



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



**Efecto del ácido salicílico sobre el desarrollo de la planta de dos cultivares de albahaca
(*Ocimum basilicum* L.)**

Tesista: Andy Gabriel Palma Tambo

Tutora: Prof^a Carmen Basso

Maracay, noviembre 2015



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



**Efecto del ácido salicílico sobre el desarrollo de la planta de dos cultivares de albahaca
(*Ocimum basilicum* L.)**

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo
Mención Fitotecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela

Tesista: Andy Gabriel Palma Tambo

Tutora: Prof^a Carmen Basso

Maracay, noviembre 2015

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR EL JURADO

Nosotros, los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del Trabajo de Grado “**EFFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE DOS CULTIVARES DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.)**”, cuyo autor es el bachiller **ANDY GABRIEL PALMA TAMBO**, portador de la cedula de identidad 19.863.451, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de originalidad y es satisfactorio en alcance y calidad de Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención Fitotecnia.

Prof^a. Carmen Basso

C.I.V-3.934.787

Tutora - Coordinadora

Prof^a. Dayana Pérez

C.I.V- 12.926.831

Jurado Principal

Prof. Humberto Moratinos

C.I.V- 7.282.231

Jurado Principal

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, quien entrego su vida por la salvación de nuestros pueblos, quien perdona nuestros errores y nos ayuda a enmendarlo, quien nos demuestra que no estamos solos si a través de su amor nos hace mirar lo importantes que somos y nos motiva a seguir adelante.

A **mis padres**, *Lisbeth Tambo* y *Juan Palma* a ellos que sin importar lo diferentes que seamos hacen lo que sea y cuando sea por defenderme, apoyarme y comprenderme, su amor infinito me es transmitido siempre con su paciencia, humildad y respeto, gracias a ellos estoy aquí cumpliendo una de las mas anheladas metas ser profesional egresado a la más importante casa de estudios de mi País.

Al resto de mis familiares, por inculcarme valores y principios, por apoyarme en mis momentos más críticos, mis abuelas presentes o ausentes por su amor incondicional, mis tías por ser generosas conmigo y promover mi educación, mis tíos a quienes respeto por consolidar siempre una familia de bien, agradecido a mis primos y primas por hacerme sonreír cada vez que nos unimos para compartir.

A **mi Tutora**, a quien le estaré eternamente agradecido por ser mi maestra, mi guía una mujer excepcional un gran ejemplo a seguir por su dedicación con amor al trabajo, a la investigación y a la docencia, agradezco su paciencia y comprensión, usted Prof^a. *Carmen Basso* especialista en frutales y especias, es un pilar fundamental para la formación de profesional que impulsen este País.

A **mi Jurado**, especialmente a la Profa. *Dayana Pérez* quien desde que la conozco me abrió su corazón y me dejo entrar en él, mi admiración y respeto hacía usted nació desde aquella primera clase que vi de Morfoanatomía Vegetal la cual nunca olvidaré, porque desde ese instante supe que la amistad que crecería entre ambos sería especial, gracias por ser mi amiga, mi confidente, mi guía, mi madre profesional, pero sobre todo mi Profesora aquella que sin importar donde estuviese creyó en mí y siempre me apoyo para seguir creciendo como un buen ciudadano, agradecido con DIOS por haberme permitido conocerte, esperando seguir brindándote grandes alegrías. GRACIAS nunca olvidare lo que has hecho por mí. TE AMO.

A mis amigos Emergentes, aquellos que ni se imaginaron algún día llegar a ser tantos, estar tan unidos y formar una gran familia, esa que a pesar de las difíciles circunstancias estará siempre unida para crear cosas maravillosas y, demostrar lo valiosos que son cada uno de ustedes, gracias por quererme a pesar de mis desaciertos, por corregirme en mis equivocaciones, por madurar junto a mí, por confiar en mis ideas sumadas a las de ustedes. Hoy agradezco sus gestos, cuando les necesite y estuvieron allí espero nunca olviden que nacieron para crecer con responsabilidad, disciplina y honestidad. De forma muy especial a quienes colaboraron de alguna u otra forma con mi trabajo de grado; *Paola Loreto, Osmel Barrios, Daniela Quintero, Ciro Hernández, Michael Ferreira, Ricardo Mora y José Silva*. Al resto no les nombro personalmente pero están incluidos en mis palabras previas.

A mis amigos Somos Ucevistas, a todo el equipo por apoyarme y confiar en mí, al entender que lo imposible es posible si trabajamos fuerte por lo que deseamos, gracias *Daniel Izaguirre, Jorvik Bautista* por creer en mí.

A mis ángeles guardianes, esas personas que sin mirar a los lados no han dudado ni un segundo brindarme su apoyo incondicional, en todo momento, gracias: *Pbro. Castor Palma, Tía Neida Palma, Primas Yno Palma (michichi) & Neri Palma, Hno. José Lovera*.

A mis amigas de siempre, quienes me brindaron su apoyo antes, durante y después de haber realizado mi trabajo de grado; *Yeily Key*, y mis negras *Ing. Carmen Ruiz e Ing. Gloria Rojas*, gracias por ser tan especiales y maravillosas conmigo.

A todos aquellos, que me han brindado su ayuda de alguna u otra forma inclusive mis queridos y respetados Profesores, los técnicos, el pana *Francisco Herrera* y el personal administrativo de la Universidad. Un agradecimiento a la *Dra. María Suleima González* por todo su apoyo. **GRACIAS.**

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todos los jóvenes Venezolanos, que han salido a las calles a luchar por un País más justo, lleno de oportunidades y de progreso, aquellos miles que pierden la vida diariamente en manos de la violencia y la intolerancia en la que vivimos, a ellos mi trabajo de grado, su lucha y su esfuerzo van de la mano con la esperanza de ver un País lleno de seguridad, soberanía y libertad.

19/noviembre2015

RESUMEN

La albahaca, *Ocimum basilicum* L., es una de las hierbas aromáticas de mayor uso, tanto es estado fresco como seco, en diferentes regiones del mundo. El desarrollo de este cultivo se ve limitado por diversos factores tanto bióticos como abióticos, los cuales afectan el desarrollo adecuado. Por otro lado, el ácido salicílico es un fitorregulador de crecimiento endógeno, que además de mejorar el desarrollo, es considerado un agente causal en la activación de mecanismos para la defensa de las plantas contra los ataques de plagas y enfermedades. En este sentido, se realizó un estudio para conocer el efecto del ácido salicílico sobre el desarrollo de la planta de dos cultivares de albahaca, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo de tratamientos factorial 3x2x2 y tres repeticiones. Los factores y niveles evaluados fueron: 1) concentraciones de ácido salicílico: 0; 0,5 y 1,0 mM; 2) cultivares: 'Nufar' y 'Mammoth' y 3) formas de aplicación: foliar y foliar + remojo de las raíces antes del trasplante. Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 plantas para un total de 216 plantas. Las variables evaluadas fueron altura de planta, porcentaje de floración, rendimiento en peso fresco, rendimiento relativo de hojas deshidratadas, peso seco de hojas, tallos e inflorescencias, tamaño de la hoja, contenido de clorofila y estado fitosanitario. Los resultados indicaron que la dosis y forma de aplicación afectaron la altura de la planta, el peso seco de las hojas, tallos y parte aérea y disminuyó la severidad de los ataques de plagas y enfermedades. Con relación a los cultivares, se detectaron diferencias significativas en la mayoría de las variables, siendo 'Nufar' el cultivar que presentó mayor altura, rendimiento relativo y peso seco de hojas y fue más tardío en la aparición de flores; por otra parte, 'Mammoth' desarrolló hojas más grandes.

Palabras clave: Ácido salicílico, forma de aplicación, cultivares, desarrollo, albahaca.

TABLA DE CONTENIDO

Índice de Cuadros y figuras.....	VIII
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Antecedentes.....	3
- Generalidades del cultivo.....	3
- El ácido salicílico, y su importancia en la producción vegetal.....	5
Materiales y Métodos.....	8
Resultados y discusión.....	11
Conclusiones.....	24
Referencias bibliográficas.....	26
Anexos.....	25

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Comportamiento de la altura en el crecimiento de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación.....	11
Figura 1. Comportamiento de la altura en el crecimiento de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS) y dos formas distintas de aplicación.....	12
Cuadro 2. Interacción en la altura de las plantas de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación.....	13

Cuadro 3. Efecto de tres dosis y formas de aplicación del ácido salicílico (AS) sobre el rendimiento (g.planta ⁻¹) y rendimiento relativo para consumo % de dos cultivares de albahaca.....	14
Cuadro 4. Incipiente aparición de la inflorescencia para dos cultivares de <i>Ocimum basilicum</i> L. bajo la aplicación de distintas dosis y formas de aplicación de ácido salicílico.....	15
Cuadro 5. Efecto de las distintas formas y dosis aplicadas, de ácido salicílico (AS) en dos cultivares de albahaca sobre el peso seco de hojas, flores, tallos y parte aérea.....	16
Cuadro 6. Interacción en el peso seco de hojas, tallos y parte aérea de las plantas de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación.....	17
Cuadro 7. Efecto de las distintas formas y dosis aplicadas, de ácido salicílico (AS) en dos cultivares de albahaca sobre el peso seco de las inflorescencias.....	18
Cuadro 8. Determinación del tamaño de la hoja y el contenido de clorofila en %, para dos cultivares de albahaca con aplicaciones de distintas dosis y formas de aplicación del ácido salicílico.....	18
Cuadro 9. Severidad de plagas y enfermedades sobre dos cultivares de <i>Ocimum basilicum</i> L, bajo distintas dosis y dos formas de aplicación de ácido salicílico.....	19
Cuadro 10. Efecto de la interacción dosis x forma de aplicación de ácido salicílico, sobre sobre la severidad de plagas y enfermedades en dos cultivares de <i>Ocimum basilicum</i> L.....	21
Cuadro 11. Patógenos causantes de daños diversos en <i>Ocimum basilicum</i> L. para los cultivares 'Mammoth' y 'Nufar',.....	22

INTRODUCCIÓN

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una especie originaria de Asia Meridional y pertenece a la familia de las Lamiaceae, reportándose unas 50 a 60 variedades (Sam *et al.*, 2002). Tiene gran importancia económica en el mundo no solo por su aroma sino por ser una planta cuyo aceite se utiliza en alimentos, perfumería e industria médica (Reyes-Pérez *et al.*, 2013). En los mercados internacionales, especialmente en los europeos, se suele observar una mayor demanda en su consumo debido a los diferentes tipos que en esa región se consumen; además es de gran aprecio debido a sus propiedades medicinales (Koba *et al.*, 2009). Muy poco se conoce sobre una producción de esa hierba aromática en Venezuela, aun cuando se puede observar en los mercados, como una de las especies más solicitadas por los consumidores.

La albahaca se cultiva en climas con una temperatura entre 7 y 27 °C, pH del suelo desde 4,3 hasta 8,2 y se desarrolla mejor en días largos, a pleno sol. Es una hierba anual que se puede sembrar directamente o trasplantar al campo (Kintzios y Makri, 2007) pero su desarrollo bajo cultivo se ve limitado por diversos factores bióticos y abióticos que afectan el logro de buenos rendimientos y un producto de buena calidad; tales limitaciones podrían ser solventadas haciendo uso de técnicas de manejo adecuado, incluyendo la aplicación de compuestos que le permitan a la planta tolerar diversos estreses.

Uno de ellos es el ácido salicílico, también llamado ácido 2-hidroxibenzoico, el cual es un regulador de crecimiento endógeno, de naturaleza fenólica, que participa en la regulación de numerosos procesos fisiológicos en las plantas (El-Khallal *et al.*, 2009). En las últimas décadas, este compuesto ha sido ampliamente estudiado debido a su participación en los mecanismos de defensa de las plantas debido a su capacidad para inducir la resistencia sistémica adquirida (RSA) frente a diferentes patógenos, sirviendo como una señal en la inducción de estos genes (Sakhanokho y Kelley, 2009); además, favorece el crecimiento vegetal y está involucrado en diversos procesos, tales como la termogénesis, inducción de la floración, crecimiento de las raíces y absorción de nutrimentos (Hayat *et al.*, 2007).

Por lo antes expuesto, en este trabajo se estudiará el efecto del salicílico sobre el desarrollo de plantas de dos genotipos de albahaca creciendo en condiciones de campo, evaluando dosis y formas diferentes de aplicación.

OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la dosis y forma de aplicación del ácido salicílico sobre el desarrollo de la planta en los cultivares de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) 'Nufar' y 'Mammoth', cultivadas a campo abierto.

Específicos

- Evaluar el efecto de la dosis y forma de aplicación del ácido salicílico sobre el crecimiento y rendimiento en dos cultivares de albahaca.
- Determinar el efecto del ácido salicílico sobre la acumulación de materia seca, contenido de clorofila y tamaño promedio de hojas en dos cultivares de albahaca.
- Evaluar el efecto del ácido salicílico sobre el estado fitosanitario de las plantas en dos genotipos de albahaca.

ANTECEDENTES

Generalidades del cultivo de la albahaca.

La albahaca pertenece al género *Ocimum* de la familia Lamiaceae, también llamadas labiadas; este género está representado por más de 150 especies y tiene una amplia distribución geográfica en todas las regiones de clima tropical y subtropical (Sánchez *et al.*, 2000). La especie más común es *Ocimum basilicum* L., derivando este nombre de la palabra griega okimon, oloroso, en alusión a la fragancia de sus hojas y de la palabra basilikón, real o regio, expresando su carácter de principal. Esta especie se produce en altitudes de 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar; es de clima templado y cálido, no resiste las heladas, ni temperaturas inferiores a -2°C (Muñoz, 2002).

Según Briseño *et al.* (2013), en el mundo la albahaca presenta distintos nombres según la lengua en la que se comuniquen; en el castellano se le dice basilisco o albahaca, en catalán alfábrega, en alemán es bergminze y en inglés se conoce como basil. Existen muchos tipos de *Ocimum basilicum* pero entre los más conocidos se tienen:

- Albahaca común: tiene sabor a clavo un poco picante y algo de regaliz y menta; es la más usada en todo occidente.
- Albahaca anís: sabe a anís y es un poco amarga; se usa en el Sudeste Asiático.
- Albahaca africana: sabe a pimienta y regaliz y se usa con verduras, platos de arroz y guisos.
- Albahaca canela: su sabor es dulce; se usa con las alubias.
- Albahaca cítrica: con sabor a limón y se usa en ensaladas y pescados.
- Albahaca crespita: tiene sabor igual que la común y como tiene las hojas grandes, se usa para envolver comida en ellas.
- Albahaca de hoja pequeña: huelen mucho a pimienta; va muy bien con cereales y con el arroz.

- Albahaca de Tailandia: sabe a anís y a pimienta; es parecida a la albahaca anís.
- Albahaca violeta: deja un color rosado en la comida; es ideal para salsas de cremas y en ensaladas verdes.

La planta de albahaca presenta un crecimiento indeterminado, permaneciendo el meristemo terminal vegetativo durante todo el ciclo de desarrollo. Después del comienzo de la floración, el crecimiento vegetativo (hojas, ramas y tallos) y reproductivo (flores y frutos) tienen lugar al mismo tiempo y la planta no entra en receso. Sin embargo, Echeverry *et al.* (1990) señalaron que el tipo de propagación influye en la duración del periodo vegetativo de la planta y el comportamiento en altura; ellos encontraron que las plantas propagadas por estacas iniciaron con mayor altura pero fueron superadas alrededor de los 130 días por plantas provenientes de semillas.

Según Simon *et al.* (1999), el aceite esencial de albahaca ha demostrado tener constituyentes biológicamente activos que actúan como insecticidas, nematocidas, fungistáticos y antimicrobianos; asimismo, es utilizado como saborizante en alimentos, como ingrediente activo en productos dentales y orales, en fragancias y en medicinas. En este sentido es fundamental señalar que la calidad del aceite esencial de la albahaca está en función de su composición, la cual está enormemente influenciada tanto por la condición agroclimática como por el manejo de la nutrición. Este aceite está compuesto de linalol, metil chavicol, estragol y alcanfor en mayores porcentajes y eugenol y geraniol en porcentajes menores (Anwar *et al.*, 2005).

Se ha señalado que la albahaca es una especie sensible a diversos factores, tales como altas y bajas temperaturas, estrés hídrico, salinidad y a diferentes insectos-plaga y enfermedades que afectan su rendimiento y calidad del producto final (Putievsky y Galambosi, 1999).

La albahaca puede resistir temperaturas entre 24-30°C durante el día y 16-20°C durante la noche, las cuales combinadas con una longitud del día de 16 horas, inducen una alta tasa de desarrollo. Temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día (Briseño *et al.*, 2013).

En lo que respecta a las fases del cultivo, Barroso y Jerez (2002) trabajando en Cuba, observaron diferencias en la duración del ciclo, según la fecha de siembra, con un acortamiento para la siembra de abril, la cual coincide con el período lluvioso y donde las temperaturas son más elevadas que el período seco.

El ácido salicílico, y su importancia en la producción vegetal.

Los efectos del ácido salicílico han estado considerablemente bien documentados en investigaciones en su mayoría foráneas, con algunas experiencias en albahaca. En nuestro país Venezuela, muy poca es la información que se maneja sobre la importancia de este regulador para el desarrollo de las plantas, no existiendo información para el caso de la albahaca.

En las plantas se reconocen cinco tipos de hormonas de crecimiento (auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno), pero también existen otras sustancias que pueden clasificarse como fitohormonas; estas son brasinoesteroides, ácido salicílico, jasmonato y óxido nítrico (McSteen y Zhao, 2008). Según Umebese *et al.* (2009), el ácido salicílico (AS) protege la actividad de la nitrato-reductasa y mantiene el contenido de proteína y nitrógeno; además, incrementa la clorofila, la tasa fotosintética y la actividad de la rubisco en plantas de trigo sometidas a déficit hídrico. Igualmente se ha reportado que es un componente esencial de la resistencia de las plantas a patógenos participando en la resistencia de las plantas a condiciones ambientales adversas (Bosch *et al.*, 2007). El papel del AS frente al estrés abiótico se atribuye a la regulación del estado redox en las células vegetales (Yuan y Lin, 2008).

Según Chávez *et al.* (2012), el estrés abiótico es una de las principales causas de las pérdidas de las producciones agrícolas a nivel mundial y los reguladores del crecimiento vegetal tales como el ácido abscísico, el etileno, el ácido jasmónico y el ácido salicílico son esenciales en la respuesta de las plantas al estrés abiótico. Por otra parte, el ácido salicílico desarrolla mecanismos de defensa frente al estrés biótico y abiótico en varias especies vegetales (Shahba *et al.*, 2010).

Con relación a sus efectos sobre el desarrollo de las plantas, Villanueva-Couoh, *et al.*, (2009) evaluaron el efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido sobre la floración de crisantemo

(*Chrysanthemum sp.*); las plantas asperjadas con 10^{-8} y 10^{-10} M de AS estimularon significativamente el desarrollo de la flor y alcanzaron la altura y diámetro de tallo adecuado para la comercialización a los 113 días posteriores al trasplante. Además se comprobó que, las aplicaciones de AS con 10^{-8} y 10^{-10} M acortaron en seis días el tiempo para la floración con respecto al testigo y se alcanzaron diámetros de flor de 13,6 y 12,6 cm respectivamente.

Este regulador endógeno capaz de inducir la floración en determinadas plantas, controla la toma de iones por las raíces (Umebese *et al.*, 2009). Además según Tanasa y Barbu, (2009) tiene influencia sobre la germinación, apertura estomática, permeabilidad de las membranas, contenido de pigmentos fotosintéticos y tasa de fotosíntesis.

En maíz, Khodary (2004) al evaluar el efecto del AS sobre la tolerancia al estrés salino observó que la aplicación exógena de este compuesto ocasionó un aumento en los parámetros de crecimiento en las plantas y parece estimular la tolerancia al estrés salino, mediante la activación del proceso fotosintético; en su investigación, ellos evaluaron parámetros de crecimiento (longitud de raíces y brotes, peso fresco y seco de la raíz, área foliar) y fisiológicos (actividad de la ribulosa 1,5-bisfosfato carboxilasa -Rubisco-, contenido de clorofila *a*, *b* y carotenoides, tasa de fijación de CO₂ y nivel de azúcares).

La aplicación de ácido salicílico a las plantas de chile Jalapeño cv. Chichimeca provocó un aumento significativo en la producción de biomasa foliar, raíz y frutos, principalmente en dosis de 0,1 y 0,2 mM. Asimismo, la actividad fotosintética presentó un comportamiento similar a la acumulación de biomasa, sobresaliendo igualmente los tratamientos con 0,1 y 0,2 mM con la máxima actividad fotosintética. Con relación al análisis nutricional, se observó que a una mayor producción de biomasa se presentó una menor concentración de nutrientes, debido probablemente a un efecto de dilución. Finalmente, concluyeron que AS en dosis 0,1 y 0,2 mM desempeña un papel biorregulador del crecimiento de plantas de chile jalapeño. (Sánchez-Chávez *et al.*, 2011)

Aplicaciones de ácido salicílico con fertilización química y sin fertilización, en plántulas de chile habanero, ocasionaron baja producción de materia seca radical. Aun cuando en el mismo ensayo, se favorecieron algunas otras características de crecimiento, la calidad de las plántulas

no mejoró significativamente (Guzmán-Antonio *et al.*, 2012). Por otra parte, existen reportes sobre un efecto inhibitor del ácido salicílico en el crecimiento de raíces como una respuesta alelopática (Shettel y Balke, 1983).

La respuesta de la albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L.) y la mejorana (*Majorana hortensis*) en el estudio del efecto del ácido salicílico sobre el crecimiento, las actividades metabólicas y el contenido de aceite, mediante aplicación foliar, indicó que este compuesto aumentó la altura de planta, el número de ramas, y hojas por planta, área foliar, peso fresco y seco de hierbas, carbohidratos totales, proteína cruda, aminoácidos totales, prolina libre, pigmentos fotosintéticos y contenido de microelementos, siendo el tratamiento de 10^{-4} mM (AS), con respecto a los tratamientos no tratados, el que mostro mejores resultados, además determinaron, la existencia de un aumento en la producción de la parte aérea respecto a la cantidad y calidad de aceite de albahaca para las industrias de fragancia y de alimentos, aumentando el porcentaje de eugenol y la actividad antioxidante de esta hierba (Fatma y El-Lateef, 2006).

También en albahaca se ha evaluado la respuesta de la planta al ácido salicílico en condiciones de salinidad. Así, Delavari *et al.* (2010) Investigaron el papel de tratamientos con 0,01 y 0,1 mM de AS para inducir tolerancia a la salinidad en albahaca; sus resultados indicaron que la germinación, longitud de brotes, peso fresco y seco, pigmentos fotosintéticos y concentración de K^+ fueron afectados por la salinidad, pero tales efectos fueron mitigados con la aplicación del AS, principalmente a una concentración de 0,01 mM; la aplicación de AS también mejoró el desarrollo de las plantas sin estrés salino. En otro estudio, Fatemi y Aboutalebi (2012) evaluaron los efectos de la interacción salinidad-ácido salicílico (SA) sobre la morfología y fisiología de plantas de albahaca dulce. Los tratamientos consistieron de la aplicación de 2, 4, 6 y 8 g L^{-1} de NaCl y 50, 100 y 150 mg L^{-1} de ácido salicílico (asperjado cada 10 semanas hasta floración) más un tratamiento control. Los resultados mostraron que el aumento de los niveles de NaCl ocasionó reducción del peso fresco y seco, altura de la planta, número de ramas laterales, niveles de clorofila y potasio y aumentó el contenido de sodio. La concentración más eficaz de AS para reducir los efectos de la salinidad fue 50 mg L^{-1} ; dosis de 150 mg L^{-1} causaron disminución de los valores de las variables antes indicadas pero aumentó

el contenido de potasio. La aplicación de 50 y 100 mg L⁻¹ mejoraron el desarrollo de las plantas en el tratamiento control.

En plantas de albahaca dulce sometidas a estrés hídrico, Kordi *et al.* (2013) también evaluaron los efectos mitigantes del ácido salicílico exógeno (0, 0,75 y 1,5 mM); ellos encontraron que la aplicación de AS mejoró el crecimiento de las plantas, el nivel de los pigmentos fotosintéticos, el contenido relativo de agua y de prolina y disminuyó el lavado de electrolitos. En este experimento, el AS disminuyó el efecto adverso de la sequía pero las plantas sin estrés hídrico también se vieron favorecidas por la aplicación de este compuesto.

La información antes presentada indica que el ácido salicílico mejora el desarrollo de plantas sometidas a diferentes estreses, por lo que su aplicación en dosis adecuadas permitirá un mejor comportamiento cuando el cultivo es expuesto a factores de difícil control.

METODOLOGÍA

Ubicación. El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UCV, ubicado a 10° 17' 03" LN y 67° 36' 16" LO, a una altura de 454 msnm. La zona pertenece al Bosque Seco Tropical.

Tratamientos y diseño experimental. Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo de tratamientos factorial 3 x 2 x 2 y tres repeticiones. Los factores y niveles evaluados fueron: 1) tres concentraciones de ácido salicílico (AS): 0; 0,5 y 1,0 mM; 2) Dos cultivares de albahaca: 'Nufar' y 'Mammoth' y 3) Dos formas de aplicación: foliar y foliar + remojo de las raíces antes del trasplante. En total se evaluaron 12 tratamientos con unidades experimentales conformadas por 6 plantas; el número total de plantas fue de 216 plantas.

Manejo del experimento. Las semillas de los distintos cultivares se sembraron en bandejas de 72 celdas con turba y luego de formado el cepellón, se trasplantaron a bolsas negras con capacidad de 2 kg, las cuales se colocaron en condiciones de campo, a una distancia de separación entre bolsas de 0,2 m y de 0,5 m entre hileras; cada repetición estuvo separada a 1 m para facilitar el manejo. Al momento del trasplante las raíces fueron remojadas en

soluciones a las distintas concentraciones de AS y su aplicación foliar se inició dos semanas después, previa poda del ápice del tallo para promover la ramificación. Las aplicaciones foliares de ácido salicílico se realizaron cada 15 días en las primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde según las condiciones dadas por el tiempo atmosférico, humedeciendo toda la planta con una asperjadora manual, llevando un control de las cantidades de solución aplicada. El ácido salicílico fue preparado siguiendo el procedimiento de Nieves (2014). La fertilización se hizo de manera edáfica aplicando el riego de forma manual con manguera. Las dosis de fertilizantes usadas fueron 1,5 g de N, P₂O₅ y K₂O por plantas usando como fuente urea y 10-20-20. El control de las malezas se realizó manualmente.

Variables evaluadas:

1. Altura de las plantas (cm): esta evaluación se realizó en cinco oportunidades, iniciando una semana después de la poda. Para ello se usó una regla graduada y se midió desde el nivel del suelo a la parte más alta del follaje en todas las plantas de la unidad experimental.
2. Floración (%): se determinó el porcentaje de plantas que mostraron la incipiente aparición de la inflorescencia en tres oportunidades. La evaluación finalizó cuando en al menos uno de los tratamientos se observó floración en el 75% de las plantas. En este momento finalizó el período experimental.
3. Índice de clorofila (unidades Spad): para ello se utilizó un medidor de clorofila (Spad, marca Minolta), evaluando en dos hojas recientemente maduras de dos plantas al azar por unidad experimental. La determinación se realizó 15 días antes de finalizar el experimento.
4. Tamaño promedio de las hojas (cm² hoja⁻¹): para su determinación se tomaron 3 hojas por cada planta, las cuales fueron escaneadas usando un equipo Canon, modelo Lite 20, y seguidamente se les determinó el área usando un programa de procesamiento de imágenes digitales (ImageJ v.1,44p).
5. Rendimiento (g planta⁻¹): finalizado el experimento, se cortadas a ras del suelo cuatro (4) plantas por unidad experimental y se pesó la materia fresca utilizando una balanza digital.

6. Rendimiento relativo de hojas deshidratadas: las hojas sanas de las cuatro plantas antes indicadas se colocaron a secar bajo sombra por una semana y seguidamente se determinó el peso de las hojas deshidratadas. El rendimiento relativo de estas hojas se determinó dividiendo ese peso entre el peso de la materia fresca de la parte aérea.
7. Materia seca de la parte aérea (g planta⁻¹). Las dos plantas restantes se cosecharon y su parte aérea se dividió en hojas, tallos e inflorescencias para luego colocarse en estufa a 70°C para la determinación de la materia seca.
8. Estado fitosanitario: se llevó un registro del estado sanitario de las plantas, considerando manchas en hojas y tallos y ataque por insectos; ante la ocurrencia de estos, se tomaron muestras para su diagnóstico. Estas evaluaciones se realizaron en tres oportunidades y los resultados se expresaron como severidad del daño usando una escala subjetiva (1=sin daño; 2=daño leve; 3=daño moderado; 4=daño severo). Los síntomas correspondientes a los valores de la escala fueron descritos según el caso.

Los datos obtenidos para cada variable fueron sometidos a análisis de varianza, previa comprobación de sus supuestos, y seguidamente se realizó una prueba de rango múltiple de Duncan usando el programa SAS v.8. Para el caso de la severidad del daño por insectos y enfermedades, el análisis se realizó mediante pruebas de Friedman ($p \leq 0,05$) siguiendo las recomendaciones de Santos *et al.* (2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las plantas.

El análisis de la varianza indicó diferencias significativas durante todas las evaluaciones solo para el factor cultivar: La interacción dosis y forma de aplicación de AS resultó significativa a partir de los 36 ddt hasta los 56 ddt.

En el Cuadro 1 y Figura 1 se observan las diferencias entre los cultivares, siendo el cultivar 'Nufar' el que alcanzó los mayores valores durante todo el experimento, con ganancia promedio entre evaluaciones de 6,7 cm; en el caso de 'Mammoth' el incremento promedio fue de 5,6cm. Es importante acotar que la primera aplicación de AS se realizó al momento del trasplante con remojo de las raíces y las aplicaciones foliares 15 días después, previa poda del ápice del tallo. Esta poda se realizó a una altura uniforme y esta práctica es considerada indispensable en la homogenización del cultivo e inducción del crecimiento, por lo tanto, se inicio la evaluación de la altura a los 21 ddt (una semana después de la poda).

Cuadro 1. Comportamiento de la altura en el crecimiento de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación.

Cultivar	Altura (cm planta ⁻¹)				
	21 ddt	28 ddt	37 ddt	49 ddt	56 ddt
'Nufar'	23,70 a	26,14 a	32,52 a	48,01 a	57,27 a
'Mammoth'	19,98 b	22,44 b	28,17 b	43,03 b	48,09 b
%CV	7,60	8,18	7,58	8,50	6,21

ddt: días después del trasplante.

Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

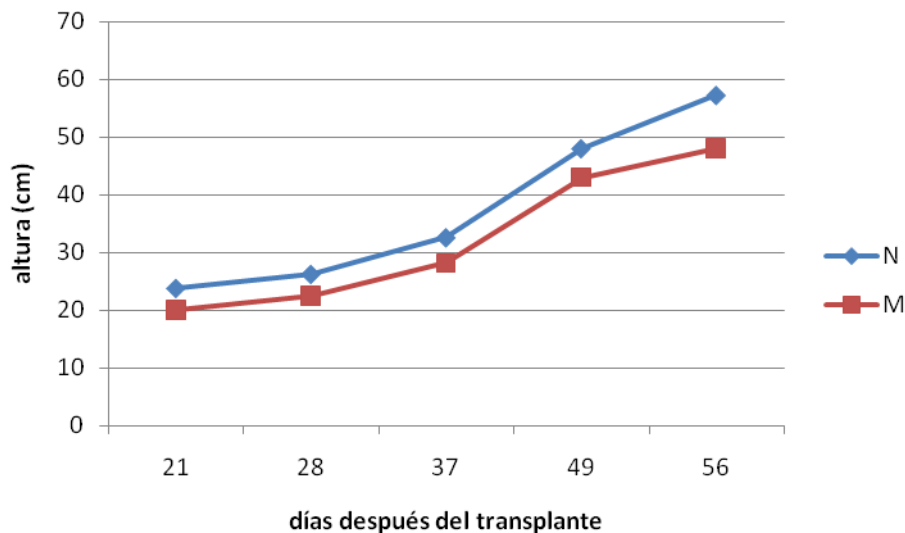


Figura 1. Comportamiento de la altura durante el crecimiento de dos cultivares de albahaca (N: Nufar y M: Mammoth), tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS) y dos formas distintas de aplicación.

Por otra parte, en el Cuadro 2 se presentan las medias de la altura correspondiente a la interacción AS x forma de aplicación. Estas indican que cuando se aplicó AS de manera foliar usando dosis de 0,5 mM la altura de las plantas fue mayor; dosis superiores afectaron negativamente el crecimiento. Este comportamiento se observó a los 37, 49 y 56 ddt, sin diferencias estadísticas entre medias a los 49 ddt. El incremento en altura de las plantas asperjadas con 0,5 mM fue de 3,97; 4,81 y 3,46 cm a los 37, 49 y 56 ddt, respectivamente, respecto al testigo. Estos resultados coinciden parcialmente con lo descrito por Tucuch *et al.* (2015), quienes evaluaron el efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de trigo; estos autores indicaron que las plántulas asperjadas con 1 μ M de AS crecieron en promedio 3,6 cm más que las plántulas control, equivalente al 18.4%, donde se demuestra que existe un efecto significativo en las aplicaciones de ácido salicílico sobre la altura.; sin embargo en el caso de este experimento dosis de 1 mM causaron efecto negativo sobre el crecimiento en altura. Por otro lado, cuando la aplicación se realizó por la raíz más foliar, no fueron evidentes diferencias.

En cuanto a las interacciones que incluían al cultivar no resultaron significativas estadísticamente, lo que indica que la respuesta fue similar entre ellos, tanto en la dosis como en la forma de aplicación.

Cuadro 2. Interacción en la altura de las plantas de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación

Factor	Altura (cm planta ⁻¹)					
	A los 37ddt		A los 49ddt		A los 56ddt	
	F	R+F	F	R+F	F	R+F
AS (mM)						
0	28,70 b	29,43 a	43,07 a	45,40 a	50,92 ab	52,75 a
0,5	32,67 a	30,00 a	47,88 a	44,37 a	54,38 a	52,63 a
1	29,45 b	31,83 a	43,95 a	48,47 a	50,00 b	55,42 a
CV (%)	10,93	11,34	9,56	12,02	10,34	13,06

ddt días después del trasplante.. F: aplicación foliar; R+F: Remojo raíz + aplicación foliar; AS: ácido salicílico. Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

Rendimiento (R) y porcentaje de rendimiento relativo (%RRC) de hojas secas.

Los análisis de varianza no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con respecto a los factores dosis, forma de aplicación y cultivares en el caso del rendimiento, sin embargo, en el caso de %RRC, se detectaron diferencias solo entre los cultivares Cuadro 3), siendo el cultivar ‘Nufar’ el que presentó un valor mayor, a pesar de similares rendimientos en peso fresco. Al respecto Monteliu (2010), en su estudio sobre las respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico, encontró que las concentraciones de AS aumentaron los valores de la parte aérea de plantas.

Por otro lado, la no significación para el peso fresco, concuerda con lo reportado por Ramírez *et al.* (2006), al evaluar la influencia de promotores de oxidación controlada (POC) en hortalizas y su relación con antioxidantes; estos autores señalan que el peso fresco de la parte aérea y el peso fresco total de las planta no fueron afectados por los compuestos aplicados en acelga, coliflor y brócoli, siendo estos el ácido salicílico 10^{-6} M, el ácido benzóico 10^{-6} M y el quitosán al 1 %.

Cuadro 3. Efecto de tres dosis y formas de aplicación del ácido salicílico (AS) sobre el rendimiento y rendimiento relativo para consumo de dos cultivares de albahaca

Factor	Rendimiento (g planta ⁻¹)	Rendimiento relativo (%)
AS (mM)		
0	113,64 a	5,47 a
0,5	127,09 a	5,13 a
1	115,85 a	5,04 a
Forma de aplicación		
R+F	120,84 a	5,30 a
F	116,87 a	5,12 a
Cultivar		
‘Nufar’	120,58 a	5,74 a
‘Mammoth’	117,13 a	4,68 b
CV%	18,95	10,33

F: aplicación foliar; R+F: Remojo raíz + aplicación foliar; AS: ácido salicílico.

Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

Floración.

El análisis de la varianza sobre la floración arrojó diferencias significativas para la dosis de aplicación y el cultivar. En cuanto a las dosis, hubo diferencias a los 42 y 44 ddt, siendo 1,0 mM, la dosis que causó un mayor porcentaje de plantas con aparición de inflorescencias, en comparación al resto de las dosis. Estos resultados indican un efecto promotor del AS sobre la floración, lo cual no es conveniente para este cultivo ya que se comercializa por sus hojas.

En este sentido, Martínez *et al.* (2004) indican que el AS puede ser un regulador de la transición a la floración en plantas de *Arabidopsis thaliana*. En su investigación, ellos señalaron que para producir un adelanto en el tiempo de floración en plantas sometidas a irradiación con luz UV-C es necesario tanto la síntesis como la acumulación de AS, ya que este no se produce en plantas transgénicas NahG. Sin embargo, se desconoce en gran medida el mecanismo mediante el cual ácido salicílico regula el tiempo de floración.

Cuadro 4. Floración en dos cultivares de albahaca, sometidos a distintas dosis y formas de aplicación de ácido salicílico.

Factor	Plantas en floración (%)					
	37ddt	38ddt	40ddt	41ddt	42ddt	44ddt
AS (mM)						
0	0 a	0 a	5,55 a	6,49 a	14,16 b	54,17 b
0,5	5,55 a	5,55a	15,27 a	15,27 a	37,72 b	66,68 ab
1	5,55 a	5,55a	20,83a	25,01 a	52,77 a	90,27 a
Forma de aplicación						
R+F	3,70 a	3,70 a	15,74 a	17,59 a	35,18 a	67,59 a
F	3,70 a	3,70 a	12,03 a	13,88 a	32,41 a	73,14 a
Cultivar						
‘Nufar’	0 b	0b	0,92 b	0,92 b	9,26 b	51,85 b
‘Mammoth’	7,40 a	7,40 a	26,85 a	30,56 a	58,33 a	88,88 a
%CV	29,82	29,82	31,40	30,91	34,32	37,49

ddt días después del trasplante. F: aplicación foliar; R+F: remojo raíz + aplicación foliar. AS: ácido salicílico. Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

Por otro lado, el comportamiento derivado de las formas de aplicación fue similar entre ellas. En cuanto a los cultivares, ‘Mammoth’ resultó ser más precoz. A los 40 ddt, más del 25% de las plantas habían iniciado la floración, mientras que para ese momento ‘Nufar’ no alcanzaba el 1%. Pocos días después, a los 44 días, cerca del 90% de las plantas de ‘Mammoth’ habían florecido, pero en el caso de ‘Nufar’ solo un poco más del 50%.

Este comportamiento permite recomendar al cultivar ‘Nufar’ para la producción, si se considera que la parte vegetativa de la albahaca es lo requerido para la venta y el consumo. En este sentido, Cassing y Santillán (2012) señalan, que generalmente la albahaca es cosechada por sus hojas con la finalidad de ser vendidas frescas o secas, por lo que cualquier factor que permita la desaceleración del cambio de fase vegetativa a reproductiva, conduce a un incremento de la materia fresca de las hojas debido a un posible bloqueo en los procesos bioquímicos como la actividad mitótica, lo que impediría la formación de órganos distintos a

las hojas tales como las flores, evitando el paso de un crecimiento vegetativo a uno reproductivo.

Peso seco de hojas, flores, tallos y parte aérea.

El análisis de la varianza arrojó diferencias significativas en todas las variables solo para el factor cultivar (Cuadro 5). Los resultados indicaron que ‘Nufar’ acumuló más materia seca de hojas, tallos y parte aérea, en comparación a ‘Mammoth’, no así en el caso del peso seco de las inflorescencias. Esto se puede asociar a la floración más rápida de este último cultivar, tal como se señaló anteriormente.

Cuadro 5. Efecto de las distintas dosis y forma de aplicación de ácido salicílico (AS) en dos cultivares de albahaca sobre el peso seco de hojas, inflorescencia, tallos y parte aérea.

Cultivar	Peso seco (g.planta ⁻¹)			
	Hojas	Inflorescencia	Tallos	Parte aérea
‘Nufar’	10,42 a	3,29 b	11,80 a	25,51 a
‘Mammoth’	7,33 b	5,37 a	8,32 b	21,01 b
%CV	23.65	48.80	24.08	21.90

Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

Por otro lado, los análisis indicaron efecto de la interacción dosis-forma de aplicación de AS sobre el peso seco de hojas, tallos y parte aérea (Cuadro 6). En el caso de las hojas y los tallos los mayores valores se encontraron con 0,5 mM aplicado de manera foliar, sin embargo, esta forma de aplicación no afectó de manera significativa el peso de la parte aérea. En el caso de la aplicación R+F, no se observaron efectos para las hojas y el comportamiento en tallos y parte aérea fue similar con el valor menor cuando se usó la dosis de 0,5 mM; este

comportamiento no era esperado ya que a esa dosis se alcanzó un peso inferior al testigo. Por ello, no fue posible explicar esta tendencia.

Cuadro 6. Interacción en el peso seco de hojas, tallos y parte aérea de las plantas de dos cultivares de albahaca, tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS), y dos formas distintas de aplicación.

Factor	Peso seco (g planta ⁻¹)					
	Hojas		Tallos		Parte aérea	
AS (mM)	F	R+F	F	R+F	F	R+F
0	8,45 ab	9,65 a	9,89 ab	10,82 ab	21,90 a	24,59 ab
0,5	10,52 a	8,19 a	11,00 a	9,02 b	25,54 a	21,31 b
1	7,15 b	10,41 a	8,47 b	12,03 a	19,63 a	28,63 a
CV (%)	21,02		23,15		20,29	

F: Forma de aplicación. F: Foliar y R+F: Remojo raíz + foliar. AS (mM): dosis AS.
Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

En el Cuadro 7 se presenta la respuesta del peso seco de las inflorescencias de acuerdo a las dosis y formas de aplicación, observándose que no hubo diferencias significativas entre los niveles de los factores evaluados.

Tamaño de las hojas e índice de clorofila

Los análisis para estas variables indicaron que no hubo efecto de los tratamientos, excepto en el tamaño de las hojas para el factor cultivar (Cuadro 8). En este caso, 'Mammoth' presentó un valor superior a 'Nufar' y esta diferencia está relacionada a las características intrínsecas del material genético empleado, ya que este último cultivar presenta hojas de menor tamaño pero en mayor cantidad por planta, siendo más vigoroso y de mayor productividad (CCI, 2007). Es por ello que alcanzó mayor peso seco de hojas y parte aérea, tal como se señaló anteriormente.

Cuadro 7. Efecto de distintas dosis y formas de aplicación de ácido salicílico (AS) en dos cultivares de albahaca, sobre el peso seco de las inflorescencias.

Factor	Peso seco de las inflorescencias ($g\ planta^{-1}$)
AS (mM)	
0	3,85 a
0,5	4,04 a
1	5,09 a
Forma de aplicación	
R+F	4,79 a
F	3,85 a
%CV	48,80

F: aplicación foliar; R+F: Remojo raíz + aplicación foliar; AS: ácido salicílico.

Cuadro 8. Tamaño de la hoja y contenido de clorofila en cultivares de albahaca sometidas a distintas dosis y formas de aplicación de ácido salicílico.

Factor	Tamaño de la hoja ($cm^2\ hoja^{-1}$)	Índice de clorofila (unidades Spad)
AS (mM)		
0	24,92 a	38,35 a
0,5	24,79 a	37,39 a
1	23,09 a	36,56 a
Forma de aplicación		
R+F	24,29 a	37,60 a
F	24,24 a	37,27 a
Cultivar		
‘Nufar’	22,28 b	37,88 a
‘Mammoth’	26,28 a	36,99 a
%CV	16,64	6,79

F: aplicación foliar; R+F: Remojo raíz + aplicación foliar; AS: ácido salicílico.

Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

En este sentido, Benito y Chiesa (2000) señalaron en su estudio de parámetros fisiológicos y productivos de dos cultivares de albahaca, encontraron que la “Albahaca Nacional” aun cuando presenta menor área foliar que el cultivar “Hoja de Lechuga”, produce una mayor cantidad de hojas.

Estado fitosanitario de las plantas.

El análisis de la varianza indicó diferencias significativas para los factores individuales exceptuando cultivar (Cuadro 9), en todas las evaluaciones, mientras que hubo efectos de la interacción dosis-forma de aplicación solo a los 17 ddt y para dosis-cultivar a los 33 ddt.

Cuadro 9. Severidad de plagas y enfermedades sobre dos cultivares de *Ocimum basilicum* L, bajo distintas dosis y dos formas de aplicación de ácido salicílico.

Factor	Severidad de plagas y enfermedades		
	17 ddt	28 ddt	33 ddt
AS (mM)			
0	2,70 a	2,71 a	2,86 a
0,5	2,24 b	2,38 b	2,54 b
1	2,06 c	2,08 c	2,27 c
F aplic.			
R+F	2,20 b	2,26 b	2,49 b
F	2,46 a	2,52 a	2,62 a
Cultivar			
N	2,28 a	2,40 a	2,57 a
M	2,38 a	2,38 a	2,55 a
%CV	24,73	27,80	30,85

F: aplicación foliar; R+F: Remojo raíz + aplicación foliar; AS: ácido salicílico.
 Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

Cabe recordar que las evaluaciones se realizaron usando una escala del 1 al 4, las cuales se indican a continuación:

1. *Sin daño*: Planta aparentemente sana, es decir, hay ausencia de síntomas y/o signos de agentes patogénicos.
2. *Daño leve*: Planta con presencia de pequeñas manchas y mordeduras de formas variables en hojas y tallos; síntomas tempranos de una enfermedad; daño visible y ausencia de signos.
3. *Daño moderado*: Plantas con clorosis, manchas y mordeduras de tamaño y formas variables; indicios necróticos, quemados, enrollamiento de hojas, mosaicos; síntomas típicos de una enfermedad; posible presencia de signos y galerías.
4. *Daño severo*: Planta en estado crítico con presencia de manchas y mordeduras de formas variables y gran tamaño; áreas necróticas; síntomas tardío de una enfermedad; muerte progresiva.

En general, los resultados obtenidos variaron entre daños leves a moderados y los valores incrementaron con el desarrollo de la planta. En el Cuadro 9 se observa que los menores daños se observaron al usar la dosis de 1,0 mM aplicado bajo la forma R+F. Esto indica inducción de los mecanismos de defensa de las plantas por la aplicación del ácido salicílico, destacando la absorción por la raíz.

A pesar de que los análisis indicaron efecto de las interacciones, las pruebas de medias de Duncan ($p \leq 0,05$) no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de las dosis para cada forma de aplicación a los 17 ddt o para cada cultivar a los 33 ddt, sin embargo se puede observar una tendencia a menor daño a medida que la dosis de AS fue mayor, con un comportamiento similar en las dos formas de aplicación (Cuadro 10).

Estos resultados demuestran el efecto favorable del ácido salicílico en la disminución de los ataques por parte de insectos y algunas enfermedades originadas por organismos fitopatógenicos, que aun estando presentes en el cultivo, los daños fueron leves. Esto sugiere que planta habría generado mecanismos de defensa contra estos agentes.

Cuadro 10. Efecto de la interacción dosis x forma de aplicación de ácido salicílico, sobre la severidad de plagas y enfermedades en dos cultivares de *Ocimum basilicum* L.

Factor	Severidad de plagas y enfermedades			
	17 ddt		33ddt	
AS (mM)	Forma de aplicación		Cultivar	
	F	R+F	Nufar	Mammoth
0	2,72 a	2,67 a	2,59 a	2,81 a
0,5	2,36 a	2,11 a	2,22 a	2,25 a
1	2,31 a	1,81 a	2,03 a	2,08 a

F: Forma de aplicación. F: Foliar y R+F: Remojo raíz + foliar. AS (mM): dosis AS. C: Cultivares: N: Nufar y M: Mammoth

Letras distintas entre filas, indican diferencias significativas entre tratamientos (Duncan $p \leq 0.05$).

En este sentido, Torres *et al.* (2013) al evaluar la aplicación alternada de ácido acetilsalicílico con fungicidas en el control de mildiú polvoriento en rosa, encontraron que tales aplicaciones permitieron obtener una menor incidencia y severidad de la enfermedad, comprobando que el ácido salicílico es un promotor en la activación de la Resistencia Sistémica Adquirida (RSA). Diversos autores han señalado que el ácido salicílico es un componente esencial en la ruta de señalización que conduce a la activación de la resistencia sistémica adquirida (RSA), por la cual una planta, tras una infección patogénica primaria, se hace más resistente a siguientes ataques de patógenos (Malamy *et al.*, 1990; Delaney *et al.*, 1994; Reymond y Farmer, 1998; Glazebrook *et al.*, 2001).

Cabe destacar que, durante el ensayo experimental se efectuó una colección de muestras junto con la Dra. María Suleima González (INIA-CENIAP), especialista en Fitopatología, tomando muestras de plantas de diversos tratamientos y cultivares con síntomas de amarillamiento o lesiones pardas en hojas y en tallos. Mediante estudios de laboratorio, se lograron identificar los siguientes patógenos relacionados a distintos daños presentes en las plantas de *Ocimum basilicum* L.

Cuadro 11. Patógenos causantes de daños diversos en albahaca 'Mammoth' y 'Nufar'.

Identificación del material analizado	Síntoma	Patógenos detectados
Testigo	Hojas amarillas	<i>Peronospora belbahrii</i>
Tratamientos/variados	Lesiones pardas principalmente en hojas bajas	<i>Peronospora belbahrii</i> <i>Cercospora</i> sp <i>Cercosporidium</i> sp
Nufar	Lesiones marrón en tallos	<i>Corynespora cassicola</i>
Nufar	Lesiones pardas con pequeñas manchas blancas, circulares,	<i>Peronospora belbahrii</i> <i>Cercospora</i> sp
Mammoth		<i>Peronospora belbahrii</i> <i>Bipolaris</i> sp. <i>Cercospora</i> sp. <i>Corynespora cassicola</i> <i>Curvularia</i> sp. <i>Fusarium pallidoroseum</i> (Sinónimo: <i>F. semitectum</i>)

A continuación se presentan las consideraciones derivadas del informe técnico, emitido por la Dra. González:

- De los patógenos detectados, *Peronospora belbahrii* ha sido señalado como causante del mildiu lanoso en albahaca ocasionando lesiones foliares. Una vez que este tejido está senescente invaden otros hongos tales como *Bipolaris* sp., *Cercospora* sp., *Corynespora cassicola*, *Curvularia* sp., *Fusarium pallidoroseum* (Sinónimo: *F. semitectum*)
- El hongo *Corynespora cassicola* se encontró asociado a las lesiones pardas oscuras en tallos.
- Como medidas de control se sugiere aplicar a las plantas y las cercanas a los focos de infección productos específicos para el control de mildiu (Cromista) tales como Fosetyl o Metalaxyl. También se sugiere el uso de Azoxystrobin que controla además *Fusarium*.
- Para futuras siembras incorporar *Trichoderma*, durante las labores de sustrato, previo a la siembra.

Sobre la presencia de insectos causantes de daños, tales como disminución del área foliar, orificios irregulares en las hojas, galerías, y/o vectores de enfermedades (anexos), se encontraron los siguientes, identificados por especialistas en el área:

- *Liriomyza* sp. Minador de la hoja.
- *Autographa gamma* (estado larval).
- Afidos.
- *Nezara viridula*

Otros insectos que fueron relacionados al cultivo, por su presencia o por su acción como controladores biológicos:

- *Coccinella* sp.
- *Mantis religiosa*.
- *Apis mellifera*

CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de ácido salicílico tuvieron efectos significativos sobre el crecimiento de los cultivares de albahaca, siendo más efectiva la dosis de 0,5 mM aplicada de forma foliar al promover mayor altura.
2. El ácido salicílico resultó promotor de la floración en este cultivo.
3. Respecto al rendimiento en peso fresco y el rendimiento relativo en peso seco de hojas, no se observaron efectos de las dosis y formas de aplicación del AS; sin embargo, el rendimiento relativo fue diferente entre los cultivares, con una mejor respuesta en 'Nufar'.
4. Para la acumulación de materia seca, tanto la forma de aplicación como las dosis influyeron en el incremento de esta variable en hojas, tallos y parte aérea, no así para el

caso de las inflorescencias; en este caso el peso fue afectado solo por el cultivar, siendo mayor en 'Nufar'.

5. La dosis y forma de aplicación no afectó el tamaño de las hojas ni el contenido de clorofila, pero si el cultivar, siendo 'Mammoth' el que presentó mayor tamaño de la hoja.
6. La aplicación de AS tuvo un efecto positivo en el control preventivo de insectos y enfermedades, siendo mejor la dosis 1,0mM y la forma de aplicación vía raíz+foliar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anwar, M.; D.D. Patra; S. Chand; K. Alpeh; A.A. Naqvi; S.P.S. Khanuja. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer of on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 36:(13): 1737-1746.

Barroso L.; E. Jerez. 2002. Fenología de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) cultivada en diferentes fechas de siembra. (Cuba). *Cultivos Tropicales*, 23(2):43-46.

Benito, A. P; A. Chiesa. 2000. Parámetros fisiológicos y productivos en cultivares de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Revista FAVE* 14(1) p19-28.

Bosch, S.M.; J. Penuelas; J. Liusia, 2007. A deficiency in salicylic acid alters isoprenoid accumulation in water-stressed NahG transgenic Arabidopsis plants. *Plant Sci*,172(4): 756-762.

Briseño R., S.E; M. Aguilar G.; J.A. Villegas E. 2013. El cultivo de la albahaca. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Instituto Politécnico Nacional No. 195 Col. (México). 33 p.

Cassing A., J.; Santillán N., A. 2012. Producción de la albahaca dulce (*Ocimum basilicum L.*) utilizando cuatro densidades y dos tipos de aplicación de harina de carne como fertilizante. Trabajo de Grado. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. 10p

Chávez S., L.; A. Álvarez F.; R. Ramírez F. 2012. Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico. Cultivos Tropicales, 33(3):47-56.

Corporación Colombia Internacional CCI. 2007. Albahaca. En: Plan Hortícola Nacional. p. 223-232.

Delaney, T.P., Uknes, S., Vernooij, B., Friedrich, L., Weymann, K., Negrotto, D., Gaffney, T., Gutrella, M., Kessmann, H., Ward, E., Ryals, J. 1994. A Central Role of Salicylic-Acid in Plant-Disease Resistance. Science 266: 1247-1250.

Delavari, P.M.; A. Baghizadeh; S.H. Enteshari; K.M. Kalantari; A. Yazdanpanah; E.A. Mousavi. 2010. The effects of salicylic acid on some of biochemical and morphological characteristic of *Ocimum basilicum* under salinity stress. Aust. J. Basic & Appl. Sci., 4(10):4832-4845.

Echeverry O., S.H.; J.E Muñoz F; C.H. Tamayo C. 1990. Estudio del Crecimiento y Fenología de las especies de albahaca, *Ocimum basilicum L.*, *Ocimum minimum L.*, y *Ocimum gratissimum* Hook. Acta. Agron. 40(1-2):51-63.

El-Khallal, S.M.; T.A. Hathout; A.E. Ashour; A.A.A. Kerrit. 2009. Brassinolide and salicylic acid induced growth, biochemical activities and productivity of maize plants grown under salt stress. Res. J. Agric. & Bio. Sci., 5(4):380-390.

Fatemi R.; A. Aboutalebi. 2012. Evaluation the interaction of salinity and salicylic acid on sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties. Ann. Biol. Res., 3(11):5106-5109.

Fatma A.; G. El-Lateef. 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. *Revista Internacional de la Agricultura y la Biología*, 8(4):485-492.

Glazebrook, J. (2001). Genes controlling expression of defense responses in *Arabidopsis* 2001 status. *Current Opinion in Plant Biology* 4: 301-308.

Guzmán-Antonio, A.; L. Borges-Gómez; L. Pinzón-López; E. Ruiz-Sánchez; J. Zúñiga-Aguilar. 2012. Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. *Agronomía Mesoamericana* 23(2):247-257.

Hayat, S; B. Ali; A. Ahmad. 2007. Salicylic acid: biosynthesis, metabolism and physiological role in plants. *In: Hayat, S; Ahmad, A. eds. Salicylic acid a plant hormone. Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp.1-11.401 p.*

Khodary, S. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *Int. J. Agri. Biol.* 6(1):5-8.

Kintzios, S; O. Makri. 2007. *Ocimum* sp. (Basil): Botany, Cultivation, Pharmaceutical Properties, and Biotechnology. *J. Herbs Spices & Medic.Plants* 13(3):123-150

Koba, K.; P.W Poutouli; C. Raynaud; J.P. Chaumont; K. Sanda,. 2009. Chemical composition and antimicrobial properties of different basil essential oils chemotypes from Togo. *Bangladesh J. Pharmacol.* 4:1-8.

Kordi, S.; M. Saidi; F. Ghanbari. 2013. Induction of drought tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) by salicylic acid. *Int. J. Agric. and Food Res.* 2(2):18-26.

Martínez, C., Pons, E., Prats, G., Leon, J. 2004. Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *Plant J.* 37: 209-217.

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

McSteen, P.; Y. Zhao. 2008. Plant hormones and signaling: common themes and new developments. *Development Cell* 14(4):467-73.

Monteliu, A. 2010. Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Trabajo de Grado. Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales. Universidad Jaume: 137-158pp.

Muñoz, F. 2002. Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Disponible en: <http://books.google.co.ve> [Consultado: 23/06/2014].

Nieves R., H. 2014 Efecto del ácido salicílico sobre el desarrollo de plantas de parchita (*Passiflora edulis* Sims) sometidas a estrés salino en etapa de vivero. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. UCV: 24 p.

Putievsky, E.; B. Galambosi. 1999. Production systems of sweet basil. In: Hiltunen, R.; Y. Holm (Eds.). *Basil: The Genus Ocimum*. Harwood Academic Publishers. The Netherlands p. 39-65.

Ramirez, H.; J. H. Rancaño A.; A. Benavides-M. ; R. Mendoza-V.; E. Padrón. 2006. Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Reymond, P., Farmer, E.E. (1998) Jasmonate and salicylate as global signals for defense gene expression. *Current Opinion in Plant Biology* 1: 404-411.

Reyes-Pérez, J.J.; B. Murillo-Amador; A. Nieto-Garibay; E. Troyo-Diéguez; I.MN. Reynaldo-Escobar; E.O. Rueda-Puente. 2007. Germinación y características de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés salino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(6):869-880.

Sakhanokho, H. F.; R.Y. Kelley. 2009. Influence of salicylic acid on in vitro propagation and salt tolerance in *Hibiscus acetosella* and *Hibiscus moscheutos* (cv 'Luna Red') African Journal of Biotechnology 8(8):1474-1481.

Sam, O.; M. de la Luz; L. Barroso. 2002. Caracterización anatómica de las hojas de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.). Cultivos Tropicales (Cuba) 23(2):39-42.

Sánchez, E.G.; I.M. Leal; L.H. Fuentes; C.F. Rodríguez. 2000. Estudio Farmacognóstico de *Ocimum basilicum* L. (Albahaca blanca) Rev. (Cuba) Farm. 34(3):187-95.

Sánchez-Chávez, E.; R. Barrera-Tovar; E. Muñoz-Márquez; D.L. Ojeda-Barrios; A. Anchondo-Nájera. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. (México). Revista Chapingo Serie Horticultura 17(Especial 1):63-68.

Santos, B.M.; J.P. Gilreath; R. Arbona; A.R. Pimentel. 2005. La estadística no paramétrica para el análisis e interpretación de estudios de plagas: alternativas al análisis de varianza. Hoja Técnica N° 51. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 75: 83-89.

Shahba, Z.; A. Baghizadeh; S. Vakili; A. Yazdanpanah; M. Yosefi. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). Journal of Biophysics and Structural Biology, 2(3):35-41.

Shettel, N. L.; N.E. Balke. 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals. Weed Sci. Soc. America 31:293-298.

Simon, J.E., M.R. Morales, W.B. Phippen, R.F. Vieira, and Z. Hao. 1999. Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 499-505.

Tanasa, S.; V. Barbu. 2009. The study of acetylsalicylic acid effects on wheat seeds germination in salt stress conditions. AFST (Romania) 34(2): p23:28.

Torres V., P.; J. Velázquez. M; H. Murcia. H. 2013. Aplicación alternada de ácido acetilsalicílico con fungicidas en el control de mildew polvoso en rosa. *Ciencia y Agricultura* 10 (2): 45-51.

Tucuch H., C.; A. González, G.; L. Saavedra, A. 2015. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.*, 33(1): 63-68.

Umebese, C.E.; T.O. Olatimilehin; T.A. Ogunsusi. 2009. Salicylic acid protects nitrate reductase activity, growth and proline in amaranth and tomato plants during water deficit. *Am. J. Agri. & Biol. Sci.*, 4(3):224-229

Villanueva-Couoh, E.; G. Alcántar-González; P. Sánchez-García; M. Soria-Fregoso; A. Larque-Saavedra. 2009. Larque-S. A.; Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura] en Yucatán. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(2):254-31.

Yuan S.; H. Lin. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. 2008. *Zeitschrift fur Naturforschung. Section C. Biosciences*, 63(5):313-320.

ANEXOS

Ilustración 1 Lesiones pardas oscuras en tallos.



Ilustración 2 Daño tipo galería.



Ilustración 3 Daño irregular sobre el área foliar.

