de la generación XC, XCI y XCII de Horticultura.

A compañeros de la Banda de Guerra, y que viva la disciplina.

A mis amigos y amigas con los que compartí gratos momentos y siempre me alentaron a seguir adelante.

Everardo (cuñao), José Luis (domingues), Ricardo (zacatecas), Missael (perro), José Pedro (Charly), Eloy (Oaxaco), Silviano (Cuatemochas), Ricardo (Pequeño), Ismael (Cabrito), Rebeca, Juliana, Sandra, Elsy, Araceli.

INDICE DE CONTENIDO.

	Pag.
Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Indice de Cuadros.....	iv
Indice de figuras.....	v
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen e historia.....	5
Clasificación Taxonómica.....	6
Descripción botánica.....	7
Raíz.....	8
Tallo.....	8
Hoja.....	9
Flor.....	9
Semilla.....	10
Estrés hídrico.....	10
Efecto del estrés hídrico sobre las plantas.....	11
Generalidades sobre el ácido salicílico.....	12

Ácido salicílico y daño oxidativo.....	12
Efecto del ácido salicílico en las plantas.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	16
Localización geográfica.....	16
Material genético y material de laboratorio y equipo.....	16
Preparación del material y siembra.....	17
Manejo de cultivo.....	17
Plagas.....	18
Enfermedades.....	18
Toma de datos de plántula y estrés hídrico.....	18
Emergencia.....	18
Estrés hídrico.....	18
Tratamientos y diseño experimental.....	19
Variables evaluadas.....	19
Emergencia.....	20
Peso fresco de plántulas.....	20
Peso seco de plántulas.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Emergencia.....	21
Análisis global.....	22
Peso fresco total (PFT) y peso seco total (PST).....	22
Peso fresco total.....	24
Peso seco total.....	24
CONCLUSIONES.....	26

BIBLIOGRAFIA CITADA.....	27
--------------------------	----

INDICE DE CUADROS.

	Pag
Cuadro No. 1. Tratamientos estudiados en lechuga.....	19
Cuadro No. 2. Efecto del ácido salicílico en el porcentaje de semillas emergidas en lechuga.....	21
Cuadro No. 3. Efecto del ácido salicílico a diferentes concentraciones, sobre las variables, Peso fresco aéreo y raíz y peso seco aéreo y raíz (PFAR y PSAR) en plántulas de lechuga.....	23
Cuadro No. 4. Concentración de medias totales por muestreo de las variables evaluadas en el crecimiento de plántulas de lechuga aplicando ácido salicílico al medio de emergencia.....	23

INDICE DE FIGURAS.

	Pag.
Figura No. 1. Comportamiento del peso fresco total, antes del estrés hídrico considerando los tres tratamientos.....	24
Figura No. 2. Comportamiento del peso fresco total, después del estrés hídrico, considerando los tres tratamientos.....	25

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó con el propósito de estudiar el efecto del AS en dosis de 1×10^{-3} y 1×10^{-4} M. Y un testigo (agua), aplicado al medio de emergencia y crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el objeto de determinar y conocer el vigor de la plántula en biomasa y raíz, antes y después de un estrés hídrico. Las variables utilizadas en este trabajo fueron; emergencia, peso fresco aéreo y raíz y peso seco aéreo y raíz; de lo cual se tomaron quince plántulas por tratamiento (cinco por repetición) tomándolas al azar, estos tratamientos se estuvieron manejando en camas flotantes y con solución nutritiva (Douglas).

Los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas durante el desarrollo de la plántula se describen a continuación.

- ❖ El AS a dosis de 1×10^{-4} M tiene efecto positivo para la variable germinación, en relación del testigo que obtuvo menor porcentaje de emergencia de plántula de lechuga.
- ❖ La aplicación de AS en las dosis de 1×10^{-4} y 1×10^{-3} M en el medio de emergencia y crecimiento, tuvo efecto negativo o nulo sobre la cantidad de biomasa antes y después de un estrés hídrico en plántulas de lechuga.

INTRODUCCION.

De todas las hortalizas del huerto familiar la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja ancha; en México se puede explotar durante todo el año, reportándose en 1990 una superficie sembrada de 4000 hectáreas de este cultivo, incrementándose constantemente.

Esta hortaliza es típica en ensaladas, estando en el vigésimo sexto lugar de la lista de frutas y verduras, por su valor nutritivo (10 vitaminas y minerales). En México los sistemas de producción de lechuga son sencillos, y pudiendo encontrar diferentes tipos y cultivares de lechuga como son: Var. Capitata y Var. Longifolia.

Las hortalizas requieren un cuidado intensivo, por lo que exige mucha mano de obra por unidad de superficie cultivada. En México se cultiva en pequeñas extensiones con rendimientos que puede sobrepasar las 20 toneladas por hectárea, y con una tendencia más significativa, internacionalmente se exporta la lechuga para su consumo en fresco.

Su cultivo exige mucho cuidado, ya que crece con tanta rapidez que en sus cortos intervalos de cambio pueden producir daños irreversibles para la cosecha, que la invalidan para su consumo. Los períodos de estrés afectan a la etapa vegetativa de las plantas, ya que retardan o aceleran su desarrollo y de manera indirecta disminuye la cantidad de energía, la cual se relaciona con gran medida en la producción de biomasa.

Las características morfológicas de la lechuga, especialmente su raíz, le favorecen para sobrevivir en condiciones de sequía, además de su tolerancia a las

bajas temperaturas que le permite prosperar en diversos climas, áridos hasta templados; y por su tolerancia a suelos alcalinos y salinos, se puede desarrollar satisfactoriamente.

Considerando estas características, así como la facilidad de utilizar esta planta como modelo experimental surge la posibilidad de utilizar una nueva tecnología, que es la aplicación de ácido salicílico, ya que hay pocos estudios efectuados, y que han llegado a la conclusión que el ácido salicílico puede inducir varias respuestas positivas como la inducción de floración, mayor biomasa y resistencia a patógenos en diversos cultivos.

El ácido salicílico es un compuesto aromático que se ha encontrado en todos los tejidos vegetales en forma endógena y que también se puede aplicar en forma exógena ó añadido al sustrato, que genera una mayor tolerancia al estrés hídrico en plántulas de lechuga.

Debido a lo anterior se justifica el presente trabajo, el hecho que existe poca información de aplicaciones de ácido salicílico realizadas para producción de hortalizas de hoja ancha, por lo anterior éste trabajo pretende obtener respuesta a la aplicación de ácido salicílico incorporado al sustrato para la emergencia de semillas y estrés hídrico en plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. capitata, cv. Great Lakes.

OBJETIVOS.

- Determinar el efecto del ácido salicílico aplicado en el medio de emergencia de la semilla y crecimiento de plántulas de lechuga.

HIPOTESIS.

- La aplicación de ácido salicílico en el sustrato para la emergencia y crecimiento, ejercerá un efecto positivo sobre las plántulas sometidas a estrés hídrico.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Antecedentes.

Origen e historia.

El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es muy antiguo de acuerdo con los antecedentes revisados. Ya que era conocido por los Egipcios, los Griegos y los Romanos quienes se distinguían en su tiempo por identificar sus caracteres y variedades. (Leñano, 1973).

Thompson y Kelly (1969), mencionan que la lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca serriola* L. clasificada como una maleza y difundida ampliamente en el centro y sur de Europa, así como en la región sur de Rusia.

La lechuga L. *sativa* y L. *serriola*, son nativas de Europa y Asia, aunque la lechuga ha sido cultivada por mas de 2000 años, su cultivo vegetal fue descrito por Hipócrates (1243 a de C.). Aristóteles (350 a de C.) y otros, indicando que esto hizo que se hiciera rápidamente popular una vez que fuese introducida al oeste de Europa.

La lechuga de tipo cabeza se difundió ampliamente en el siglo XVI; En el año 1643 se publico el Krauterbuch de Leonard Fuchs, con el titulo *Lactuca capitata*. La lechuga llegó a China en los años 600 al 1900 de esta era y se difundió una variedad, cuya parte comestible es el tallo floral que se caracteriza por ser grueso y succulento, no así por sus hojas; la lechuga espárrago o *Lactuca sativa* var. *augustana*. La lechuga indica o *lactuca* es nativa de China, es una planta perenne, muy cultivada por sus hojas succulentas que son consumidas en forma natural. En forma general la lechuga es originaria del sureste del mar

Mediterráneo desde Egipto hasta Asia Menor, (Mallar, 1978; Jhonstone, 1997), citado por Vega C. (1997).

La más temprana indicación de su existencia viene de aproximadamente 4500 años a. de C. en las pinturas de los Egipcios, las cuales muestran plantas con hojas estrechas del tipo conocido ahora como “Lechuga Espárrago”. Estas plantas de lechuga aparentemente son similares a las formas modernas que se encuentran en Egipto y se conocen como Balady (nombre local), y extendiéndose rápidamente a través de la cuenca del Mediterráneo, principalmente en las civilizaciones, Greca y Romanas. (Pérez G, Marquez S. 1997).

García (1967), y Tlacorina (1979). Citan que el nombre latino de la lechuga (*Lactuca sativa* L.); Lactuca que se deriva de la raíz lac, que significa “Leche”, la especie sativa, quiere decir precedente de la semilla, aunque significa igualmente “cultivada”, citado por Vega, (1997).

La lechuga L. *Sativa* y L. *serriola* son nativas de Europa y Asia, aunque se ha cultivado por más de 2000 años. L. *Sativa* var. Capitata, es una lechuga que se divide a su vez en crispilla (Iceberg y Mantecosa, Butterhead); las crispillas presentan cogollos firmes, por la posición compacta de sus hojas rizadas, de nervio central fuerte, siendo los cultivares más típicos: Great Lakes, Salinas, Vanguard Shilo y Clímax. (Vega C. 1997).

Clasificación taxonómica.

Escala según Engler (1965), citado por Vega (1997).

- ♦ División: Embriophita alphonoma
- ♦ Subdivisión. Dicotyledonea
- ♦ Orden: Asteras
- ♦ Familia: Compositae
- ♦ Sub familia: Astereaceae
- ♦ Tribu: Lactuceae
- ♦ Género: *Lactuca*
- ♦ Especie: *Sativa*
- ♦ Nombre común: Lechuga
- ♦ Variedad Botánica: Capitata: Cabeza

Longifolia: Romana ó Cos

Crespa: Hoja

Aspáragina: Tallo

La familia de las compuestas es fundamentalmente esencial para ensaladas en el consumo humano, en la mayoría de los países del mundo.

La lechuga es una planta herbácea anual, que cuando joven contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, que cuya cantidad disminuye conforme a su etapa de desarrollo de la planta.

Descripción botánica.

La lechuga es una planta herbácea, que tiene un sistema radicular

profundo y poco ramificado, sus hojas se disponen principalmente de una roseta y después las hojas se aprietan unas con otras formando un cogollo más o menos consistente y apretado en unas variedades más que en otras. (Maroto, 1992).

Raíz:

La raíz es el órgano de absorción más importante de la planta de la lechuga. Tiene una raíz pivotante fuerte que se desarrolla rápidamente: así mismo logrando alcanzar una profundidad total de 1.80m lo cual la caracteriza como una planta resistente a la sequía. (Wesver y Bunner, 1927), citado por Martínez, (1997). En zonas húmedas y en suelos poco profundos, no alcanza dicha profundidad mencionada.

El promedio de profundidad del sistema radical es de 1.5m encontrándose la mayor parte del sistema radicular en los primeros 60cm de profundidad. Martínez, (1975), citado por Vega, (1997).

Tallo:

El tallo se caracteriza por ser muy corto, comúnmente de 10 a 15cm de longitud y esta cubierto enteramente por las hojas, pero en la época de floración se desarrolla y alcanza alturas de 50cm hasta 1m y en ocasiones es mayor.

El tallo floral con sus ramificaciones presenta una inflorescencia en forma de copa que puede alcanzar de 60 a 120cm de altura, dependiendo de la variedad. Existen también diferencias en la capacidad de inflorescencia; así como

variaciones en el color de la hoja y altura de la planta, características que hacen posible la diferenciación de variedades. (Lerena, 1975).

Hojas:

Las hojas de la lechuga son lisas, sin peciolo (sésiles), y el extremo puede ser redondeado o rizado, y el limbo es entero y dentado. Su color va del verde amarillo hasta morado claro, dependiendo del tipo y el cultivar. (Valadez, 1996).

La lechuga presenta hojas grandes, blandas, abovales, enteras o dentadas, las inferiores están agrupadas en forma de roseta. Enciclopedia Salvat, (1972). Citado por Vega, (1997).

Flor:

La inflorescencia es una panícula, que vulgar o erróneamente es llamada como flores. Los capítulos que se presentan agrupados en panojas, y poseen un involucre circular formado por brácteas pilosas, de color verde oscuro y un receptáculo plano sobre el cual se disponen las hojas. (Lerena, 1975).

El ovario es unicelular y su único óvulo que madura como semilla. La inflorescencia, siendo una flor hermafrodita perfecta y esta se constituye en grupos de 16 a 26 flores por panícula. (Valadez, 1996).

Semilla:

Las semillas son deprimidas, alargadas, más notablemente aguzadas del lado del hilo que del ápice. En algunas de las variedades las semillas son de color blanco plateado y en otras desde pardo hasta castaño oscuro, con finas aristas a lo largo. Las semillas maduran comúnmente, a los 12 a 15 días después de la floración.

Las semillas recién recogidas, muchas veces no germinan normalmente, acusa de una maduración adicional después de la recogida o de una mayor sensibilidad a las temperaturas altas. (Pérez G. Márquez S. 1997).

Estrés hídrico.

Diversos autores consideran el origen del estrés hídrico, como una reducción de la disponibilidad de agua para el crecimiento del cultivo.

Levitt, (1972). Citado por Ordáz M.G.(1994), Utiliza el término “estrés” para describir cualquier factor ambiental potencialmente desfavorable para los organismos vivos. El término estrés hídrico expresa la disminución de la energía libre del agua (potencial hídrico), debido generalmente a una reducción en el contenido de agua en los tejidos, afectando los procesos fisiológicos de las plantas.

Hssiac *et al.* (1970). Citado por Ramírez C. C. E, (1989). Menciona que el estrés hídrico, particularmente detrimental al crecimiento y rendimiento del cultivo si ocurre en un estado de rápido crecimiento, la duración y grado de estrés hídrico, son factores importantes en la determinación final de los rendimientos.

Jones, (1983). Cita Moran R. P. E. (1993). Que la diferencia de agua puede modificar en alta magnitud el desarrollo y morfología vegetal, el crecimiento del sistema radicular es inmediato, acompañado por otros efectos secundarios como reducción del amacollamiento, abscisión de hojas y frutos, reducción de la proporción de células estomáticas e incremento de tricomas epidérmicos.

Efecto de estrés hídrico sobre las plantas.

El estrés hídrico en las plantas puede afectar la expansión de los tejidos en forma significativa.

Kramer. (1963). Citado por Ordáz M. G. (1994), menciona que es probable que casi todos los procesos que ocurren en la planta se vean afectados por el déficit de agua. El déficit ocasiona bajos niveles de turgencia que detienen el crecimiento celular lo que da como resultado plantas muy pequeñas, además cambia los patrones de crecimiento.

El estrés hídrico en las plantas causa el cierre prematuro de estomas, lo cual reduce pérdidas de agua, pero que el cierre de estomas también interfiere con la entrada de CO₂, lo cual es perjudicial porque se reduce la fotosíntesis. El resultado de la asimilación de carbono es menor en los tejidos marchitos que en los turgentes. (Kramer; Winter, 1970, Citado por Ordáz M. G. 1994).

Generalidades sobre el ácido salicílico.

En la biosíntesis del ácido salicílico (AS) es derivado de la vía del shikimato-fenilpropanoides. Se han propuesto dos caminos de síntesis de AS a partir de la fenilalanina, la diferencia entre uno y el otro se encuentra en el paso de hidroxilación del anillo aromático. En una reacción medida por la enzima fenilalanina-amonio-liasa, este último es transformado en ácido benzóico o en ácido orto-cumárico los cuales son los precursores del AS. (Raskin, 1992).

El ácido salicílico pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicas. En las plantas los compuestos fenólicos están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. Siendo un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas, su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas, cuando son sometidas a la acción de una clase de estrés. Este sea de tipo biótico o abiótico.

Ácido salicílico y daño oxidativo.

El daño o estrés oxidativo se presenta cuando la producción de especies activas de oxígeno (EAO) rebasa la capacidad de los sistemas antioxidantes y de captura de radicales libres de la célula. Normalmente el nivel de especies activas de oxígeno (EAO) es alto cuando la planta se ve sometida a alguna condición de estrés biótico o abiótico. En esta actividad el AS participa en forma importante como señalizador de las plantas, que da lugar a las respuestas en la adaptación en ambientes extremos, y esto pudiera convertir a este compuesto y sus derivados

en herramientas para el manejo agronómico del estrés, como una expresión de los sistemas de control y daño oxidativo. (Raskin, 1992).

Efecto del ácido salicílico en las plantas.

En este sentido se requiere realizar gran cantidad de investigación en diferentes especies agrícolas, para poder determinar en que forma y dosis se puedan hacer las aplicaciones exógenas de AS y pueda dar resultados favorables a la producción y a la adaptación de un estrés abiótico. Por ende se menciona el efecto del AS en diversos cultivos agrícolas y forestal.

Bojórquez Q. C. M. Y Gutiérrez C. (2000). Concluyen que el AS en concentración de 10^{-4} , 10^{-6} y 10^{-8} M. Manejando tres etapas de aplicación (crecimiento vegetativo, floración y primer fruto "fecundación"), en tomatillo (*Physalis ixocarpa*). Tiene efectos positivos en cuanto altura de planta, numero de frutos, peso de frutos y longitud de raíz. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, Pag. 186

Gutiérrez C. M. A. Trejo López A. Larqué Saavedra. (1995). Concluyen que el AS en concentraciones de 10^{-2} M, 10^{-4} M y 10^{-8} M estimuló de manera altamente significativa el desarrollo de la raíz y del dosel en plantas de Soya (*Glicine max* L. Merr). Así mismo incrementó aunque de manera no significativa la cantidad de clorofila total y fotosíntesis aparente.

Isordia E. Nuñez B. Ortigosa X. y Gutiérrez C. (2000). Concluyen que el AS en concentración de 10^{-4} , 10^{-6} y 10^{-8} M. En hidroponía bajo invernadero, en los

cultivos de Tomate, Chile, Tomatillo, Cebolla y Papayo. Tiene estimuló de manera significativa el crecimiento aéreo de las plántulas de Tomate, Papaya, Tomatillo y Chile. (Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, pag. 190)

López Delgado *et al* (1998). Obtuvieron tolerancia en microplantas de papa desarrolladas en medio de cultivo con ácido acetilsalicílico en concentraciones de 10^{-5} M y 10^{-6} M. Al parecer parte del efecto protector del AS, se relaciona con su capacidad para inducir la expresión de proteínas de choque térmico en las células vegetales, hecho demostrado en cultivos celulares de tomate. (Cranje y Bornman, 1999).

López V. G. Valencia M. A. L. y Gutiérrez C. M. A. (1999). Concluyendo que el AS a concentración de 10^{-4} , 10^{-6} y 10^{-8} M. Se concluye que el AS afecto de manera positiva el desarrollo aéreo y radical en plantas de melón y pepino bajo condiciones de campo e invernadero. Además el ácido salicílico estimula un mayor número y tamaño de células de raíces tratadas con el AS. (Memorias del VIII Congreso de Horticultura pag. 114).

San Miguel C. Gutiérrez R. Larqué S. Y Arísteo C. (2000). Concluyen que el AS en concentración de 10^{-4} , 10^{-6} , 10^{-8} y 10^{-10} M. Aplicado por aspersión mensualmente (una por mes), en Pino Patula (*Pinus patula*) de tres meses de edad, durante nueve meses que duró el experimento. Concluyendo que el AS estimuló el crecimiento de raíz, así como el crecimiento del tallo de pino patula. (Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, pag. 387)

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización geográfica:

El presente trabajo se realizó en el invernadero No. 3 del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Localizado en el paralelo 25° 23' de latitud Norte y a 100° 00' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 msnm. El experimento se realizó en el periodo de Octubre y Diciembre de 2000.

Material genético y material de laboratorio y equipo.

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se utilizó semilla de lechuga del cultivar (Great lakes), proporcionada por el departamento de Horticultura.

El producto que se utilizó fue el ácido salicílico que a continuación se describe.

Concentración del ácido salicílico.

1×10^{-4} M = Dosis baja = 0.0138 gr./lit. de agua = 0.1242 gr de AS/Trat.

1×10^{-3} M = Dosis alta = 0.1380 gr./lit. de agua = 1.242 gr de AS/Trat.

También se utilizaron los siguientes materiales y equipo, charolas de poliestireno de (338 cavidades), peat moss, cama flotante, solución nutritiva (Douglas), balanza analítica digital y estufa de circulación de aire caliente.

Preparación del material y siembra.

Se midieron seis litros de agua, después se le incorporó el ácido salicílico previamente pesado en cada una de sus dosis a manejar y con el agua ya preparada se dispuso a remojar quince litros de peat moss, posteriormente se llenaron las charolas de cada tratamiento. Para después realizar la siembra de cada uno de los tratamientos, (todas estas actividades se realizaron el 07 de Octubre del 2000). A los cinco días transcurridos las charolas se trasladaron a las camas flotantes con agua pura durante ocho días. Cabe mencionar que el ácido salicílico se aplicó sólo una vez (al sustrato).

Manejo de cultivo.

Estando ya establecidos los tratamientos, se efectuó un raleo, donde emergieron más de dos semillas por cavidad en las charolas, eliminando las plántulas más débiles.

Se aplicó solución nutritiva (Douglas) a las camas flotantes durante cinco días no dejando que las charolas dejaran de flotar. Después se sometieron a un estrés hídrico las plántulas durante cinco a seis días según las condiciones ambientales, nuevamente se trasladaban a las camas flotantes con agua pura durante dos días y se continuaba aplicando la solución nutritiva, antes y después de cada estrés hídrico inducido.

Plagas:

Se presentaron las siguientes: mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), falso medidor (*Trichoplusia ni*) y mosca negra, usando el insecticida Malathion como control de plagas.

Enfermedades:

Estas no se presentaron debido a que se estuvo aplicando Captan, en dosis de 1.5gr/L de agua, como preventivo.

Toma de datos de plántulas y estrés.

Se realizó un conteo de cavidades no emergidas y plántulas muertas, después de cinco días del raleo. Posteriormente se aplicaron cuatro estreses hídricos y cuatro muestreos de plántulas, durante la existencia del cultivo. Las fechas de toma de datos a continuación se mencionan.

Emergencia: Única toma de datos el 18 de Octubre del 2000

Estrés hídrico:

- Primer estrés y muestreo se llevó a cabo el 15 de Noviembre del 2000
- Segundo estrés y muestreo se hizo el 27 de Noviembre del 2000
- Tercer estrés y muestreo se efectuó el 11 de Diciembre del 2000
- Cuarto estrés y muestreo se realizó el 20 de Diciembre del 2000

En cada estrés hídrico se sometieron los tres tratamientos por el mismo tiempo y tomando cinco plántulas por repetición por tratamiento para cada muestreo.

Tratamientos y diseño experimental.

El tratamiento con el que se trabajó para la realización de la presente investigación fue el ácido salicílico (AS) a diferentes dosis, como se indica en el (cuadro No.1.). La distribución de los tratamientos fue bajo el diseño completamente al azar con tres repeticiones.

Cuadro No. 1. Tratamientos estudiados en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Great Lakes.

Tratamiento	Concentración de AS
Testigo	Agua pura
T ₁ 1x10 ⁻⁴ M = 0.0138 gr. de A.S.	0.1242 gr. de AS/Trat.
T ₂ 1x10 ⁻³ M = 0.1380 gr. de A.S.	1.242 gr. de AS/Trat.

Variables evaluadas:

El procedimiento para evaluar las diferentes variables se describe a continuación.

Emergencia:

Para poder determinar el efecto del AS en la emergencia, aplicado en el medio de emergencia haciendo un conteo de cavidades no emergidas a los diez días después de la siembra.

Peso fresco de plántulas:

Con el fin de conocer el vigor de las plántulas antes y después de un estrés hídrico. Tomando plántulas y separando la raíz de la parte foliar, pesando por separado en una balanza analíticadigital.

Peso seco de plántulas:

Con el objeto de determinar el peso seco de biomasa de raíz y parte aérea. Tomando las plántulas ya divididas, se pusieron a secar en una estufa de circulación de aire caliente a una temperatura de 60° C por un periodo de 24 horas; una vez transcurrido este tiempo se pesaron las plántulas en una balanza analítica tomando el peso seco de raíz y peso seco aéreo por separado de cada plántula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Después de haber analizado el comportamiento de las diferentes variables evaluadas se presentan los resultados obtenidos y discusión, a través del diseño experimental, para ello fue necesario realizar análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias, de los tratamientos, así como la representación de cuadros y gráfica del comportamiento de cada una de las variables evaluadas.

Emergencia:

Como se puede observar en el cuadro No. 2, el porcentaje de semillas emergidas el tratamiento uno mostró un efecto positivo, siendo este el mejor por

tener mayor cantidad de plántulas emergidas, en comparación al tratamiento dos y el testigo.

Cuadro No. 2. Efecto del AS en el porcentaje de semillas emergidas en lechuga.

Tratamiento	No. de plántulas emergidas	%
Testigo	646	63.70
T ₁ 1X10 ⁻⁴ M	934	92.11
T ₂ 1X10 ⁻³ M	756	74.55

Como se puede ver en el cuadro comparativo de porcentajes, el tratamiento uno fue el que presentó mejor respuesta a la aplicación de AS. con un 92.11% de emergencia y crecimiento de plántulas de lechuga, siguiéndole el tratamiento tres y por último el testigo.

Análisis global:

En cuanto a las variables peso fresco aéreo y raíz totales (PFART) y peso seco aéreo y raíz totales (PSART), no mostraron diferencia significativa los tratamientos dos y tres en relación del testigo que fue el que obtuvo mejores valores. Véase el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Efecto del ácido salicílico a diferentes concentraciones, sobre las variables de crecimiento. (Peso fresco aéreo, peso fresco raíz y peso seco aéreo, peso seco raíz) en plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Great Lakes.

Trats.	PFA	PFR	PFT	PSA	PSR	PST
Testigo	1.1512ab	0.3181 b	1.4692 b	0.1382 b	0.0390 b	0.1773 b
T ₁ 1x10 ⁻⁴	0.9749 a	0.2293 a	1.1163 a	0.1163ab	0.0309 a	0.1472 a
T ₂ 1x10 ⁻³	0.9942 a	0.2290 a	1.2232 a	0.1132 a	0.0321 a	0.1453 a

Valor con la misma literal es estadísticamente igual.

Valor de Duncan (P=0.05).

PFA. Peso fresco aéreo

PFR. Peso fresco raíz

PFT. Peso fresco total

PSA. Peso seco aéreo

PSR. Peso seco raíz

PST. Peso seco total

Peso fresco total (PFT) y peso seco total (PST).

Como se puede observar en el cuadro No. 3, los tratamientos uno y dos son iguales no presentando efecto entre sí, la diferencia se muestra con el testigo, ya que este presenta los mejores valores para el contenido de agua y biomasa.

Existen reportes de la aplicación de AS en sistema hidropónico con resultados favorables en melón, pepino, soya, tomate chile e incluso en pinos patula. En el Departamento de Horticultura de la UAAAN se llevaron a cabo diferentes trabajos, en donde se aplicó el AS y benzóico en la solución nutritiva. Los resultados de los mencionados experimentos fueron todos ellos positivos. Sin embargo, en el presente trabajo la aplicación del AS al sustrato de peat moss causó efectos negativos sobre la biomasa de las plántulas, no así sobre la emergencia. Es posible que alguna interacción entre la materia orgánica del sustrato y el AS sea responsable de este efecto.

Cuadro No. 4. Concentración de medias por muestreo de las variables evaluadas en el crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Great Lakes, incorporando ácido salicílico en el medio de emergencia.

Muestreo	Trat.	PFA	PFR	PFT	PSA	PSR	PST
1	Testigo	0.7714 a	0.1372 a	0.9085 a	0.0437 a	0.0091 a	0.0528 a
	AS 1×10^{-4}	0.6555 a	0.1384 a	0.7839 a	0.0107 a	0.0107 a	0.0597 a
	AS 1×10^{-3}	0.7828 a	0.1228 a	0.9055 a	0.0482 a	0.0113 a	0.0593 a
2	Testigo	0.8685 a	0.1320 a	1.0005 a	0.1084 a	0.0314 a	0.1403 a
	AS 1×10^{-4}	0.6829 a	0.0446 a	0.7276 a	0.0912 a	0.0242 a	0.1154 a
	AS 1×10^{-3}	0.7585 a	0.0886 a	0.8470 a	0.0893 a	0.0260 a	0.1153 a
3	Testigo	1.4990 b	0.4869 a	1.9859 b	0.1743 a	0.0550 a	0.2293 a
	AS 1×10^{-4}	1.3870 ab	0.3389 a	1.7259 a	0.1438 a	0.0416 a	0.1854 a
	AS 1×10^{-3}	1.2526 a	0.3470 a	1.5996 a	0.1433 a	0.0449 a	0.1883 a
4	Testigo	1.4657 a	0.5162 a	1.9820 a	0.2260 a	0.0608 a	0.2867 a
	AS 1×10^{-4}	1.1745 a	0.4050 a	1.5796 a	0.1811 a	0.0473 a	0.2284 a
	AS 1×10^{-3}	1.1830 a	0.3576 a	1.5405 a	0.1721 a	0.0461 a	0.2182 a

Valor con la misma literal es estadísticamente igual.
Valor de Duncan (P=0.05).

PFA. Peso fresco aéreo

PFR. Peso fresco raíz

PFT. Peso fresco total

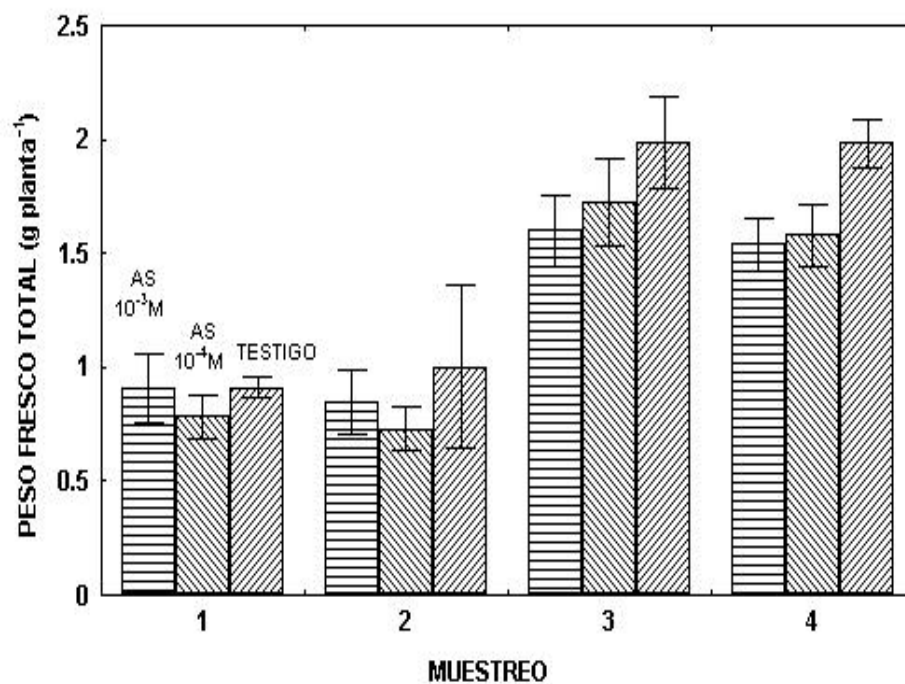
PSA. Peso seco aéreo

PSR. Peso seco raíz

PST. Peso seco total

Peso fresco total:

Como se ve en el cuadro No. 3 en el muestreo tres hay significancia en el peso fresco total del testigo. En ningún otro muestreo ni en ningún otro tratamiento se mostró alguna variante, siendo afectado negativamente por el AS, véase en la figura No.1.



Figura, No. 1. Comportamiento del peso fresco total (PFT), antes del estrés hídrico considerando los tres tratamientos.

Peso seco total (PST).

En el peso seco total, no existen diferencias significativas para muestreos ni tratamientos véase la figura No.2.

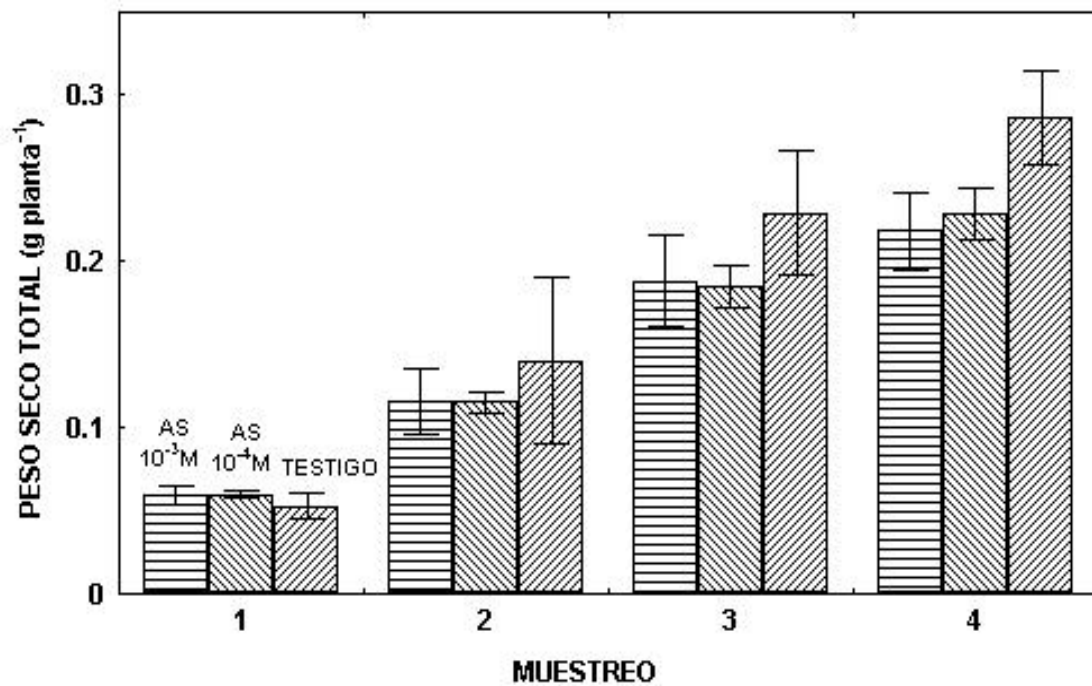


Figura No.2. Comportamiento del peso seco total (PST), después del estrés hídrico, en los tres tratamientos

CONCLUSIONES.

Basándose en los tratamientos evaluados en la aplicación de AS en el medio de emergencia y crecimiento de plántulas de lechuga, bajo las condiciones en las que se llevó acabo, se concluye lo siguiente.

- ❖ El AS a dosis de 1×10^{-4} M tiene efecto positivo para la variable emergencia, en relación del testigo que obtuvo menor porcentaje de emergencia de plántula de lechuga.
- ❖ La aplicación de AS en las dosis de 1×10^{-4} y 1×10^{-3} M en el medio de emergencia y crecimiento, tuvo efecto negativo o nulo sobre la cantidad de biomasa antes y después de un estrés hídrico en plántulas de lechuga.

BIBLIOGRAFIA.

Bojórquez M y Gutiérrez C. 2000. Efecto de la respuesta de aplicaciones sucesivas de ácido salicílico en las plantas de tomatillo. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Pag. 186.

Gutiérrez Coronado M. A. Trejo López C. Larqué Saavedra A. 1995. Estimulación de crecimiento aéreo y radical en plantas de soya, en respuesta a la aplicación de ácido salicílico. Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México.

Isordia E. Nuñez B. Ortigoza X. y Gutiérrez C. 2000. Estudio del efecto de ácido salicílico en la estimulación de raíces y parte aérea de hortalizas en hidropónia bajo invernadero. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Pag. 190.

Leñano, F. 1973. Como se Cultivan las Hortalizas de Hoja. Ed De Vecchi. pag 55.

Leran. G. A. 1975. Lechuga. Enciclopedia de la Huerta. Ed Mundo técnico. Buenos Aires. Tercera edición.

López, V. G. Valenzuela, M. A. L. y Gutiérrez C. M. A. 1999. Ácido salicílico en el melón y su efecto en su desarrollo. Memorias del VIII Congreso de Horticultura. Pag. 114.

Maroto, T. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. Tercera edición. Editorial Mundi-Prensa. España.

Martínez, E. H. M 1997. El cultivo de la Lechuga. Monografía. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

Moran, R. P. E. 1993. Detección del Estrés Hídrico del Trigo (*Triticum aestivum* L.) Por el Índice de Estrés Hídrico de la Planta. Tesis profesional de Licenciatura. U.A.A.A.N.

Ordaz, M. G. 1994. Efecto del Estrés Hídrico Sobre el rendimiento y calidad del grano de Girasol, (*Helianthus annuus* L.) Tesis profesional de Licenciatura. U.A.A.A.N.

Pérez, G. M. y Márquez S. F. 1997. Mejoramiento genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Impreso en México.

Ramírez, C. C. E. 1989. Respuesta del Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris*), a la sequía inducida. Tesis profesional de Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo. Coahuila. México.

Thompson y Kelly, 1959. Vegetable Crops. Quinta edición Mc Graw-Hill Book company. New York.

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

San Miguel C. Gutiérrez R. Larque S. Y Arísteo C. 2000. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de pino patula. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Pag. 387.

Valadez, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa, séptima reimpresión, impreso en México.

Vega, C. J. 1997. Evaluación del Acolchado Plástico y Microtúnel con riego por Goteo en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Tesis Profesional de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.