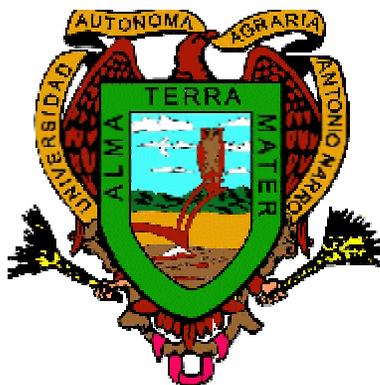


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**“Aplicación de Inductores de Tolerancia para Modificar el  
Crecimiento y la Composición Mineral de *Agave durangensis*”**

Por:

**René Rocha Martínez**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**“Aplicación de Inductores de Tolerancia para Modificar el Crecimiento y la  
Composición Mineral de *Agave durangensis*”**

**Por:**

**RENÉ ROCHA MARTÍNEZ**

**Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador**

**Como requisito parcial para obtener el titulo de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Aprobada por:**

---

**Dr. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA  
ASESOR PRINCIPAL**

---

**DRA. HORTENSIA ORTEGA ORTIZ  
ASESOR EXTERNO**

---

**M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS  
SINODAL**

---

**LIC. LAURA OLIVIA FUENTES LARA  
SINODAL**

---

**M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Junio del 2006**

## DEDICATORIAS

**A mí “ALMA TERRA MATER”:** Por haberme dado durante toda mi vida de estudiante un techo y un lugar donde vivir, siempre seré buitre de corazón. Gracias por haberme dado la oportunidad de entrar a esta grandiosa casa de estudios.

**A mí padre: Casimiro Rocha Berumen.**

A quien siempre me ha apoyado con gran sacrificio mis estudios, y gracias a eso me ha enseñado ciertos valores como el respeto, constancia, tolerancia, dedicación, honradez, sabiduría, agradecimiento, perseverancia, entre otras. Mil gracias te amo.

**A mí Ángel Guardián: Hortensia Martínez Parra.**

A ella por el simple hecho de haberme dado el grandioso derecho de nacer, su cuidado, sus grandes y muy sabios consejos. Te amo.

**A mis Hermanos:**

Cristian Noé Rocha Martínez

Gabriel Rocha Martínez

Edgar Rocha Martínez

Eduardo Rocha Martínez

A quienes siempre llevaré en mi corazón y mente, porque siempre estaremos juntos. Los quiero y amo.

**A mis Abuelos:**

Eduardo Rocha Rivas

Jesús J. Martínez (+)

Onesima Berumen (+)

Anaclea Parra

Gracias al gran apoyo y consejos muy sabios que siempre me han brindado. Los quiero mucho.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mí “ALMA TERRA MATER”:** Por haberme dado durante toda mi vida de estudiante un techo y un lugar donde vivir. Gracias por haberme dado la oportunidad de entrar a esta grandiosa casa de estudios.

**Al Doctor Adalberto Benavides Mendoza:** Por sus sabios consejos en la elaboración del trabajo y haberme dado la confianza para realizarlo. Le estoy muy agradecido.

**A la Doctora Hortensia Ortega:** Porque siempre ha estado en una gran disponibilidad para aclaraciones del trabajo.

**A la Doctora Amanda Jaramillo Santos:** Por los valiosos consejos brindados para la elaboración de este trabajo.

**A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara:** Por sus consejos en la realización de este trabajo.

**Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT):** Por el gran apoyo y confianza que me han brindado para la realización de este trabajo.

### **A mis compañeros:**

Tomas, Tony, José Manuel, Carolino, Rosa, Raúl, Yaris, Macoy, Alma, Teodulo, Ossiel, Éder, Rubén, José Juan, Cruz, José, Gabriel, Erubiel, Deysi, Magdalena, Dolores, Concepción, Omán, Jesús, José Alberto, Silvia, Notberto, Hugo, Flaviano, Cecilia, Porfirio, Modesto, Melqui.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis .....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
Requerimientos del cultivo.....	5
Clima y suelo.....	5
Precipitación .....	5
Temperatura.....	6
Fertilización.....	6
Polielectrolitos.....	7
Quitosán.....	7
Poliácido acrílico.....	8
Efecto del Quitosán en las Plantas.....	8
Complejos Interpolielectrolíticos No-estequiometricos.....	10
Ácido Salicílico.....	11
Daño Oxidativo del Ácido Salicílico.....	12
Aplicaciones del Ácido Salicílico.....	13
Ácido Benzoico.....	15
Aplicaciones del Ácido Benzoico.....	16
Macronutrientes.....	16
Nitrógeno.....	16
Fósforo.....	17
Potasio.....	17
Magnesio.....	18
Micronutrientes.....	18
Zinc.....	18
Fierro.....	19
Cobre.....	19
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	20
Localización Geográfica del Sitio Experimental.....	20
Material Biológico.....	20
Diseño Experimental.....	20

Materiales.....	20
Solución nutritiva.....	21
Invernadero.....	21
Transplante.....	22
Riegos.....	22
Aplicación de Inductores de Tolerancia.....	22
Complejo de poliácido acrílico y quitosán (PAA-Q).....	23
Ácido salicílico (AS).....	23
Ácido benzoico.....	23
Control fitosanitario.....	23
Control de malezas.....	24
Variables evaluadas.....	24
Variables morfológicas.....	24
Diámetro de corona.....	24
Cobertura foliar.....	25
Altura de planta.....	25
Variables de biomasa.....	25
Determinación de Minerales.....	25
Determinación del Fósforo por Colorimetría.....	26
Determinación de Nitrógeno por el Método Microkjeldhal.....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
Variables morfológicas.....	29
Altura de planta.....	29
Cobertura foliar.....	29
Diámetro de corona.....	30
Variables de biomasa.....	31
Peso fresco.....	31
Peso seco.....	32
Contenido de macronutrientes.....	33
Nitrógeno.....	33
Fósforo.....	33
Potasio.....	34
Calcio.....	34
Magnesio.....	34
Contenido de micronutrientes.....	35
Manganeso.....	35
Cobre.....	35
Zinc.....	36
Fierro.....	36
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición y concentración de la solución Douglas normal: Balance Na/K de 0.09.....	21
2	Calendario de aplicaciones de los funguicidas para el control de enfermedades.....	24
3	Prueba de comparación de medias en altura de planta durante los seis muestreos.....	29
4	Prueba de comparación de medias en cobertura foliar durante los seis muestreos.....	30
5	Prueba de comparación de medias en diámetro de corona durante los seis muestreos.....	31
6	Prueba de comparación de medias en peso fresco de raíz, hojas, corona y total durante los dos muestreos.....	32
7	Prueba de comparación de medias en peso seco de raíz, hojas, corona y total durante los dos muestreos.....	33
8	Acumulación de macronutrientes minerales en hoja y corona al aplicar diferentes inductores de tolerancia en <i>Agave durangensis</i> .....	35
9	Acumulación de micronutrientes minerales en hoja y corona al aplicar diferentes inductores de tolerancia en <i>Agave durangensis</i> .....	36

## RESUMEN

Se utilizó material vegetal de *Agave durangensis* al aplicar diferentes inductores de tolerancia y concentraciones. El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero uno del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se utilizaron un total de 96 plantas de agave mezcalero obtenidas a manera de semillas, de las cuales se contaba con un total de 16 plantas por tratamiento, en donde cada planta fue tomada como una repetición en un diseño experimental completamente al azar. Se aplicaba un litro de solución nutritiva Douglas normal vía riego por semana y los inductores de tolerancia vía foliar una vez cada 15 días.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: 1.- complejo poliácido acrílico-quitosán al 0.1%, 2.- ácido salicílico  $10^{-4}$  M, 3.- ácido salicílico  $10^{-6}$  M, 4.- ácido benzoico  $10^{-4}$  M, 5.- ácido benzoico  $10^{-6}$  M y 6.-testigo (solo agua). Las variables a evaluar fueron: biomasa, morfología y comportamiento mineral de hojas, raíz y corona. Para el caso de morfología se muestreó cada 15 días inmediatamente después de aplicar los inductores de tolerancia, tomando 4 plantas al azar por tratamiento al realizar el muestreo. En biomasa se hicieron dos muestreos aproximadamente a los 2 ó 3 meses de aplicar los inductores de tolerancia. Para evaluar el peso fresco y seco de las plantas se eligieron 4 plantas por muestreo; pero sólo 2 fueron tomadas para analizar el comportamiento mineral. Durante los muestreos realizados para evaluar la morfología y biomasa no se mostraron diferencias significativas estadísticamente según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Al evaluar el comportamiento mineral tampoco se mostraron efectos en hojas y corona, excepto en el contenido de Zn, esto fue al aplicar complejo poliácido acrílico-quitosán al 0.1 por ciento ya que produjo un incremento en su contenido con 7.5 ppm más respecto al testigo.

## I. INTRODUCCIÓN

En el estado de Oaxaca se estimó que para el año 2000 la producción anual de mezcal se duplicó a 4,700,000 litros. En los países en los que el mezcal tiene mayor presencia son: Estados Unidos, Francia, Alemania, Taiwán, Bélgica, Chile, Italia, Holanda, Inglaterra, Japón, Grecia y España.

En la actualidad se cuenta con una reserva del cultivo de aproximadamente 5,890 has a una densidad de 2,000 plantas/ha.

La región geográfica que comprende los siguientes estados: Durango, Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí y Zacatecas, se le denominó el origen del mezcal. Principalmente el estado de Oaxaca cuenta con municipios productores de mezcal como Sola de Vega, Miahuatlán, Yautepec, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán (Mezcal de Oaxaca, 2006).

Al llevar a cabo el proceso industrial de mezcal, permite la creación de fuentes de trabajo y por ende mejores expectativas de bienestar para las familias dedicadas a esta actividad, aproximadamente una población de 31,695 personas (COPLADE, 2005).

En 1994 se exportó mezcal por 1 millón 274 mil dólares y para el año 2000 por 79 millones 900 mil dólares, sin embargo en los años 1999-2001 tendió a encarecerse. Mientras que una tonelada de agave para el año 1994 costaba 135 pesos para el año 1999 su costo fue de 1,147 pesos.

En 1994 el precio promedio de exportación de un litro de mezcal era de 2 dólares, para 1999 era de 5, en el 2000 de 17 y actualmente está entre los 25 y 30 dólares hasta los 250 por botella (Bebidas tradicionales, 2000).

En Guerrero se produce un promedio de 15,000 litros de mezcal; es decir unos 800 garrafones cada año, lo que equivale a un 20% de la producción nacional que es de 1 millón de litros anuales. Actualmente Oaxaca exporta 16,000 litros mensuales a países como Estados Unidos, algunos países de Europa y Sudamérica (Presidencia. gob, 2000). Sin embargo, es posible determinar que es en Oaxaca donde se localiza alrededor del 50% de la producción nacional de agave (100,000 has) y mezcal (12,000,000 de lt/año), concentrándose ahí cerca del 60% del total de palenques del país. Se calcula que aproximadamente 22,680 familias dependen directa o indirectamente del cultivo de agave (FAO, 2006).

Más de un millón y medio de litros de mezcal Oaxaqueño se exportan cada año y es fácil encontrarlo en países como Taiwán, China, Singapur, Estados Unidos y Europa. El mezcal se produce en tres variedades: *Agave potatorum*, *Agave angustifolia Haw* y *Agave esperrima Jacobi* (Encabo, 2000).

Los inductores de tolerancia son compuestos de bajo peso molecular propiciando que la célula de la planta reconozca a un patógeno, pudiendo desencadenar una respuesta de hipersensibilidad, que induce a la producción de peróxido de hidrógeno, fitoalexinas y/u otros compuestos, que dan como resultado la muerte de la misma y la destrucción del patógeno. Las células situadas en el punto de infección se pueden activar sistémicamente en células y tejidos alejados, adquiriendo la planta una inmunidad fisiológica.

Landa, (2004) reporta que la aplicación de inductores de tolerancia en *Agave tequilana* tiene un efecto en la morfología, para el caso de cobertura foliar, con el poliácido acrílico se obtuvo un incremento de 42.6 cm<sup>2</sup>, en

diámetro de corona el quitosán incrementó 2.48 cm; no mostrando efectos para la biomasa.

El complejo poliácido acrílico-quitosán al 0.1% aumentó el contenido de los macroelementos minerales en hoja y corona del *Agave tequilana*. El quitosán al 0.05% con la solución Douglas normal favorecieron el contenido de micronutrientes minerales en el tejido de las hojas (Hernández, 2004).

González, (2003) encontró diferencia altamente significativa en diámetro de corona (0.2562 cm), cobertura foliar (223.75 cm<sup>2</sup>), peso seco de hoja (249.05 g), total (307.25 g) y peso fresco de hojas (230.85 g) respecto al testigo al aplicar ácido salicílico 10<sup>-4</sup> M y complejo poliácido acrílico-quitosán.

Solano, (2003) reportó diferencias significativas para la variable cobertura foliar con 1255.63 cm<sup>2</sup> respecto al testigo, esto al aplicar quitosán, sin embargo en diámetro de corona y peso seco de la planta no reportó efecto alguno en *Agave tequilana* Weber.

El agave ha tendido a encarecerse como consecuencia de su acaparamiento por parte de productores de tequila en el estado de Jalisco, en consecuencia el precio se ha disparado. Para llevar a cabo la explotación del agave es necesario reducir los impuestos, desarrollo de investigación, vinculación, transferencia de tecnología, productividad, cadenas de comercialización, aumentar los créditos, entre otros, para ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos.

Con la aplicación externa de inductores de tolerancia, se pretende implementar una tecnología muy económica para el mejor manejo de plagas y enfermedades lo cual impactará en la productividad y tiempo de cosecha de la planta.

## OBJETIVOS

- Determinar la influencia de las aplicaciones foliares de inductores de tolerancia sobre el contenido de minerales de los tejidos de agave mezcalero.
- Determinar el inductor de tolerancia más adecuado para la producción de *Agave durangensis*.
- Generar información base que permita realizar estudios posteriores en el uso de inductores de resistencia en *Agave durangensis*.

## HIPÓTESIS

La aplicación de inductores de resistencia causarán efecto sobre la biomasa, morfología y contenido de nutrientes de *Agave durangensis*.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Requerimientos del Cultivo

#### Clima y Suelo

El agave se desarrolla muy bien en suelos de origen volcánico. No requiere de una gran cantidad de humedad para su desarrollo, más aun necesita de un período seco para incrementar su concentración de azúcares (Valenzuela, 1997).

El agave se desarrolla en sitios que no se encuentran expuestos a cambios bruscos de temperatura con una media cercana a los 20 ° C. Las lluvias deben de ser aproximadamente de un metro anual; la falta de agua provoca que la planta tarde más tiempo en madurar y por el contrario el exceso reduce el contenido de azúcares. La altitud media debe ser cercana a 1,500 mm y debe de haber un cielo nublado entre 65 y 100 días al año (Acerca, 2000).

Los mejores suelos son los arcillosos, permeables, abundantes en elementos derivados del basalto y ricos en Hierro. Es importante que los suelos tengan poco calcio pues su presencia retarda la producción de azúcar. Las heladas fuertes pueden ser perjudiciales para el desarrollo de las plantas jóvenes, incluso pueden llegar a matar plantas adultas (Acerca, 2000).

#### Precipitación

El agave es un cultivo de temporal que tolera la falta de lluvias por casi 6 meses, sobreviviendo por la humedad retenida en el suelo y por su metabolismo especial. Sin embargo, síntomas de sequía se han observado en

plantaciones con precipitación pluvial anual total menor a los 600 mm en suelos poco profundos y deficientes de materia orgánica; mientras que los mejores rendimientos en peso de cabeza se reportan en lugares con más de 600 mm de precipitación anual total en suelos adecuados para el cultivo (Valenzuela, 1994).

Cuando se plantan en terrenos muy húmedos se favorece el desarrollo de la marchitez por lo que conviene evitar terrenos próximos a partes bajas donde el agua no tenga salida a lugares cercanos a bordos o corrientes de agua. El exceso de humedad favorece la pudrición de raíz causada por diversos fitopatógenos (Aceves, 2003).

### **Temperatura**

Se ha observado que el cultivo es precoz en su floración en climas cálidos (6-7 años), pero su rendimiento es limitado. Mientras que los climas templados favorecen la concentración de azúcares, el cultivo se alarga para florear de 8-9 años (Valenzuela, 1994).

La temperatura puede influir en los procesos fisiológicos: fotosíntesis y respiración que determinan en gran parte la cantidad de los azúcares que se forman en las hojas y posteriormente se transportan y almacenan en la piña (Ruiz *et al.*, 2002).

### **Fertilización**

La extracción total de nutrientes estimada que realiza la planta durante una edad de 6 años y para una población de 3,200 plantas/ha es de 284 kg de N, 108 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 614 kg de K<sub>2</sub>O, 84 kg de Mg y 780 kg de Ca. La elevada extracción de calcio implica el porque esta planta rinde bien en suelos especialmente calizos y con pH de suelo entre 7.0-8.0 (Chirinos, 2000).

Laboratorios A-L, (2000) basándose en numerosos análisis foliares efectuados en agave han establecido los rangos normales que debe presentar la planta cuando se encuentra bien nutrida y con un perfil óptimo de rendimiento. El nivel adecuado de nutrientes para un agave de 5-6 años de edad es de 1.50-3.5% de N, 0.10-0.20% de P, 1.8-3.0% de K, 3.0-4.0% de Ca, 0.50-1.0% de Mg, 0.10-0.25% de S, 50-200 ppm de Fe, 30-100 ppm de Mn, 8-20 ppm de Cu, 15-50 ppm de Zn y 20-80 ppm de B.

Con la finalidad de obtener un buen crecimiento de los agaves se efectúa la fertilización orgánica (estiércol de ganado) en los primeros 3 ó 4 años a razón de 2-3 kg/planta (Jiménez, 2000).

## **Polielectrolitos**

### **Quitosán**

El quitosán (poli-D-glucosamida) es un producto de gran interés debido a que es un material natural renovable y por lo general es desechado en grandes cantidades por la industria camaronera, 1.44 millones de toneladas en base seca (Knorr, 1991), el cual podría ser aprovechado como subproducto; además presenta características importantes desde el punto de vista de aplicación entre los que destacan la biocompatibilidad, el alto poder quelante y la biodegradabilidad. Se puede utilizar para recubrimiento de frutas y semillas protegiéndolas de plagas, empaque de alimento, purificación de agua, diálisis, recuperación de metales preciosos, películas de fotografía y muchas otras aplicaciones de interés en la agricultura, medicina, cosmetología, etc. Todas estas propiedades están determinadas por la naturaleza química del compuesto.

Los grupos amino libres del quitosán le confieren propiedades importantes como: polielectrolito lineal con alta densidad de carga (la carga interactúa fuertemente con superficies cargadas negativamente), aditivo para el

cabello y la piel, quelante de iones metálicos (Fierro, Cobre), de metales tóxicos (Cadmio, Mercurio, Plomo, Cromo y Níquel) y de radionúclidos (Plutonio, Uranio).

El quitosán en solución presenta la apariencia de ser un gel transparente que no es capaz de disolverse en solventes orgánicos tales como el dimetilsulfóxido, cloroformo, formamida o dimetilformamida. El quitosán en forma de ojuela de color café claro es fácilmente soluble en soluciones de ácido acético, ácido fórmico, ácido fosfórico, (Thomas, 1994).

El quitosán es un biopolímero catiónico capaz de inducir la producción de moléculas de defensa (quitonasas, quitinasas, glucanasas) en tejidos vegetales, por lo que es considerado como un conservador natural. No obstante, los mecanismos por los cuales el quitosán inhibe el crecimiento de hongos, se ha considerado que son debido a que deforman las células, al destruir las paredes y membranas de la misma (El Ghaouth, et al., 1991).

### **Poliácido acrílico**

El poliácido acrílico (PAA) y sus copolímeros han recibido recientemente un intenso interés porque son muy usados como agentes espesantes para látex y adhesivos, así como ingredientes activos para la formulación de productos farmacéuticos, cosméticos, recubrimientos y en químicos para la agricultura. Entre las propiedades de interés del PAA se encuentra el comportamiento especial de la viscosidad en soluciones (Dong, 1997).

### **Efecto del Quitosán en las Plantas**

El quitosán (poli-N-acetil-D-glucosamina) es un compuesto preparado comercialmente a través de la desacetilación alcalina de la quitina obtenida del exoesqueleto de crustáceos marinos. Este compuesto es soluble en ácidos

débiles y puede utilizarse como agente antifúngico o bien como inductor de respuestas de defensa en las plantas (Meyers, 1995).

Raygoza, (2001) aplicó foliarmente en plantas de lechuga preparaciones de quitosán disuelto en ácido acético. El autor encontró que el quitosán indujo respuestas positivas sobre el peso fresco de raíz y hojas de manera notable a corto (5-6 días) y largo plazo (30-40 días). En cambio, al aplicarlo en el sustrato (Otha, 1999) es probable que el quitosán actúe más como agente quelante (Rathke, 1994).

Al aplicarlo en aguacates en estado de madurez donde presentaban antracnosis y pudrición del pedúnculo las soluciones de quitosán aplicado en forma externa se obtuvo una rápida respuesta de un conjunto de genes que activan la superficie o membrana al incrementar la resistencia a enfermedades (Hadwiger, 1999).

El quitosán se usó como mejorador aplicado al suelo en invernadero para controlar la pudrición de la raíz y la corona causada por *Phytophthora capsici* en pimiento (Kim et al., 1996). El recubrimiento de quitosán en fresa y tomate reduce la severidad de *Botritis cinerea* así como retardante de la maduración (El Ghaouth et al., 1991 y 1992).

El quitosán tiene efectos antimicrobianos cuando está en contacto con el organismo debido a su acción sistémica ya que al aplicarlo sobre pedúnculos de tomates inhibió el desarrollo de *Alternaria alternata* (Reddy et al., 2000). El quitosán al 1.5 % disminuyó hasta en un 75 % el desarrollo de *Colletotrichum gloeosporioides* en el almacenamiento de papaya (Hernández et al., 2001) y fue apoyado el control también realizado con un experimento de manera *in vitro* e *in vivo* (Cabrera, 2004).

Cárdenas *et al.*, (2002) mencionan que usando las propiedades encapsulantes de quitosán, lograron encapsular los biocidas clorpirifos, imidacloprid y lamdaciahlotrina en 1-2% de ingrediente activo en microesferas; para optimizar el uso de los productos comerciales actualmente empleados y eliminar el uso de grandes cantidades de pesticidas y con ello eliminar el efecto de la disolución por lluvias y riego contaminado en papas.

En un estudio realizado por Ortega *et al.*, (2002) señalan que aplicaron estrés hídrico en plantas de cebolla y lechuga tratadas con quitosán encontrando un mayor crecimiento en lechuga y cebolla; también sometieron plantas de tomate a la presencia de patógenos como *Phytophthora capsici* y *Fusarium oxysporum*, encontrándose que las plantas de tomate tratadas con quitosán presentaron un mayor crecimiento.

### **Complejos Interpolielectrolíticos No-estequiometricos**

Los complejos interpolielectrolíticos no-estequiometricos (CPEN) son el resultado de las interacciones entre macromoléculas de cargas opuestas. Estas interacciones iónicas son de una naturaleza cooperativa distinta que es responsable de la estabilidad relativamente alta de los CPEN con respecto a su disociación en los polielectrolitos que los constituyen.

Los CPEN son compuestos macromoleculares anfifílicos, ya que contienen sitios hidrofóbicos e hidrofílicos. Los sitios constituidos por la unión de las contrapartes poliónicas son lo bastante hidrofóbicas por el apantallamiento mutuo de las cargas de los poliiiones. Los sitios hidrofílicos son las unidades del polielectrolito que no están involucrados en las interacciones iónicas entre las macromoléculas de cargas opuestas. Los complejos, CPEN, están compuestos de polianiones relativamente largos y policationes relativamente cortos (Pergushov, 1996).

Al llevar a cabo aplicaciones del complejo PAA-Q al 1% y 0.1% en tomate durante la etapa de transplante, floración y llenado de fruto se encontró una diferencia significativa en el peso seco de follaje y raíz (con 2.56 y 2.12 g), peso de fruta (0.3 g) y grados Brix (5.5 Lb/pul<sup>2</sup>) (Ramírez, 2001).

### **Ácido Salicílico**

El ácido salicílico (AS) es muy conocido gracias al extenso uso clínico de la aspirina o ácido acetilsalicílico. El nombre de ácido salicílico proviene del salís, el árbol cuyas hojas y corteza tradicionalmente se utilizaban como cura para el dolor y la fiebre, y de donde Johann Buchner en 1828 aisló la salicina. En 1874 se inicio la producción comercial de AS en Alemania, mientras el nombre comercial de aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico fue introducido en 1989 por la Bayer Company (Raskin, 1992).

El AS pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicos. En las plantas los compuestos fenólicos, relacionados con el llamado metabolismo secundario, están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. En particular diferentes estudios muestran la importancia del AS en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas.

Partiendo de la observación inicial que la aspirina aumenta la vida de anaquel de las flores cortadas, probablemente por un efecto combinado de inhibición en la biosíntesis de etileno y celulasa de tejidos (Ferrarese et al., 1996) y de acidificación del medio, se sabe que el AS presenta propiedades de retraso de la senescencia (Bourbouloux et al., 1998), inductor de floración y tuberización así como de compuesto termogénico y alelopático. Además de los anteriores resultados acerca de cómo el AS interviene modificando diferentes actividades fisiológicas y del desarrollo, existe otra vertiente del trabajo experimental acerca del papel del AS en las respuestas celulares relacionadas

con el daño oxidativo, respuesta bioquímica que parece ser un factor común en las plantas sometidas a diferentes tipos de estrés (Raskin, 1992).

El AS aplicado de forma exógena en concentraciones de  $10^{-2}$  M a  $10^{-8}$  M aumentó la biomasa de plantas de soya (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 1998), el rendimiento de trigo (López-Tejeda *et al.*, 1998) al igual que el rendimiento y la calidad de diversas hortalizas según se desprende de los resultados de diferentes trabajos experimentales del grupo de Gutiérrez Coronado adscrito al Instituto Tecnológico de Sonora.

### **Daño Oxidativo del Ácido Salicílico**

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 los radicales libres de la célula. Normalmente el nivel de EAO es alto cuando la planta se ve sometida a alguna condición de estrés biótico o abiótico. Aunque la presencia de EAO causa daño por oxidación de DNA, lípidos y proteínas, las plantas también hacen uso de las EAO en la disipación energética y como señalizadores desencadenantes de respuestas de adaptación y defensa (Inés y Van Montagu, 1995). Es probable que el AS tenga algún papel regulador sobre el balance de oxido-reducción de las células vegetales, y ello tal vez explique la capacidad del AS de inducir respuestas tan variadas: fisiológicas, morfogénicas y adaptativas de las plantas.

El AS comenzó a sobresalir como molécula señalizadora en plantas cuando se descubrió su papel como inductor de la termogénesis en plantas de la familia Araceae (Raskin, 1987). Poco después se demostró la importancia en las reacciones de defensa contra patógenos (Malamy *et al.*, 1990; Metraux *et al.*, 1990). Así mismo el AS parece relacionarse con la adaptación de plantas a los ambientes extremos, y esto pudiera convertir a este compuesto y sus derivados en herramientas para el manejo agronómico del estrés.

Sin embargo Ruffel *et al.*, (1995) encontró que más que unirse de manera específica a las catalasas, el AS se une a las enzimas que contienen hierro como las catalasas, aconitasas, lipoxidasas y peroxidasas. Así mismo otros resultados experimentales indican que el AS no siempre inhibe la actividad aunque se observe incremento en el nivel de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Raskín, 1992).

Explicaciones probables a esta discordancia son que el AS ejerce efectos más amplios que la mera inhibición de la enzima o bien las respuestas sean dependientes de la especie vegetal o de la edad de los tejidos u órganos utilizados en los estudios. Por otra parte otros investigadores han propuesto un papel directo para el AS en potenciar la producción de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por medio de la activación de una NAD (P)H oxidasa en la membrana plasmática (Kauus y Jeblick, 1995; Willekens *et al.*, 1995; Mur *et al.*, 1996; Shirasu *et al.*, 1997). Esto pudiera ser parte de la explicación de los resultados dispares entre presencia de AS y actividad de catalasa.

Al respecto Willekens *et al.*, (1997) estudió el papel de la catalasa y el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en las plantas bajo estrés. Para ello utilizaron plantas transgénicas de tabaco con un 10% de actividad de la enzima catalasa en relación con las plantas silvestres. Las plantas deficientes en catalasa no mostraron desórdenes visibles al crecer en condiciones de baja irradiancia, sin embargo, bajo alta irradiancia las hojas desarrollan lesiones necróticas. No se detectó acumulación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durante el desarrollo de la necrosis, tal vez como resultado de una compensación que elevó los niveles de ascorbato peroxidasa y glutamato peroxidasa.

### **Aplicaciones del Ácido Salicílico**

López-Delgado *et al.*, (1998) obtuvieron igualmente tolerancia en microplantas de papa desarrolladas en medio de cultivo con ácido acetilsalicílico en concentraciones de 10<sup>-6</sup> a 10<sup>-5</sup> M.

Al parecer parte del efecto protector del AS se relaciona con su capacidad para inducir la expresión de las proteínas de choque térmico de células vegetales, hecho demostrado en cultivos celulares de tomate por Cronje y Bornman (1999).

El ácido salicílico aplicado con policarboxilos (PHCA 3%) al inicio de la formación de tubérculo aumenta el número en un 14.8% (Gutiérrez, *et al.*, 2002).

Al hacer aplicaciones del ácido salicílico en el cultivo de papa a concentraciones de  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  M se obtuvo efecto en el peso fresco de la raíz (Eugenio, 2003), sin embargo en cultivo de chile serrano no se mostró efecto alguno (Rodríguez, 1996 y Salazar, 2001).

López V. G., Valenzuela, M. A. L. y Gutiérrez C. M. A., (1999) concluyeron que el AS a concentraciones de  $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$  y  $10^{-8}$  M, afecta de manera positiva el desarrollo aéreo y radical en plantas de melón y pepino bajo condiciones de campo e invernadero. Además el AS estimula un mayor número y tamaño de células de raíces tratadas (Memoria del VIII Congreso de Horticultura). Pero al aplicarse al sustrato tuvo una diferencia significativa para la germinación de semillas de lechuga a dosis de  $10^{-4}$  M y no tuvo efecto alguno en peso fresco y seco (Áviz, 2002).

Al aplicar AS  $10^{-4}$  M en el follaje y cormo en el cultivo de banano tuvieron un incremento de 1.39 cm y 14.17 cm de altura. Al estar aplicando solución Douglas más ácido salicílico vía foliar a una concentración de  $10^{-6}$  M hubo diferencia significativa en el número de tubérculos (Mundo, 2004).

## Ácido Benzoico

El ácido benzoico ( $C_6H_5CO_2H$ ) es un ácido orgánico, sólido cristalino que se funde a 122 °C, hierve a 249 °C el ácido carboxílico aromático más simple. Además de la sintonización de una variedad de compuestos orgánicos (por ejemplo, alcoholbenzil, bencilaldeol, benzaldeido, tolueno y ácido fólico). Puede ser obtenido de las resinas, notablemente de la goma de benjuí. Se utiliza principalmente para sintetizar sus sales y ésteres siendo el más importante el benzoato de sodio que se utiliza extensamente como conservador en alimentos y bebidas, como antiséptico suave en enjuagues y cremas dentales. Los ácidos carboxílicos aromáticos más importantes son el ácido benzoico y ftálico, los cuales se preparan en escala industrial por una reacción conocida, como la oxidación de alquilbencenos. El tolueno y el xileno necesarios se obtienen del petróleo por reformación catalítica de hidrocarburos alifáticos; cantidades mucho menores de éstos se aislan directamente del alquitrán de hulla. Otro precursor de ácido ftálico es el naftaleno que también se encuentra en el alquitrán de hulla (Calderón, 1997).

El ácido benzoico tiene una amplia utilidad como intermediario de síntesis en muchos procesos orgánicos y algunos de sus ésteres se emplean como plastificantes y en la industria de la perfumería (benzoato de bencilo). El benzoato de sodio y el ácido benzoico se emplean en la industria alimenticia como conservador y son los más idóneos para los productos alimenticios, los jugos de frutas y las bebidas no alcohólicas, que por su naturaleza tiene un pH ácido. 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, 1997).

## **Aplicaciones del Ácido Benzoico**

La aplicación foliar y al tubérculo, estimula el crecimiento y desarrollo de la planta, aumentando así la producción de biomasa, además de inducir la tuberización bajo condiciones de invernadero, Cabeza, (2001) y Eugenio, (2003).

Al estar aplicando solución Douglas más concentraciones de  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  M de ácido benzoico no encontraron diferencia significativa en la biomasa de la planta de papa (Rivera, 2004).

Al hacer tres aplicaciones foliares con el ácido benzoico a concentraciones de  $10^{-4}$  M se encontró diferencia significativa en la morfología de Liliium (García, 2002).

Al llevar a cabo aplicaciones del ácido benzoico en concentraciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  M no se observó diferencia significativa en aborto floral, altura, diámetro de tallo, botón, diámetro polar de la flor, vida de anaquel y longitud del botón (Cirilo, 2004).

Al hacer aplicaciones de ácido benzoico  $10^{-4}$  M en chile jalapeño (Gutiérrez, 2003) y papa (Mundo, 2004) no se mostró algún efecto sobre el crecimiento y rendimiento.

## **Macronutrientes**

### **Nitrógeno**

En el suelo hay un determinado nivel de nitrógeno utilizable, tanto para las plantas (que lo absorben en su estado de  $\text{NO}_3^-$ ) como para los microorganismos. Al incorporar nuevos compuestos orgánicos al suelo los

microorganismos actúan sobre ellos utilizando una cierta cantidad de nitrógeno. Si hay una relación C/N superior a 30 significa que hay mucho carbón y poco nitrógeno para la actividad de los microorganismos, debiendo tomar el nitrógeno del suelo para comenzar su actividad (Florencio, 1996).

Cuando se suministran iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) en la solución nutritiva algunas plantas toman el anión o catión dependiendo del pH. Si la solución nutritiva es básica tomarán  $\text{NH}_4^+$  eliminando  $\text{H}^+$  al intercambiarlo, por lo que bajará el pH al formarse el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) con el nitrógeno restante. Si el pH es ácido absorben  $\text{NO}_3^-$  eliminando  $\text{OH}^-$  al formar hidróxido de amonio (Bidwell, 1990).

### **Fósforo**

El fósforo lo podemos encontrar de forma orgánica e inorgánica en los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fitina e inositol, perteneciente a la descomposición de la materia orgánica de vegetales y animales. En forma inorgánica se encuentra en los minerales del grupo apatita y fosfatos específicos como el Calcio, Hierro y Aluminio (Florencio, 1996).

El fosfato se retiene firmemente en el complejo mineral del suelo en la misma forma que el potasio y la absorción por las plantas tal vez sea obstaculizada por un exceso de calcio (Bidwell, 1990).

### **Potasio**

El potasio mineral pasa primero liberándose en una forma llamada cambiante, es decir, deja de estar fijado a las moléculas minerales complejas y pasa a su forma catiónica  $\text{K}^+$ , constituyendo la parte catiónica de las distintas sales del suelo (Florencio, 1996).

El K es el principal responsable del transporte de azúcares que el *agave tequilana Weber* elabora en sus pencas y que son movilizados a la piña para ser almacenados (Cruz, 2002).

### **Magnesio**

El Mg absorbido por las plantas ingresa a las células para formar parte de la molécula de clorofila, pectatos de las laminillas medias de las células, síntesis de aceites vegetales y en la constitución molecular de 15 enzimas sintetizadoras de polipéptidos (Florencio, 1996).

El magnesio es decisivo en las reacciones de metabolismo energético, así como en la síntesis de los constituyentes del núcleo, cloroplastos y ribosoma. El magnesio es un activador de muchas reacciones de transferencia de fosfato, las enzimas implicadas en la síntesis de ácidos nucleicos y muchas enzimas que involucran la transferencia de dióxido de carbono (Bidwell, 1990).

## **Micronutrientes**

### **Zinc**

El Zinc es absorbido por la planta en su forma catiónica,  $Zn^{+}$ . Se absorbe como todos los microelementos en pequeñas cantidades y es común en el suelo con una concentración de 1 ppm en la solución (Florencio, 1996).

El Zinc tiene relación directamente con la síntesis del ácido indolacético (IAA) y como tal su deficiencia puede causar cambios sustanciales en forma y hábito de crecimiento de ciertas especies produciendo plantas atrofiadas de baja altura con pobre desarrollo de la dominancia apical (Bidwell, 1990).

## **Fierro**

El Fe es absorbido en forma ferrosa y férrica, aunque la primera en mayor cantidad. Interviene en varios procesos metabólicos; en la síntesis de los anillos pirrólicos (parte de la molécula de clorofila), en partes de las enzimas y sustancias metabólicas (Florencio, 1996).

La extraordinaria importancia del hierro se relaciona con dos hechos importantes: el hierro es parte del sitio catalítico de muchas enzimas de oxidoreducción y es esencial para la clorofila, aunque forme parte de la molécula (Bidwell, 1996).

## **Cobre**

El cobre realiza funciones exclusivamente catalíticas en las plantas siendo parte de varias enzimas importantes como la polifenol oxidasa y la ácido ascórbico oxidasa. Está presente en la plastocianina de los cloroplastos, un componente importante del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis y puede estar involucrado en la reducción de nítidos (Bidwell, 1990).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización Geográfica del Sitio Experimental**

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; localizada entre los paralelos 25° 22´ de latitud norte y los meridianos 101° 103´ de longitud oeste, a una altura de 1760 msnm y temperatura promedio anual de 19.8 ° C.

#### **Material Biológico**

Se utilizaron 96 plantas de *Agave duranguensis* obtenidas por germinación de semilla.

#### **Diseño experimental**

Para esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar, con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), con 6 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, para tal caso cada planta representaba una repetición. Las variables se evaluaron en el programa de System Analytic Statistical (SAS 6.12).

#### **Materiales**

Se utilizaron macetas plásticas de 20 litros llenas con peatmoss como sustrato; como fertilizante se usó una solución nutritiva de acuerdo con lo

descrito por Douglas, (1976). Así mismo se utilizaron cinco inductores de resistencia descritos más adelante.

### **Solución nutritiva**

**Cuadro No. 1.** Composición y concentración de la solución Douglas normal: balance Na/K de 0.09.

<b>Fertilizante</b>	<b>Cantidad (g/100 lts de agua)</b>
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	50
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.5
$\text{KNO}_3$	42.5
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	10
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.005
$\text{H}_3\text{BO}_3$	0.025
$\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.1
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{H}_2\text{MO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.00005
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.0250

Al aplicar la misma solución Douglas en todos los tratamientos, sólo cabe señalar que los cálculos para los fertilizantes se hicieron para 100 litros.

### **Invernadero**

El invernadero utilizado para el establecimiento del experimento es un tipo túnel con una longitud aproximada de 35 metros, 10 metros de ancho y 3.5 metros de altura, con un material de cubierta de policarbonato.

## **Transplante**

Se realizó el 8 de agosto del 2005 en macetas de 20 litros sin hacer uso de algún enraizador. Las 96 plantas se colocaron en un área total aproximada de 6 m<sup>2</sup>.

## **Riegos**

El primer riego fue el 8 de agosto del 2005 con agua corriente y se aplicó 1 litro/planta. A partir del 31 de enero del 2006 y hasta el 30 de abril del 2006 se aplicaron soluciones nutritivas vía riego e inductores de tolerancia vía foliar. Durante el período mencionado se aplicaron fertilizantes una vez por semana y de inductores de tolerancia cada 15 días. Para llevar a cabo la preparación de la solución nutritiva se utilizará un tonel de 200 lts, pero los cálculos se realizarán sólo para 100; para evitar el posible precipitado de algunos elementos por cuestiones de tiempo en almacén.

## **Aplicación de Inductores de Tolerancia**

Se hicieron 6 tratamientos en los cuales se usan 5 inductores de tolerancia que fueron aplicados mediante aspersion foliar cada 15 días, a partir del 31 de enero del 2006 y hasta el 30 de abril del 2006. Las concentraciones de uso para cada tratamiento fueron las siguientes:

T1.- Complejo poliácido acrílico-quitosán (PAA-Q) al 0.1 % (180 ml de H<sub>2</sub>O + 20 ml de complejo) /16 plantas.

T2.- Ácido salicílico 10<sup>-4</sup> M (0.01221 g/litro) /16 plantas.

T3.- Ácido salicílico 10<sup>-6</sup> M (0.00122 g/litro) /16 plantas.

T4.- Ácido benzoico 10<sup>-4</sup> M (0.0138 g/litro) /16 plantas.

T5.- Ácido benzoico 10<sup>-6</sup> M (0.00138 g/litro) /16 plantas .

T6 .- Testigo (Agua).

## **Complejo de poliácido acrílico y quitosán (PAA-Q)**

El complejo (PAA-Q) fue preparado en el CIQA con una composición de 0.3, pH 6.0 en una solución buffer de acetatos al 1 %. Para su aplicación en las plantas además se agregó  $\text{KNO}_3$  para ayudar a la formación del complejo. El espectro de infrarrojo para caracterizar el complejo (PAA-Q) muestra las señales características del polianión (PAA) a  $1400\text{ cm}^{-1}$  y en  $1550\text{ cm}^{-1}$  para los grupos carboxilato ( $-\text{COO}^-$ ) y para el polianión (quitosán) a  $2500\text{ cm}^{-1}$  y  $3000\text{ cm}^{-1}$  se observan las señales del grupo amino ( $-\text{NH}_3^+$ ).

## **Ácido salicílico (AS)**

El reactivo es marca "GOLDEN BELL" proporcionado por el Laboratorio del Departamento de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

## **Ácido benzoico**

El ácido benzoico marca "ANALYTYCA" fue proporcionado por el Laboratorio del Departamento de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

## **Control fitosanitario**

El siguiente cuadro muestra las diferentes enfermedades que pueden mostrarse durante el período de experimentación, así como su posible control.

**Cuadro No. 2.** Calendario de aplicaciones de los funguicidas para el control de enfermedades.

<b><u>Enfermedad</u></b>	<b>Control</b>	<b>Fecha de aplicación</b>	<b>Dosis</b>
<i>Alternaria sp.</i>	Óxido cuproso	15 de marzo y 15 de abril 2006	0.5 g/litro
<i>Fusarium sp.</i>	Captán	8 de febrero -30 de abril del 2006	1.5 g/litro

### **Control de malezas**

Para el control de malezas se colocó acolchado plástico de color negro bajo las macetas para evitar que estas emergieran. Las malezas que germinaron en cada maceta se eliminaron manualmente.

### **Variables evaluadas**

#### **Variables morfológicas**

Para estas variables se tomaron los datos cada 15 días a partir del 30 de enero del 2006 y hasta el 30 de abril del 2006, registrándose el diámetro de la corona, cobertura foliar y altura de la planta. El sacrificio de plantas se hizo en dos fechas: el 25 de febrero del 2006 y el 30 de abril del 2006. Se obtuvieron un total de 4 plantas por tratamiento (24 plantas en total).

#### **Diámetro de corona**

Se midió la base de la corona de cada planta con un vernier en sentido N-S y E-W registrando dicha medida en cm.

### **Cobertura foliar**

Para la variable se tomó la distancia que hay entre las puntas de las hojas más largas en sentido N-S y E-W en cada planta registrando los valores en centímetros. Para su cálculo se hizo uso de la siguiente fórmula.

$$\text{Cobertura foliar en cm}^2 = \frac{L \cdot A \cdot \pi}{4}$$

#### **Donde:**

L= distancia en dirección N-S.

A= distancia en dirección E-W.

$\pi$  = 3.1416

### **Altura de planta**

Al medir la altura se evaluó desde la base de la corona hasta encontrar la espina más alta.

### **Variables de biomasa**

El peso fresco y seco de la planta se evaluaron a partir del 25 de febrero del 2006 cuando las plantas cumplieron 202 días después del transplante eligiendo 4 plantas al azar por tratamiento, se separaron las hojas, corona y raíz, registrándose el peso en gramos de cada parte de la planta. Se colocó por partes en bolsas de papel y se secaron en estufa por 72 horas para determinar el peso seco en gramos.

### **Determinación de Minerales**

El material seco se muele, del cual se toma un gramo y se deposita en crisoles para meterlos en la mufra a 600 ° C por un tiempo aproximado de 2-3 horas, hasta que las cenizas tomen un color blanco. Después a las muestras se les deposita en vaso de precipitados para agregarle la mezcla (1:3) de ácido perclórico (25 ml) y ácido nítrico (75 ml), agregar 3 ó 4 perlas de vidrio y

colocar un vidrio de reloj. Colocar las muestras en la parrilla a una temperatura de 300° C. Posteriormente quitar las muestras cuando tomen una coloración clara, esto es en aproximadamente 4 horas. Cuando la muestra este transparente se deja reposar y enfriar.

Filtrar las muestras digeridas en papel filtro Wahtman # 42, aforar en un matraz erlenmeyer de 100 ml, y por último pasar las muestras a un envase de polietileno colocándole una identificación.

Posteriormente en el espectrofotómetro de absorción atómica se determinan los siguientes minerales: K, Ca, Mg, Cu, Zn y Fe. Hacer los cálculos con las siguientes fórmulas.

$$\text{Elemento ppm} = \frac{(C)(v)(Fd)}{w}$$

L = Lectura del instrumento.

v = Volumen de disolución.

w = Peso de la muestra.

Fd = Factor de dilución.

### **Determinación de Fósforo por colorimetría**

Preparación de las soluciones para la determinación de fósforo:

1. Solución patrón de fósforo (para curva estándar), disolver 0.4394 g de fosfato de potasio monobásico, añadir 300 ml de agua destilada y 200 ml de ácido sulfúrico 1N y aforar a un litro con agua destilada.
2. Solución de ácido sulfúrico 1 N.
3. Solución de ácido sulfúrico 10 N. Medir 280 ml de ácido concentrado y aforar a un litro con agua destilada.

4. Solución de molibdato de amonio. Disolver 2.8 g en 20 ml de agua destilada, 30 ml de ácido sulfúrico 10 N y aforar a 100 ml con agua destilada.
5. Solución de sulfito de sodio al 20% en agua, pesar 20 g de muestra y diluir a 100 ml con agua destilada.
6. Solución de bisulfito de sodio al 15%, pesar 15 g de muestra y diluir a 100 ml con agua destilada.
7. Solución del ácido aminoaftolsulfúrico (ANSA). Añadir 250 g de ANSA en 7.5 ml de bisulfito de sodio al 15% y 2.5 ml de sulfito de sodio al 20% si no se disuelve todo el ANSA, añadir 5 ml más sulfito de sodio; dejar reposar toda la noche y filtrar en papel Whatman # 41, aforar a 500 ml y guardar en frasco color ámbar

#### Procedimiento:

De la misma muestra digerida para la absorción atómica se toma 1 ml de la muestra y se coloca en un tubo de ensaye, perfectamente lavado con jabón libre de fósforo y enjuagado varias veces con agua destilada. Se le agregan 5 ml de una solución de molibdato de amonio y 2 ml de solución ANSA, se agita el tubo para mezclarse y se deja reposar por 20 minutos. Leer en el espectrofotómetro o fotocolorímetro a una longitud de onda de 640 nm en absorbancia.

### **Determinación de Nitrógeno por el Método Microkjeldhal**

Reactivos:

- 1.- Solución digestora. 1 litro de ácido sulfúrico concentrado, 25 g de sulfato de potasio, 10 g de óxido de mercurio rojo. Agregar 25 mL de una solución saturada de 100 mL con sulfato de Cobre y 10 g de mezcla selénica.
- 2.- Hidróxido de sodio al 50% con 1 g de indicador de fenoftaleina.
- 3.- Solución de ácido bórico al 2.2%.

#### 4.- Indicador mixto.

##### Procedimiento:

Obtener 50 mg de muestra seca y molida, colocándola posteriormente en un tubo agitador, se le agregan 4 mL de solución digestora; posteriormente se colocó en la campana extractora sobre una parrilla a una temperatura de 350°C por 45 minutos aproximadamente; hasta que la muestra tome un color verde limón, luego se deja enfriar y se destila, se hace reaccionar con NaOH al 50% y se recibe el destilado en 40 mL de una solución de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 2.2% con 4 gotas de indicador mixto, hasta que el volumen suba a 80 mL. Por último el destilado se titula con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0.025 N hasta que la solución vire de verde a rosa. Se utiliza un blanco haciendo el mismo procedimiento pero sin muestra. Hacer los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{(\text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 - \text{ml gastados de blanco}) \times 100 \times 0.014 \times N}{\text{Peso de muestra}}$$

N= normalidad del ácido sulfúrico.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables Morfológicas

#### Altura de planta

De acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos durante los seis muestreos realizados. En el cuadro No. 3 se presentan los resultados de altura de la planta que muestran en base a la comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) que no hay diferencia estadística.

**Cuadro No. 3.** Prueba de comparación de medias en altura de planta durante los seis muestreos.

Tratamiento	Muestreos					
	30/01/06	15/02/06	1/03/06	15/03/06	1/04/06	15/04/06
(PAA-Q)	6.04 a	7.72 a	6.54 a	10.87 a	11.75 a	10.87 a
AS 10 <sup>-4</sup> M	5.51 a	6.05 a	8.50 a	9.70 a	10.87 a	9.70 a
AS 10 <sup>-6</sup> M	6.44 a	8.57 a	8.80 a	9.77 a	10.55 a	9.77 a
AB 10 <sup>-4</sup> M	5.50 a	7.22 a	8.31 a	9.12 a	10.97 a	9.12 a
AB 10 <sup>-4</sup> M	5.10 a	6.65 a	7.63 a	9.70 a	10.52 a	9.70 a
Testigo	5.79 a	6.65 a	7.89 a	9.80 a	10.47 a	9.80 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### Cobertura foliar

De acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, durante los seis muestreos realizados. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 4 no muestra efecto alguno. Estos resultados difieren con lo mencionado por

González, (2003); Landa, (2004) y Solano, (2003) quienes encontraron diferencia significativa en *Agave tequilana* Weber al aplicar inductores de tolerancia, probablemente se deba a los periodos más extensos de experimentación, a la utilización de plantas a base de hijuelos o tal vez que es otra especie.

**Cuadro No. 4.** Prueba de comparación de medias en cobertura foliar durante los seis muestreos.

Tratamiento	Muestreos					
	30/01/06	15/02/06	1/03/06	15/03/06	1/04/06	15/04/06
<b>(PAA-Q)</b>	157.28 a	137.54 a	170.04 a	293.95 a	267.07 a	293.95 a
<b>AS 10<sup>-4</sup> M</b>	199.18 a	175.78 a	224.64 a	287.77 a	385.66 a	287.77 a
<b>AS 10<sup>-6</sup> M</b>	182.00 a	202.38 a	270.82 a	404.63 a	322.22 a	404.63 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	167.01 a	188.56 a	178.63 a	310.24 a	331.63 a	310.24 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	158.22 a	201.57 a	216.52 a	266.41 a	348.37a	266.41 a
<b>Testigo</b>	172.07 a	176.42 a	242.57 a	296.91 a	361.89 a	321.91 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### **Diámetro de corona**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, durante los 6 muestreos. La prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 5 muestra no haber diferencia estadística. Esto difiere con los resultados de González (2003) y Landa (2004) quienes encontraron diferencias significativas tal vez por que los dos manejan periodos más largos de experimentación, que la obtención de la plántula fue a base de hijuelos o es otra especie. Coincide con Solano, (2003) quien tampoco encontró efectos en *Agave tequilana* Weber al aplicar inductores de tolerancia, tal vez esto se deba a que los periodos de experimentación son muy similares.

**Cuadro No. 5.** Prueba de comparación de medias en diámetro de corona durante los seis muestreos.

Tratamiento	Muestreos					
	30/01/06	15/02/06	1/03/06	15/03/06	1/04/06	15/04/06
<b>(PAA-Q)</b>	2.31 a	2.42 a	2.49 a	2.93 a	2.93 a	3.03 a
<b>AS 10<sup>-4</sup> M</b>	2.32 a	2.71 a	2.60 a	2.96 a	2.96 a	3.17 a
<b>AS 10<sup>-6</sup> M</b>	2.22 a	2.43 a	2.48 a	3.13 a	3.13 a	3.12 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	2.26 a	2.53 a	2.76 a	3.29 a	3.24 a	3.16 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	2.37 a	2.74 a	2.75 a	3.16 a	3.16 a	2.89 a
<b>Testigo</b>	2.06 a	2.60 a	2.63 a	2.95 a	2.90 a	3.07 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### Variables de biomasa

#### **Peso fresco**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, durante los 2 muestreos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 6 no presenta efecto alguno en peso fresco de raíz, hojas, corona y peso fresco total. Esto coincide con Landa, (2004) y difiere con los resultados dados por González, (2003) ya que encontró diferencias significativas en peso fresco de raíz y hojas al aplicar inductores de tolerancia en *Agave tequilana* Weber; tal vez se deba a que la plántula se obtuvo en forma de hijuelos o a que es diferente especie.

**Cuadro No. 6.** Prueba de comparación de medias en peso fresco de raíz, hojas, corona y total durante los dos muestreos.

Tratamiento	Muestreo 25/02/06			Muestreo 31/04/06			
	Raíz	Hojas-Corona	Total	Raíz	Corona	Hojas	Total
<b>(PAA-Q)</b>	8.92 a	33.30 a	42.23 a	16.64 a	20.08 a	110.88a	147.62 a
<b>AS 10<sup>-4</sup> M</b>	13.67 a	51.38 a	65.05 a	15.69 a	13.89 a	76.21 a	105.80 a
<b>AS 10<sup>-6</sup> M</b>	8.850 a	32.75 a	41.58 a	18.03 a	21.20 a	112.58 a	152.00 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	14.27 a	53.88 a	68.15 a	19.76 a	19.32 a	96.87 a	135.97 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	15.2 a	63.25 a	78.65 a	18.19 a	15.90 a	82.92 a	117.03a
<b>Testigo</b>	15.02 a	57.93 a	72.95 a	17.16 a	18.91 a	77.77 a	112.36 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### **Peso seco**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 7 no muestra efecto alguno en peso fresco durante los dos muestreos. Coincide con los resultados obtenidos de Solano, (2003) y Landa, (2004) quienes no encontraron efecto alguno, posiblemente se deba a la similitud en tiempo de experimentación; pero difiere a lo obtenido por González, (2003) que reporta un incremento en peso seco de hoja y peso seco total; tal vez podría deberse a que es otra especie, la plántula manejada fue obtenida en forma de hijuelos y diferente periodo de experimentación.

**Cuadro No. 7.** Prueba de comparación de medias en peso seco de raíz, hojas, corona y total durante los dos muestreos.

Tratamiento	Muestreo 01/03/06				Muestreo 03/05/06			
	Raíz	Hojas	Corona	Total	Raíz	Hojas	Corona	Total
<b>(PAA-Q)</b>	1.08 a	2.51 a	0.62 a	4.09 a	2.46 a	9.08 a	1.27 a	13.21 a
<b>AS 10<sup>-4</sup> M</b>	1.87 a	5.68 a	1.17 a	9.53 a	1.94 a	8.59 a	1.42 a	12.80 a
<b>AS 10<sup>-6</sup> M</b>	1.16 a	3.56 a	0.82 a	5.92 a	2.68 a	11.09 a	1.87 a	15.89 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	1.68 a	5.77 a	1.11 a	8.90 a	2.76 a	6.20 a	1.13 a	9.99 a
<b>AB 10<sup>-4</sup> M</b>	1.83 a	5.22 a	1.39 a	8.24 a	2.05 a	4.68 a	0.95 a	7.30 a
<b>Testigo</b>	1.83 a	5.53 a	1.09 a	9.00 a	2.23 a	5.09 a	1.18 a	8.53 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### **Contenido de Macronutrientes**

#### **Nitrógeno**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 8 no muestra efecto alguno en el contenido de nitrógeno al aplicar inductores de tolerancia. Difiere con los resultados reportados por Hernández, (2004) puesto que encontró efecto en las hojas, probablemente esto varia ya que es otra especie, de periodos diferentes en experimentación o que la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

#### **Fósforo**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro No. 8) no muestra efecto alguno en el contenido de fósforo al aplicar inductores de tolerancia. Coincide con los resultados reportados por Hernández, (2004) quien tampoco encontró efecto en hojas y corona.

## **Potasio**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro No. 8) no muestra efecto alguno en potasio al aplicar inductores de tolerancia. Difiere con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que encontró efecto en hojas y corona, probablemente esto varía ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o que la plántula utilizada se obtuvo en forma de hijuelos.

## **Calcio**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) que se muestra en el Cuadro No. 8 no presenta efecto alguno en el contenido de calcio al aplicar inductores de tolerancia. Difiere con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que encontró efecto en hojas y corona, probablemente esto varía ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o que la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

## **Magnesio**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro No. 8) no muestra efecto alguno en el contenido de magnesio al aplicar inductores de tolerancia. Estos resultados difieren con los reportados por Hernández, (2004) que encontró efecto en hojas y corona, probablemente esto varía ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o porque la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

**Cuadro No. 8.** Acumulación de macronutrientes minerales en hoja y corona al aplicar diferentes inductores de tolerancia en *Agave durangensis*.

Tratamiento	N (%)	P (ppm)		K (ppm)		Ca (ppm)		Mg (ppm)	
	Hoja	Hoja	Corona	Hoja	Corona	Hoja	Corona	Hoja	Corona
(PAA-Q)	1.46a	15.85a	13.80 a	262.5a	121 a	22800a	37200 a	8500 a	11600 a
AS 10 <sup>-4</sup>	1.51a	17.15a	20.65 a	255.5a	162 a	28450a	36500 a	7900a	10300 a
AS 10 <sup>-6</sup>	1.47a	19.90a	16.04 a	268.5a	185 a	23900a	40700 a	8350a	10700 a
AB 10 <sup>-4</sup>	1.48a	12.20a	17.84 a	205.5a	204 a	21050a	44500 a	5550a	12400 a
AB 10 <sup>-6</sup>	<b>1.62a</b>	18.85a	16.40 a	250.0a	209 a	20550a	50400 a	5700a	6650 a
Testigo	1.49a	12.50a	18.20 a	264.5a	211a	24550a	38000 a	11050a	12950 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### Contenido de Micronutrientes

#### **Manganeso**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del cuadro No. 9 no muestra efecto alguno en el contenido de manganeso al aplicar inductores de tolerancia. Difiere con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que encontró efecto en hojas y corona, probablemente esto varía ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o que la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

#### **Cobre**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ), el Cuadro No. 9 no muestra efecto alguno en el contenido de cobre al aplicar inductores de tolerancia. Coincide con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que no encontró efecto en hojas y corona.

## Zinc

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ), el Cuadro No. 9 no muestra efecto alguno en el contenido de zinc al aplicar inductores de tolerancia. Coincide y difiere con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que no encontró efecto en hojas y si en corona, probablemente esto varia ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o que la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

## Fierro

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ), el Cuadro No. 9 no muestra efecto alguno en el contenido de fierro al aplicar inductores de tolerancia. Difere con los resultados reportados por Hernández, (2004) ya que encontró efecto en hojas y corona, probablemente esto varia ya que es otra especie, del periodo diferente de experimentación o que la plántula utilizada la obtuvieron en forma de hijuelos.

**Cuadro No. 9.** Acumulación de micronutrientes minerales en hoja y corona al aplicar diferentes inductores de tolerancia en *Agave durangensis*.

Tratamiento	Mn (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)	
	Hoja	Corona	Hoja	Corona	Hoja	Corona	Hoja	Corona
(PAA-Q) al 0.1%	54 a	18 a	16 a	3 a	30 a	40 ab	86.5 a	111 a
AS 10 <sup>-4</sup>	38 a	15 a	17 a	6.5 a	35 a	31 b	147 a	480 a
AS 10 <sup>-6</sup>	48 a	31 a	11 a	5 a	32.5 a	48 a	100.5a	315 a
AB 10 <sup>-4</sup>	47 a	24 a	10 a	6 a	36.5 a	34.5 ab	156.5 a	900 a
AB 10 <sup>-6</sup>	58.5 a	21 a	10 a	5 a	35 a	38 ab	106 a	206 a
Testigo	43 a	15 a	30 a	5.5 a	39.5 a	32.5 b	94.5 a	194 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## V. CONCLUSIONES

La aplicación foliar de inductores de tolerancia no produce efecto alguno en *Agave durangensis* para el contenido de Macronutrientes y Micronutrientes, excepto en el contenido de zinc en corona.

Al aplicar complejo poliácido acrílico-quitosán al 0.1% produjo un incremento en el contenido de zinc en corona con 17 ppm más comparado con el testigo.

La utilización de inductores de tolerancia aplicados vía foliar no producen efecto alguno en la biomasa o morfología del *Agave durangensis*.

Se deben utilizar diferentes inductores de tolerancia y concentraciones para tratar de obtener una mejor respuesta en biomasa, morfología y contenido mineral.

## VI. LITERATURA CITADA

**Aceves R. 2003.** Prevención y manejo integral de la marchitez de agave tequilana weber var. Azul. en Jalisco. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro Campo Experimental Altos de Jalisco. Editorial conexión gráfica S. A. de C. V. <http://intanet.inifap.gob.mx/cgi-bin/paginawebleansinfoteca.cgi?nomeir2=PACIFICO%20CENTRO>

**Acerca.** Claridades agropecuarias. Revista num. 88. noviembre del 2000. <http://infoacerca.gob.mx/claridades/revista/088.pdf>

**Bebidas tradicionales de México.** [/www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/ramales-mezcal-a.htm](http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/ramales-mezcal-a.htm)

**Bidwell. 1990.** Fisiología vegetal. 1<sup>era</sup> ed. pp: 273-292.

**Berumen Barbosa M. E.** Cadena productiva Maguey-México. Su incidencia en la deforestación y erosión en el estado de Oaxaca. <http://eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2005/mebb-maguey.htm>

**Bourbouloux, A. P. Raymond, and S. Delrot.** 1998. Effects of Salicylic Acid on Sugar and Aminoacid uptake. J. Exp. Bot. 49: 239-247.

**Cabeza B. L. 2001.** Evaluación de ácido salicílico y benzoico en el cultivo de papa. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Calderón Saenz F. 1997.** Todo sobre quelatos.  
[www.drcalderónlabs.com/publicaciones/cartillaquelatos.pdf](http://www.drcalderónlabs.com/publicaciones/cartillaquelatos.pdf)

**Chen, W. G. Chao and K. B. Singh. 1996.** The promoter of a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-inducible, Arabidopsis Glutathione S-transferase Gene Contains Closely Linked OBF and OBP1-binding Sites. *Plant J.* 10: 995-966.

**Chen Z. H. Silva, and R. F. Klessi. 1993.** Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. *Science.* 262: 1883-1886.

**Chirinos U. H. 2000.** Fertilización de *Agave tequilana* Weber.  
<http://allabs.com.mx/doc /2-13-html>

**Cirilo Marcos L. 2004.** Aplicación de ácido cítrico y ácido benzoico vía riego al cultivo de *Lilium* cv. Dreamland. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Cronjé M. J. And L. Bornman. 1999.** Salicylic acid influence Hsp70-Hsc70 expresión in *Lycopersicon esculentum*, Dose and time-dependent induction or potentiation, *Biochem. Biophys Res. Commun.* 465: 422-427.

**Dat J. F., López- Delgado, C. H. Foyer, and I. M. Scott. 1998.** Parallel changes in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedling. *Plant physiol.* 116: 1351-1357.

**Dong J. Y, Ozaki and Nakashima. 1997.** 30: 1111-1117.

**Draper, J. 1997.** Salicylate, superoxide synthesis and cell suicide in plant defense. *Trends plant sci.* 2: 162-165.

**Dubery I. A., L. G. Teodorczuck A. E. Louw. 2000.** Early responses in methyl jasmonate-preconditioned cells toward pathogen-derive elicitor. Mol cell biolres comun. 3: 105-110.

El consumo de leña en la producción de mezcal, en el caso de Matatlán, Oaxaca. Departamento de Montes. Deposito de documento de la FAO. [http://fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=DOCREAP/006/AD0960S/AD096S03.htm](http://fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=DOCREAP/006/AD0960S/AD096S03.htm)

**Encabo J.** Mezcal: bebida de dioses. <http://afuegolento.com/noticias/39firmas/encabo/1610#arriba>

**Eugenio Mora, F. J. 2003.** Evaluación de los Ácidos salicílico y Benzoico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Ferrarese M., P. Moretto, L. Trainoti, N. Rascio and G. Casadoro. 1996.** Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid. J. Exp. Bot. 47 :251-257.

**Florencio R. S. 1996.** Fertilizantes nutrición vegetal. Ed. Calipso.

**García Magallón E. 2002.** Aplicación de ácido benzoico en forma foliar al cultivo de Liliun cv. Dreamland. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**González Preciado J. N. 2003.** Efecto de la fertilización de Na/K con aplicaciones de inductores de resistencia sobre la productividad de carbohidratos y el crecimiento de *Agave tequilana weber*, Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Gutiérrez – Coronado M. A., Trejo – López and A. Larqué- Saavedra. 1998.** Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant physiol. Biochem.* 36: 563-565.

**Gutiérrez Copalcua J. 2003.** Ácido benzoico y glutamato monosódico sobre el crecimiento y rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annum* var. *Acuminatum*). Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila México.

**Hadwiger L. A. 1999.** Host-parasite interactions: elicitation of defense responses in plants with chitosan. *Dep. Of plant pathology, Washington State University. USA.* 87: 185-200.

**Hennig et al. 1993.** Interconversión of salicylic acid signal and its glucoside in tobacco plant *J. 4:* 593-600.

**Hernández C. S. 2004.** Producción y acumulación de minerales en *Agave tequilana Weber* al aplicar inductores de resistencia y distintos balances de Na/K. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

<http://www.suracapulco.com.mx/anterior/2005abril/18/economia.htm>

**Inze D. And M. Van Montagu. 1995.** Oxidative stresses in plants. *Curr. Op. Biotech.* 6: 153-158.

**Jiménez R. F. 2000.** Cultivo de maguey en los valles centrales de Oaxaca. SAGAR. Alianza para el campo. SEDAF, PEAT 2000. Coordinación regional Ocotlán, Ejutla, Miahutlan.

**Kauss H. And W Jeblick. 1995.** Pre-treatment of parsley suspension cultures with salicylic acid enhances spontaneous and elicited production of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Plant microbe interact.*

**Knorr D. 1984.** Use of chitinous polymers in food. Food Technol. 38 (1) 85.

**Kim K. D. Nemeć JR. Stanley., Musson G. 1999.** Control of phytophthora root and crown rot of bell pepper with composts and soil amendments in the greenhouse. Department of agricultural. Horticultural Research. L. USA.

Laboratorios A-L de México S. A. De C. V. 2000. Guadalajara, Jalisco, México. <http://www.al-labs.com.mx>

**Landa C. R. 2004.** Fertilización Na/K e inductores de resistencia en agave tequilana Weber. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Las buenas noticias también son noticias. Desarrollo artesanal en el IPN. <http://presidencia.gob.mx/buenasnoticias/index.php?contenido=16104>

**Lawton K., K Weymann, L. Friedirich, B. Vernooij, S. Uknes and J. Ryals. 1995.** Systemic acquired resistance in Arabidopsis requires salicylic acid but not ethylene. Mol. Plant microbe interact.

**Lee S, Choi H.Sush S. Doo Is, Oh Ky, Choi Ej, Schroeder Taylor AT, Low PS. 1999.** Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing the evolution of reactive oxygen species from guard cells of tomato and commelina communis. Plant physiol. Department of life science, Pohang university of science and technology, Korea. 121(1): 147.152.

**Leszek S. J. 2003.** Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. Mundi-prensa. México, D.F.

**López-Delgado, H. J. Dat, C. Foyer and I. Scott. 1998.** Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicyl acid and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. J. Exp. Bot. 49: 713-720.

**López Tejeda R., V. Camacho Rodríguez y M. A. Gutierrez Coronado. 1998.** Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento agronómico de tres variedades de trigo. Terra. 16:43-48.

**Malamy J., J. P. Carr, D. F. Klessing, and I. Raskin. 1990.** Salicylic acid: a endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science. 250: 1002-1004.

**Manrique L. A., J. R. Kiniri, Hodges D.S. Anexs. 1991.** Dry matter production and radiation interception of potato. Science. 250: 1004-1006.

Memoria del VIII Congreso de Horticultura. pag. 114.

**Metraux J. P., H. Singer, J. Ryals, E. Wards, M. Wyss-Benz, J. Gaudin, K. Raschodorf, E. Schmid, W. Blum, B. Inverardi. 1990.** Increase in the salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. Science. 250:1004-1006.

**Meyers S. P. and No H. K. 1995.** Preparation and characterization of chitin and chitosan a review J. Aquatic food product tech. 4: 27-52.

Mezcal de Oaxaca. Información Comercial.  
[http://oaxaca.gob.mx/mezcal/spanish/inf\\_hm#produc](http://oaxaca.gob.mx/mezcal/spanish/inf_hm#produc)

**Mundo C. S. 2004.** Efecto de la aplicación de ácidos salicílico y benzoico en la producción de papa. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Mur L. A. J, G. Naylor, S. A. J. Warner, J. M. Sugars, R. F. White, J. Draper. 1996.** Salicylic acid potentiates defense gene expression in leaf tissue exhibiting acquired to pathogen attack. *Plant J.* 9: 559-571.

**Murphy A. M., S. Chivasa, D. P. Singh and J. P. Carr. 1999.** Salicylic acid induced resistance to viruses and other pathogens: a parting of the ways *Trends plant sci.* 4: 155-160.

**Muzzarelli R. A. A. 1976.** Chitin. Edited university of Ancona Italy. Pag. 87.

**Orozco-Cárdenas M, Ryan C. A. 1999.** Hydrogen peroxide is generated systemically in plant leaves by wounding and systemin via the octadenoic pathway. *proc. natl. acad. sci. Usa.* 96: 6553-6557.

**Otha K. A. Taniguchi, N. Konichi, T. Hosoki. 1999.** Chitosan treatment affects plant growth and flower quality and *Eustoma grandiflorum*. *Hort sci.* 34: 233-234.

**Pergushov D. V., V. A. Izumrudov, A. B. Zezin and V. A. Kabanov. 1996.** Complejos polielectrolitos como aglomerantes inteligentes con estabilidad controlada en soluciones salinas acuosas.

**Raskin I. 1992.** Role of salicylic acid in plants. *annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.*

**Rathke T.D. and S. M. Hudson. 1994.** Review of chitin and chitosan as fiber and film formers. *J. Macromol. sci c*34(3): 375-437.

**Rivera Fajardo C. 2004.** Evaluación del efecto de los ácidos salicílico y benzoico sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum*

*tuberosum*) var. Gigant. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Ruffer M., Steipe and M. H. Zank. 1995.** Evidence against specific binding of salicylic acid to plant catalase. FEBS Lett. 377: 175-180.

**Ruiz J. A. Et al. 2002.** Regiones térmicas óptimas y marginales tequilana en el estado de Jalisco. INIFAP. CIRPAC. Guadalajara, Jalisco. Disponible en world wide web [http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/ene-feb/art\\$.pdf](http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/ene-feb/art$.pdf)

**Saito H. And R. Tabeta. 1987.** Resolution solid-state CNMR study of chitosan and its salts with acids: conformational characterization of polymorphs and helical structures as viewed from the conformation dependent chemical shifts. Macromolecules. 43: 18-23.

**Salvador L., S. P. Miranda., N. Aragón y V. Lara. 1999.** Recubrimiento de quitosán en aguacate. Rev. Soc. Quim. Mex. 43: 18-23.

**Shirasu K., H. Nakajima, V. K. Ragasekhar, R. A. Dixon, and C. Lamb. 1997.** Salicylic acid potentiates an against-dependent gain control that amplifies pathogen signals in the activation of defense mechanism. Plant cell.

**Solano González L. A. 2003.** Efecto de fertilización Na/K sobre el crecimiento y productividad de carbohidratos de Agave tequilana Weber con aplicación de inductores de resistencia. Tesis de Lic. de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Thomas D. Rathke and Samuel M. Hudson. 1994.** Review of chitin and chitosan as fiber and film formers. Rev.macromol chem. Phys. C34(3): 375.

**Valenzuela Z. A. G.** 1997. El agave tequilero, su cultivo e industria. 2<sup>nda</sup> Ed. ed Monsanto Litters. Editores tequila buen amigo. Disponible en world.wide web:<http://www.buen-amigo.com/quienessomos.asp>

**Willekens H., D. Inzé, M. Van Montagu and W. Van Camp.** 1995. Catalases in plants. Mol. Breeding. 1: 207-228.