

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE REGULADORES DE DESARROLLO
PARA INCREMENTAR LA CALIDAD DE PLANTAS DE KALANCHOE
(*Kalanchoe blossfeldiana*).**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÍCOLA

P R E S E N T A

LIDIA CAROLINA GARCÍA HERNÁNDEZ

ASESOR:

M.C. JUAN ROBERTO GUERRERO AGAMA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
DEPARTAMENTO DE CUAUTITLÁN.
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

“Efecto de la Aplicación Reguladores de Desarrollo para Incrementar la Calidad de Plantas de Kalanchoe (Kalanchoe blossfeldiana)”

Que presenta la pasante: LIDIA CAROLINA GARCÍA HERNÁNDEZ

Con número de cuenta: 30808642-5 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cuautilán Izcalli, Méx. a 19 de febrero de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.C. Juan Roberto Guerrero Agama	
VOCAL	M.C. Oscar Horacio Guillén Ayala	
SECRETARIO	M.I. Martha Elena Domínguez Hernández	
1er. SUPLENTE	Ing. Priscila Anaid Rivera Cruz	
2do. SUPLENTE	Ing. Angela Sánchez Martínez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/ntm*

DEDICATORIAS

A mi madre María Del Refugio Hernández Vázquez; por brindarme todo tu apoyo, paciencia y amor a lo largo de mi vida, me has enseñado que siempre se pueden cumplir las metas incluso cuando parece que no es posible, siempre serás mi ejemplo a seguir.

A mi tía Beatriz Hernández Vázquez; por impulsarme y guiarme a mejorar cada día con tu ejemplo, por todos tus cuidados, enseñanzas y consejos, nunca me cansare de agradecerte, te quiero y admiro.

A mi familia quienes siempre me enseñan a crecer como persona y profesionalista, que me han enseñado más de lo que parece; a ellos que siempre han creído en mí incluso cuando yo lo no lo hacía, gracias.

A Juan Roberto Guerrero Agama, porque siempre me apoyo y oriento e interminablemente tuvo la disposición y tiempo para hacerlo; gracias porque además de ser un profesor para mí, también es un amigo y consejero que me apoyo tanto en el ámbito escolar como en mi vida personal. Por ser como un padre para mí y amigos, gracias, siempre seremos sus "hijitos".

A todos y todas mis profesores (as) quienes han contribuido a mi formación académica, que además de aportar conocimientos; me han brindado consejos y amistad, e inculcado en mí el deseo de que siempre se puede aprender algo más, dentro pero sobre todo fuera de las aulas.

Continuamente he expresado que los amigos son una segunda familia que cada quien escoge, a todos y cada uno de ustedes, algunos desde el inicio de nuestra carrera y a otros que en el camino nos

encontramos; les dedico este éxito y agradezco por permitirme conocerlos y compartir con ustedes malos pero sobre todos buenos y gratos momentos, que sean muchos más.

A mis amigas Ely, Jennifer, Leslie, Leo, por constantemente acompañarme en los buenos tiempos y sobre todo apoyarme en los malos, al siempre escucharme y por sus consejos. Me han brindado lo mejor de este mundo, su amistad y lealtad incondicional, gracias.

A Ubaldo Martínez Sosa, por brindarme tu más sincera amistad y cariño durante años, además de todas las enseñanzas, experiencias y lecciones que aprendimos juntos; sobre todo los mejores momentos de la universidad, no podría expresar todo lo que significas en mi vida, simplemente gracias, te abrazo hasta allá.

Finalmente, quiero dedicar este trabajo a mi alma mater, la UNAM y especialmente a Ingeniería Agrícola en ella encontré a personas fundamentales para mi crecimiento personal y académico, además de aprendí a ser profesionista, y cada día luchare por colocar su nombre en alto...

¡Por mi raza, hablara el espíritu!

Seguir sembrando la tierra con semillas de conciencia para cosechar nuevas sociedades.

AGRADECIMIENTOS.

A la máxima casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México, que me ha brindado la oportunidad de continuar con mi preparación académica, en especial a Ingeniera Agrícola por todos los conocimientos adquiridos y con ello forjarme como profesionista y mejor ser humano.

A mi asesor de tesis el M. C. Juan Roberto Guerrero Agama, por su paciencia, consejos, apoyo y sobre todo su asesoría para la elaboración y culminación del presente trabajo, que no sería lo mismo sin ella.

También agradezco a mis sinodales el M.C. Oscar Horacio Guillen Ayala, M.I. Martha Elena Domínguez Hernández, Ing. Priscila Anaid Rivera Cruz, Ing. Ángela Sánchez Martínez; por su contribución, disposición y recomendaciones en la dirección del presente trabajo.

Mi más profundo agradecimiento a mi familia quien siempre me apoyo para culminar mis estudios. Por su paciencia y amor incondicional, inculcaron en mí a que cada día puedo ser mejor en todos los ámbitos, y siempre tener una palabra de aliento cuando la necesitaba, no fue fácil, pero lo logramos.

A todas mis amigas y amigos, por todo el apoyo brindado durante años, para continuar en mí camino y para la culminación del presente trabajo.

Finalmente, agradezco a todos aquellos a quienes he conocido en mi camino de la vida y me han dejado su granito de arena; me inspiran a ser mejor cada día y ofrecer lo mejor de mí como persona y profesionista.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>i</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Efecto de los reguladores del crecimiento en las plantas	3
3.1.1. Auxinas	3
3.1.2. Citocininas	6
3.1.3. Giberelinas	8
3.2. Aplicación exógena de reguladores del crecimiento	10
3.2.1. Auxinas	10
3.2.2. Citocininas	11
3.2.3. Giberelinas	13
3.3. Productos comerciales con efecto hormonal para la producción agrícola	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Ubicación del experimento	17
4.2. Diseño experimental	17
4.2.1. Tratamientos	17
4.2.2. Variables evaluadas	18
4.3. Manejo agronómico	19
4.4. Aplicación exógena de reguladores de crecimiento	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1. Ancho de Hoja	21
5.2. Largo de Hoja	25
5.3. Altura de planta	28
5.4. Número de brotes	31

VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	BIBLIOGRAFÍA	35
	ANEXOS	38

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Influencia de la concentración de auxinas sobre la respuesta de crecimiento (estimulación o inhibición) de raíces, yemas y tallos.	4
Figura 2. Comportamiento por tratamiento para la variable largo de hoja en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	21
Figura 3. Velocidad de incremento para la variable ancho de hoja, con relación a los tratamientos en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	22
Figura 4. Comparación de medias para la variable ancho de hoja con relación a los tratamientos, en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	23
Figura 5. Comportamiento por tratamiento para la variable largo de hoja en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	25
Figura 6. Comparación de medias para la variable largo de hoja con relación a los tratamientos, en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	26
Figura 7. Velocidad de crecimiento para la variable largo de hoja, con relación a los tratamientos en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	27
Figura 8. Comportamiento por tratamiento para la variable altura de planta de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	28
Figura 9. Comparación de medias para la variable altura de planta con relación a los tratamientos, en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	29
Figura 10. Velocidad de crecimiento para la variable altura de planta, con relación a los tratamientos en <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	31
Figura 11. Número de brotes nuevos por cada tratamiento en plantas de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> .	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados al follaje en plantas de Kalanchoe (<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>) con sus respectivas dosis.	18
Tabla 2. Comparación de medias de las variables altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja y número de brotes de plantas de Kalanchoe, tratadas con diferentes reguladores de crecimiento.	24

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento donde se emplearon plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*) en etapa vegetativa en macetas de 4", las plantas fueron tratadas con cuatro reguladores de crecimiento aplicados al follaje (Auxinas, Citocininas, Giberelinas y un producto comercial denominado B-9), con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de estos reguladores del crecimiento en forma exógena a nivel de hoja en las plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*). El trabajo se condujo dentro de un invernadero a dos aguas con cubierta de cristal ubicado dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 4 de la UNAM. Los parámetros a evaluar fueron ancho de hoja, largo de hoja, altura de planta y número de brotes, encontrando que las plantas al ser sometidas a los cuatro diferentes reguladores de crecimiento generaron incrementos superiores a las plantas testigo en todos los parámetros evaluados; sin embargo, los resultados no fueron significativos a excepción de las plantas tratadas con citocininas para la variable número de brotes, permitiendo tener un mayor tamaño de planta a partir del incremento del follaje. De tal forma, se establece que no es recomendable la aplicación exógena de reguladores de desarrollo para incrementar la calidad de plantas de Kalanchoe, a excepción de la utilización de citocininas, que promueven una mayor brotación y con ello aumenta el volumen del follaje, dando mejor presentación comercial.

INTRODUCCIÓN

Independientemente de sus posibles usos y factores socio-culturales, todas las plantas de ornato basan su atractivo en cualidades estéticas, tales como color (tanto en hojas o brácteas como en flores que sean atractivas), textura, porte llamativo, forma, así como posibles aceites volátiles de aroma agradable (Bañon y Martínez, 2010). En general, suelen carecer de espinas u otras estructuras punzantes o urticantes, salvo excepciones como la rosa y se da una tendencia a emplear flores de gran tamaño, y generalmente se potencia el empleo de especies exóticas (Lorenzo-Cáceres, 2012).

La regulación del crecimiento de las plantas ornamentales con fines comerciales es un aspecto vital en la producción de estas especies, puesto que permite mejorar su calidad visual (tamaño, compacidad, ramificación y color) y su calidad fisiológica que puede mejorar la resistencia a estrés, salida del reposo, mejorar la postcosecha, entre otros aspectos (Bañon y Martínez, 2010). Existen diversos trabajos de investigación en plantas de ornato tratadas con diferentes reguladores de crecimiento para determinar si el uso de estos resulta en plantas con una mejor calidad, encontrando diferencia entre la aplicación de auxinas, citocininas y giberelinas, dando respuestas diversas según la especie a tratar, pudiendo generar mayor ancho o largo de hoja, altura de planta o número de brotes, por la aplicación de algún regulador, pero la concistencia de los resultados no permite definir una actuación de una hormona adicionada en forma exógena, que permita definir su utilización en la producción de ornamentales, sin importar la especie que se trate.

Con este trabajo, se busca que las plantas tengan una mejora en altura, estructura, dosel vegetal para la obtención de plantas con mejor presentación comercial, por actuación de auxinas, citocininas o giberelinas, aplicadas en forma exógena.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento en forma exógena a nivel de hoja, en plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*).

Objetivos particulares

- Comparar el efecto de cuatro reguladores de crecimiento aplicados en forma exógena, en el desarrollo de plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*).
- Determinar cuál de los reguladores de crecimiento permite incrementar el dosel vegetal de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*).

Hipótesis

- Los reguladores de crecimiento están directamente relacionados con el crecimiento de las plantas, por lo tanto, la aplicación exógena de alguno de ellos en plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*), generará un mayor dosel vegetal.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Efecto de los reguladores del desarrollo en el crecimiento de las plantas

En forma natural, las hormonas tienen una actuación en todos los procesos fisiológicos de las plantas, siendo sintetizadas por el mismo vegetal, que las envía para que se lleve a cabo algún proceso que puede generar cambios morfológicos de sus tejidos, lo cual puede ser aprovechado para mejorar características deseables a nivel comercial.

3.1.1. Auxinas

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas; siendo la forma predominante en las plantas el ácido indolacético (AIA), muy activo en bioensayos y presente comúnmente en concentraciones nanomolares. Otras formas naturales de auxinas son el ácido 4-cloro-indolacético (4-CIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indol butírico (AIB) y el ácido indol propiónico (AIP) (Ludwig-Müller y Cohen 2002).

Las auxinas se sintetizan principalmente en el ápice primario de la planta, tienen una distribución en la planta basípetalo a través de floema; por lo que la dominancia apical es de uno de los factores controlados por esta hormona, la presencia de la yema apical reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, pero si esta es removida se observará que las yemas laterales comienzan a brotar y a producir la ramificación del vegetal (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Las auxinas controlan la división celular en el cambium donde ocurre la diferenciación de las células que darán origen a los elementos de floema y xilema.

Su mayor efecto se advierte en la diferenciación del xilema. El número de elementos de xilema que se forman en tallos decapitados tratados con AIA es proporcional a la cantidad de hormona aplicada (Jordán y Casaretto, 2007).

Las auxinas promueven el crecimiento de las plantas principalmente por un aumento de la expansión celular y su grado de acción va a depender de la concentración de la hormona y del órgano del que se trate. (Jordán y Casaretto, 2007). En particular, el crecimiento de raíces, yemas y tallos aumenta con la concentración de auxina hasta alcanzar respuestas máximas, con concentraciones supra óptimas; reducen el crecimiento hasta inhibirlo (Figura 1), llegando a producir, incluso, la muerte de la planta. (Acosta, *et al.*, 2008).

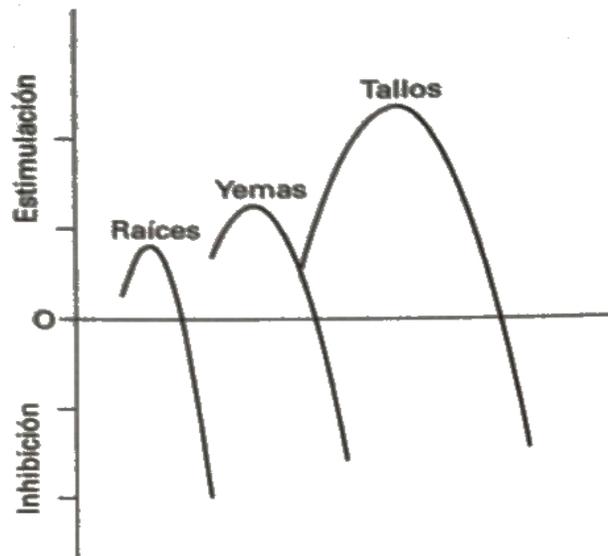


Figura 1. Influencia de la concentración de auxinas sobre la respuesta de crecimiento (estimulación o inhibición) de raíces, yemas y tallos. (Fuente: Azcón- Bieto y Talón, 2008).

Las auxinas en interacción con otras hormonas ejercen en efecto característico sobre la diferenciación celular, promoviendo el crecimiento de las plantas

principalmente por un aumento de la expansión celular y la formación de órganos adventicios (Rojas y Ramírez, 1993).

Entre las respuestas relacionadas a la actuación de auxinas, se encuentra el crecimiento de los tallos y raíces, encontrando Jordán y Casaretto (2007) que la concentración óptima para promover alargamiento de tallos es entre 10^{-6} y 10^{-5} M; sin embargo, en raíces esta concentración es muy alta y retarda su crecimiento.

Las auxinas están íntimamente asociadas a la división celular en el proceso de rizogénesis, pero si bien el crecimiento de la raíz principal se inhibe a concentración de 10^{-8} de auxinas, la producción de raíces laterales y adventicias se ve favorecida por concentraciones altas de auxinas. Las auxinas promueven la división de grupos de celular preformados cercanos a la zona del periciclo, las que paulatinamente formaran el meristemo de raíz que atravesara el córtex y emergerá de la epidermis. Se sabe que es necesario el transporte acrópetalo de las auxinas para el inicio de las divisiones en los grupos pre formados de células y para promover y mantener la división viabilidad de las células durante el desarrollo de las nuevas raíces (Cossio, 2013).

Durante el proceso de fructificación, el flujo de auxina entre el órgano y el eje de la planta es determinante, pues hace posible que en la zona de abscisión se mantengan unos niveles adecuados de auxina que impedirán la separación del órgano. Se consideran niveles adecuados aquellos que mantienen a las células de la zona de abscisión en estado de insensibilidad (sin respuesta) al etileno. Cuando el cambio de la auxina se modifica por alguna causa, haciendo que los niveles de auxina sean menores en la zona de abscisión, las células se vuelven sensibles al etileno y se inicia el proceso de separación (Acosta, *et al*, 2008).

Jordán y Casaretto (2007) mencionan que las auxinas también están relacionadas con fenómenos de tropismos, que son movimientos de crecimiento direccionales en respuesta a un estímulo también direccional. El efecto que tienen las auxinas sobre el crecimiento de tallos y raíces es importante para controlar los tropismos y estas respuestas se concretan con curvaturas, giros o inclinaciones que realizan los tallos y raíces hacia un estímulo de luz (fototropismo) de gravedad (geotropismo o gravitropismo) o de contacto (tigmotropismo).

3.1.2. Citocininas

Las citocininas son hormonas esenciales en el accionar de varios procesos vinculados al crecimiento y desarrollo (produciendo una variedad de procesos fisiológicos, metabólicos y bioquímicos) de las plantas y relacionados a la acción de varios genes. Esta hormona se sintetiza en cualquier tejido vegetal: tallos, raíces, hojas, flores, frutos o semillas, aunque se acepta generalmente que es en las raíces donde se producen las mayores cantidades de estas hormonas, y pueden encontrarse en la planta como bases libres o formando conjugados con diversos químicos que se une a la purina o cadena lateral (Jordán y Casaretto, 2007).

De acuerdo con Cossio (2013) en la actualidad hay descritas alrededor de 35 especies químicas de citocininas en las plantas, incluidas las bases libres y sus múltiples conjugados, pero en general su actuación está implicada en los aspectos siguientes:

- La división celular en cultivos de tejidos vegetales no meristemáticos, al afectar los puntos de control que regulan el paso de la célula a través de la división del ciclo de división celular, además las citocininas también estimulan la fase M, probablemente por la activación de una fosfatasa.

- El alargamiento de células en discos de hojas etioladas, incluso en hojas ya desarrolladas.
- Modifican la dominancia apical y promueven el crecimiento lateral de yemas vegetativas (caulogénesis). Debido a que las citocininas estimulan la división y expansión celular, participan en el inicio de las yemas laterales, y su posterior crecimiento.
- Regulan y retrasan la senescencia sobre todo si se aplican sobre las hojas, retrasando el tiempo de desaparición de clorofila y su degradación. Los niveles elevados de citocininas no solo bloquean la senescencia, además evitan la sobreproducción de citocininas. Son los reguladores naturales de la senescencia.
- Promueven el movimiento de los nutrientes, influyendo en el movimiento de éstos, a las hojas desde otras partes de las plantas conocido como movilización de nutrientes inducida por citocininas (Taiz y Zeiger, 2006).
- Influyen sobre la inducción floral; sobre plantas que requieren acumular horas frío o días largos para la floración. Segura (2008) encontró en *Sinapis alba* (una planta de día largo), que la inducción fotoperiódica de la floración conduce a un incremento en la concentración de citocininas en la yema vegetativa apical, inmediatamente antes de que se inicie la serie de procesos que causan su transformación en meristemo floral. Este hecho viene precedido por un incremento transitorio en los niveles de citocininas del flujo xilemático, lo que sugiere que las citocininas procedentes de las raíces participan en la inducción floral de *Sinapis alba*.

3.1.3. Giberelinas

Las giberelinas (GA's) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo en los vegetales superiores. Existen 74 en plantas superiores, 25 en el hongo *Gibberella*, en las semillas de chayote (*Sechium edule*) hay al menos 20 giberelinas, mientras que las semillas de judía común (*Phaseolus vulgaris*) contienen alrededor de 16, aunque la mayoría de las especies contienen un número menor (Salisbury y Ross, 2000). Son un amplio grupo de compuestos relacionados, del que se conocen más de 125 y a diferencia de las auxinas, se definen más por su estructura química que por su actividad biológica (Taiz y Zeiger, 2006).

Estas hormonas, generalmente se movilizan a tejidos jóvenes en crecimiento tales como puntas de tallos y raíces y hojas inmaduras y no exhiben una polaridad en el transporte como en el caso de las auxinas (Cossio, 2013). Las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas en el efecto del alargamiento de las células y el tallo, pero no son idénticos (Bidwell, 1979).

Entro los efectos fisiológicos en crecimiento vegetativo, donde actúan las giberelinas, se encuentran:

- Alargamiento de tallos. La aplicación de giberelinas promueve el alargamiento de entrenudos en muchas especies; en su mayoría plantas enanas, en roseta y herbáceas, reportando a GA₃ como responsable en su mayoría de este efecto. (Salisbury y Ross, 2000). Siendo su punto de acción los meristemos intercalares.
- Promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas, particularmente en aquellas de día largo, aunque no en aquellas de día

corto, en especial las de crecimiento en roseta, salvo algunas excepciones (Cossio, 2013).

- En asociación con fitocromos, cumplen un papel en la inducción de la floración; en particular, aunque de manera no conocida, iniciando señales a genes meristemáticos del tipo *agamous* (vinculados a la diferenciación de estructuras florales tales como pétalos, estambres, carpelos, entre otros) (Yu *et al.* 2004).
- Promueven el desarrollo de muchos frutos, inducen partenocarpia y su crecimiento en especies donde las auxinas parecen no tener efecto (Taiz y Zeiger, 2006).

Interacción entre hormonas.

- En trabajos de tejidos de tabaco por Skoog y Miller en 1965, determinaron que dependiendo la relación existente entre auxinas/citocininas se pueden estimular la formación de raíces en un balance favorable a auxinas /bajas de citocininas (rizogénesis), mientras que de brotes o tallos se da con un balance favorable hacia citocininas (organogénesis) y a valores intermedios el tejido crece como callo indiferenciado.
- Aunque la dominancia apical está directamente relacionada con las auxinas; por la relación entre ambas hormonas vegetales ya explicada, una concentración mayor de citocininas con respecto a auxinas puede inhibir la dominancia apical en algunas especies vegetales. Debido a que las citocininas estimulan la división y expansión celular, participan en el inicio de las yemas laterales, y su posterior crecimiento.

Al observar los diversos eventos en los cuales intervienen las hormonas vegetales, se puede determinar que tienen una importante participación en eventos relacionados con la calidad de plantas ornamentales, pues en algunas de ellas buscamos hojas y/o flores más grandes, así como tallos más largos o en mayor número, de tal forma que es posible que la aplicación de reguladores de desarrollo aplicados en forma exógena, generen una mayor calidad de las plantas en maceta y con ello se aumente el valor comercial de las mismas.

3.2. Aplicación exógena de reguladores del desarrollo

Hacer uso de compuestos que actúan como reguladores de crecimiento no es una práctica común, en la producción de especies ornamentales; sin embargo, se puede llevar a cabo la aplicación en forma exógena con la finalidad de tener respuestas a necesidades específicas, como son el alargamiento de entrenudos, cambios en las hojas, estimular la floración, entre otros aspectos.

3.2.1. Auxinas

La aplicación de forma exógena de auxinas, se utiliza desde hace más de 50 años, siendo utilizados en un principio como herbicidas debido a su estabilidad (Acosta y Bañón, 2008). Las auxinas pueden aplicarse en forma de aerosol o de polvo y tiene varias aplicaciones en agricultura, entre las que se encuentran (Jordán y Casaretto, 2007):

- Propagación. El enraizamiento mejora si el esqueje es sumergido en una solución de auxinas, debido a que promueven el inicio de las raíces adventicias en el extremo cortado (Taiz y Zeiger, 2006).
- Floración e inducción de frutos partenocárpicos. Induce el desarrollo floral en varias especies y con el crecimiento normal de frutos; como el ejemplo clásico de los aquenios de frutilla que fallan en completar su crecimiento cuando se les

ha retirado las semillas (fuentes de auxina endógena); sin embargo, la aplicación de auxina a estos frutos sin semillas es capaz de restaurar el desarrollo de frutos normales (Jordán y Casaretto, 2007).

- **Prevención de caída de frutos.** En cultivares de manzano y peral, particularmente en los de maduración temprana, se observa con frecuencia una caída de frutos días antes de la época de cosecha. Este trastorno puede ser prevenido con aspersiones de baja concentración de ácido naftalenacético (ANA), ANAm o 2, 4,5-TP ácido (2(2, 4,5-triclorofenoxi propionico). Alar (daminozida) fue usado para este fin por considerarse como un agente retardador de la síntesis de etileno. Se debe considerar también que la época de aplicación de daminozida es importante para lograr un buen control de la caída de frutos (Ramírez, 2003).
- **Herbicida.** La aplicación de auxinas a altas dosis muestra efectos fitotóxicos; de ahí, la creación de herbicidas auxínicos con numerosas posibilidades de empleo según a la clase que pertenece, las circunstancias agrícolas y los cultivos en que se emplean.
- **Biología.** En cultivo de tejidos, se emplean combinadas con citocininas durante la etapa de multiplicación o sin ellas, en la etapa de enraizamiento. Resultan esenciales para el cultivo de meristemas, en los procesos de morfogénesis directa e indirecta, en la inducción de embriogénesis somática, en el enraizamiento de micro esquejes y actúan promoviendo el crecimiento de ápices caulinares (Boeri, 2015).

3.2.2. Citocininas

Los reguladores sintéticos con la benciladenina (BA), la Furfurilaminopurina (Kinetina) y Tidiazurón (TDZ), son más potentes que las hormonas naturales

endógenas (zeatina, trans-zeatina o isopentiladenina), debido no solo a sus particularidades específicas, sino también, salvo algunos reportes contrarios, las artificiales no pueden ser degradadas o metabolizadas por el tejido (Jordán y Casaretto, 2007).

Según Segura (2008) el empleo de citocininas en forma exógena está siendo cada vez más generalizado y gran importancia económica; ya que la agricultura dispone de productos comerciales lo suficientemente específicos y eficientes para ejercerlos, siendo las principales aplicaciones, las siguientes:

- La industria de micropropagación está basada en la capacidad de citocininas, ya sea solas o en combinación de auxinas, para promover el rebrote de las yemas axilares y preformación de tallos adventicios.
- La inhibición del alargamiento del eje principal de las raíces; debido a que esta aplicación crea niveles supra óptimos que resultan inhibidores. .
- Germinación de semillas sensibles a la luz. En semillas de lechuga, la aplicación de citocininas exógenas suplen el estímulo de la luz roja o actuar sinérgicamente con los fitocromos.
- Síntesis de pigmentos. el sinergismo de citocininas y la luz, se demuestra en la acumulación de antocianina en mostaza y síntesis de betalaína en plántulas de *Amaranthus*, proceso controlado también por fitocromos.
- El retraso de la senescencia tanto de hojas en la planta como de aquellas que se aíslan e incuban en la oscuridad. Esto como consecuencia de la habilidad de las citocininas para movilizar sustancias hacia áreas tratadas con ellas, transformándose en sumideros con elevada actividad metabólica conocido como acumulación dirigida por citocininas.

- Incremento de ramificaciones en arboles de interés frutícola y ornamental, debido a la capacidad de las citocininas para reducir la dominancia apical.
- En combinación con giberelinas, para controlar la forma y tamaño de frutos de algunas variedades de manzano.

3.2.3. Giberelinas

La giberelina disponible comercialmente que se utiliza es el ácido giberélico (GA₃), que se obtiene por la fermentación de los extractos del hongo *Giberella* son aplicadas por pulverización o baño, empleándose en:

- Transición de fase juvenil a fase adulta: Según el tipo de especie, la aplicación de GA's puede llevar estas condiciones en un tipo determinado de explante en uno u otro sentido. De esta manera, es posible además lograr acelerar la entrada a la floración en condiciones muy tempranas sin que la planta haya completado su fase juvenil. GA₄ junto con GA₇ son usadas en la práctica para inducir la floración temprana en *Pinus sp.*, *Taxus* de 4 meses y *Cupressus* de 2 años, lo que significa una gran alternativa en programas de mejoramiento genético a nivel forestal al contar de esta manera con ciclos reproductivos más cortos (Stuart y Cathey 1961).
- Producción de frutos: Al estimular el desarrollo del tallo principalmente en plantas de uva, permite que las uvas no se compacten, debido al crecimiento de fruto y sean menos susceptibles a infecciones por hongos y aumentar el tamaño de las bayas de uva sin semilla de las variedades Thomson (Salisbury y Ross, 2000). En manzana la combinación de una citocinina (benciladenina) + GA₄ + GA₇ promueven la elongación del fruto, utilizándose solo para la apariencia pues no afecta a la calidad o la producción. (Taiz y Zeiger, 2006) mientras que en los cítricos auto incompatibles incrementan el

cuajado del fruto, además del retardar el cambio de coloración de verde a naranja, un tratamiento que, además, previene diversas alteraciones de la corteza (Iglesias y Talón, 2008).

- **Industria cervecera:** Para la obtención de malta en la elaboración de la cerveza, se utilizan plántulas de cebada (*Hordeum vulgare*) a temperaturas que maximizan la producción de enzimas hidrolíticas por la capa de aleurona. Algunas veces se emplean las giberelinas para acelerar el proceso de obtención de malta (Taiz y Zeiger, 2006).
- **Producción de caña de azúcar:** El azúcar de la caña (sacarosa) se acumula en la vacuola. Su contenido por planta a cosechar depende por lo tanto del tamaño que ésta pueda alcanzar. Aplicaciones de GA's estimulan la altura de la planta (mayor biomasa) así como el contenido de sacarosa (Jordán y Casaretto, 2007).
- **Biotecnología:** Con el fin de obtener plantas libres de patógenos, se hace cultivo de meristemas *in vitro*, que al ser aislados y cultivados es posible inducir a partir de ellos la formación de raíces y plantas libre de enfermedades. Esto aumenta fuertemente la producción especialmente en plantas de propagación asexual (bulbos, tubérculos, estolones, y/o material multiplicado por estacas, etc.), en especial si se trata de plantas elite, escasas o de gran valor comercial o cultural. Lo mismo ocurre en la producción y comercialización de flores y plantas ornamentales. Además, actualmente los mercados exigen el comercio de plantas sanas. El rol de GA's en esta técnica es doble: primero los tejidos meristemáticos extraídos (ápices caulinares de mayor tamaño) requieren de GA's para poder crecer en esta primera fase, además de otras hormonas. En segundo lugar, es posible realizar un tratamiento previo con GA's a plantas madres con objeto de estimular previamente su crecimiento el cual, en condiciones de altas

temperaturas y humedad, favorece la extracción de ápices igualmente libres de los patógenos (Jordán y Casaretto, 2007).

- Inhibidores de la síntesis de giberelinas: Se utilizan en cultivos ornamentales como en las lilas, crisantemos y nochebuenas, donde se consigue restringir el crecimiento de estas por medio de inhibidores de la síntesis de giberelinas como el ancimidol (A-Rest) o paclobutrazol (Bonzi) para la obtención de plantas más pequeñas y compactas y en especies arbustivas se utilizan para la reducción de su crecimiento donde estas plantas se ubican en márgenes de carretera. En el caso de los cereales también son empleados para evitar el acamado de los cultivos, estos ocasionan que las plantas tratadas con inhibidores de la síntesis de giberelinas, tengan tallos con entrenudos más cortos; reduciendo la tendencia de las plantas a doblarse hacia el suelo; aumentando con esto el rendimiento del cultivo al momento de la cosecha (Taiz y Zeiger, 2006).

3.3. Productos comerciales con efecto hormonal para la producción agrícola

Existen en el mercado diversidad de productos elaborados con reguladores de crecimiento, los cuales pueden estar elaborados con base a un regulador de crecimiento o de la composición de dos o más de estos reguladores para estimular o inhibir un proceso fisiológico de los cultivos (enraizamiento, división celular, maduración y amarre de frutos; entre otros).

De acuerdo con el Diccionario de Especialidades Agroquímicas (2016) se encuentran registrados cuarenta y dos productos con acción hormonal (consultar anexos) para diversos cultivos, de los cuales:

- Cinco productos están elaborados con auxinas, que son empleados para la formación y desarrollo radicular en diferentes cultivos de hortalizas, frutales, frutillas, cereales y cultivos de ornamentales.
- Para el caso de las citocininas, existen cinco productos registrados, estos tienen como función promover la división y diferenciación de nuevos tejidos, la inhibición de la dominancia apical, con el fin de mejorar la calidad de las plantas y maximizar su rendimiento, en cultivos de hortalizas en general, frutales y frutillas, así como en cultivos de cereales en etapa de amacollamiento y espigue, así como en algunos cultivos ornamentales.
- Se registran siete productos elaborados con giberelinas a diferentes concentraciones adquiridos con diversidad de usos que abarcan desde: romper la dormancia en yemas y semillas, estimular la germinación, alargamiento celular, potencializar las etapas del crecimiento, inducción floral y llenado y madurez de frutos para el aumento de su calidad; en cultivos de hortalizas, frutales, cereales y ornamentales (rosa y noche buena).
- También se encuentran registrados 25 productos elaborados con la combinación de dos o más reguladores de crecimiento, con variedad de aplicaciones como: regeneradores radiculares, estimulan las funciones metabólicas de las plantas para un mejor aprovechamiento de agua y nutrientes, dando como resultado plantas más vigorosas, y con el fin de incrementar y potencializar las etapas de floración y fructificación para el aumento de rendimiento en los cultivos de hortalizas, frutales, cereales, ornamentales y pastos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en el invernadero 1 de Ciencias Agrícolas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. El invernadero es tipo dos aguas, con cubierta de cristal en la parte de paredes y con policarbonato de calcio en cumbrera, teniendo una intensidad de luz del 80%; además de la colocación de malla sombra, que permite el ingreso de un 50% de luz.

4.2. Diseño experimental

El experimento fue conducido bajo un diseño completamente al azar, al contar con muestras homogéneas con respecto a contenedor, luz, riego, tipo de sustrato, humedad y planta, considerando cinco tratamientos, con cinco repeticiones cada uno, dando un total de 25 unidades experimentales, cada una consistió de una planta colocada en maceta de 4", con una altura inicial de 13 a 15 centímetros.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante un Análisis de Varianza y comparación de medias DMS de Fisher con $\alpha = 0.01$ con el programa Minitab v18®.

4.2.1. Tratamientos

Las plantas de Kalanchoe, se ubicaron en condiciones similares dentro del invernadero, teniendo únicamente como diferencia los tratamientos que se llevaron a cabo con la aplicación de tres reguladores de crecimiento, un producto comercial y un testigo que sirvió de comparación, quedando como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados al follaje en plantas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*) con sus respectivas dosis.

Tratamiento	Regulador de crecimiento utilizado	Dosis empleada
T1	B-9 (producto comercial)	1g/L
T2	Auxinas (ANA)	40 mgL ⁻¹
T3	Giberelinas (GA ₃)	60mgL ⁻¹
T4	Citocininas (Kinetina)	40mgL ⁻¹
T5	Testigo No se aplicó ningún regulador de crecimiento)	

4.2.2. Variables evaluadas

Se llevó a cabo un muestreo cada 15 días, durante un periodo de 90 días, después de iniciada la aplicación de tratamientos; se estimaron aquellos componentes que permitieran dar mayor tamaño de follaje y particularmente de hojas, siendo los siguientes:

- Longitud de hoja en centímetros: En cada muestreo, se tomaron cuatro hojas de la parte media de la planta, midiendo con vernier desde el borde basal de la hoja, sin tomar el peciolo, hasta el ápice. A partir del primer muestreo, se etiquetaron las hojas, para asegurar la medición de las mismas en cada toma de datos, hasta el final de la evaluación.
- Ancho de hoja en centímetros: Las mismas hojas tomadas para la longitud, fueron medidas con vernier, manejando la parte central de la hoja.
- Altura de planta en centímetros: se tomó la medida con una regla metálica, desde la base de la planta (cuello de la planta) hasta la parte superior de planta.

- Número de brotes: Se realizó únicamente en el último muestreo contando cada uno de los nuevos brotes presentes en las plantas de cada tratamiento.

4.3. Manejo agronómico

Se utilizaron esquejes previamente enraizados de plantas de *Kalanchoe blossfeldiana* de entre 13 y 15 cm de altura, que fueron trasplantados en macetas plásticas de 4", utilizando como sustrato una mezcla de tierra para maceta, tierra negra y hojarasca en relación 1:1:1. Ocho días previos al trasplante fueron tratadas con insecticida COSTER 5G (Terbufos 5%) como método de prevención para posibles plagas en sustrato.

Las plantas fueron ubicadas dentro del invernadero; dando un periodo de adaptación de ocho días y se realizó la medición inicial de las variables de respuesta. Teniendo las medidas iniciales de las plantas a tratar, se prosiguió a la aplicación exógena al follaje de los reguladores de desarrollo a cada unidad experimental, según tratamiento. La primera medición se tomó a los ocho días pasando la aplicación de las soluciones hormonales, las siguientes mediciones se ejecutaron cada quince días, durante el periodo comprendido entre los meses de octubre de 2015 a enero de 2016.

El riego de las plantas se realizó cada quince días o cuando la humedad en sustrato fuera aparentemente escasa, debido a que esta especie no es exigente en cuanto a la humedad en suelo y los excesos provocan podredumbre en tallo, así como proliferación de pulgón y cochinilla algodonosa. Por ello, en cada muestreo, se monitoreo la ausencia o presencia de plagas en el cultivo, teniendo como precedente la aplicación de COSTER 5G (Terbufos 5%) como primer método preventivo de plagas, posterior a este se siguió el monitoreo de plagas.

4.4. Aplicación exógena de reguladores del desarrollo

De acuerdo a la concentración de cada tipo de regulador de crecimiento, se consideró la concentración de hormonas con las cuales se preparó un litro de solución con cada regulador de crecimiento a utilizar para el ensayo experimental (consultar anexos). Una vez listas las soluciones hormonales reguladoras de crecimiento las plantas fueron asperjadas con atomizadores manuales cubriendo todo el follaje de la planta, hasta alcanzar un punto de goteado en el follaje, una vez aplicadas las soluciones reguladoras de crecimiento las plantas tratadas se acomodaron de acuerdo al arreglo experimental mencionado. Todos los tratamientos fueron aplicados a las plantas el mismo día, iniciando así el conteo de días para las posteriores mediciones.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Ancho de Hoja

Durante los 90 días de toma de muestra en cuanto a ancho de hoja, se observó que no existe una diferencia estadística entre el comportamiento de las plantas en los diferentes tratamientos; sin embargo, las plantas testigo tuvieron un aumento de ancho de hoja menor al de las plantas de los otros tratamientos, siendo el de mayor incremento entre la primera toma de muestra a la final en aquellas a las que se aplicó el producto B-9 (Figura 2). En general todas las plantas tratadas con reguladores del desarrollo tuvieron mejor comportamiento que las plantas testigo debido a la actividad de división y distención celular que generan estos compuestos; siendo las tratadas con el producto B9, quienes tuvieron mayor respuesta, presentando un 31% más de ancho de hoja que las plantas sin aplicación de algún regulador de crecimiento, lo cual puede ser resultado del mecanismo de acción del producto, debido a que estimula la producción de citocininas relacionadas con la división celular.

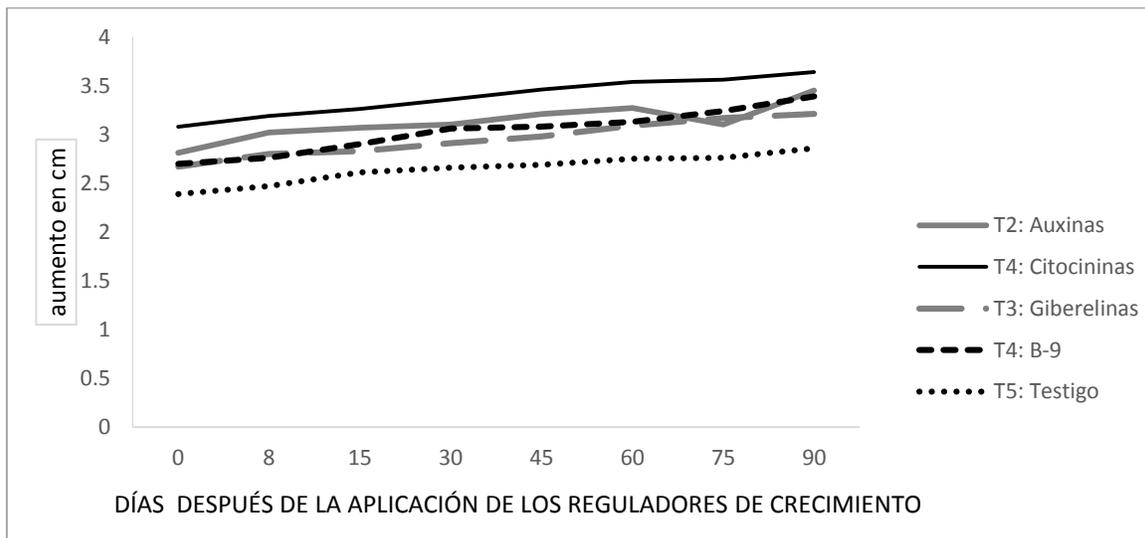


Figura 2. Comportamiento por tratamiento para la variable ancho de hoja en *Kalanchoe blossfeldiana*.

En cuanto a la velocidad de incremento a través de los 90 días después de la aplicación de reguladores de desarrollo en forma exógena a plantas de *Kalanchoe* se observa un crecimiento constante y similar entre todos los tratamientos (Figura 3); existiendo pequeñas variaciones que no pueden ser atribuidas a la aplicación de productos, sino al comportamiento fenotípico y genotípico de la especie. De tal forma, los tratamientos no presentan diferencias que determinen un mejor comportamiento por la aplicación de reguladores en forma exógena.

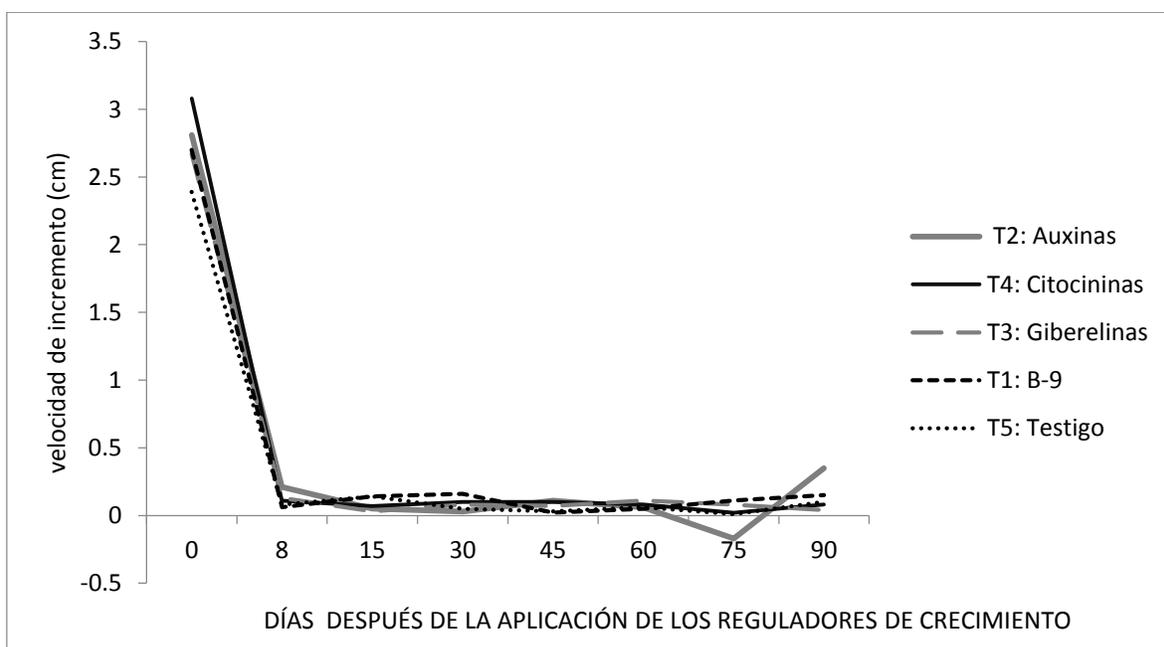


Figura 3. Velocidad de incremento para la variable ancho de hoja, con relación a los tratamientos en *Kalanchoe blossfeldiana*.

Sin embargo, al observar la última medición de la variable ancho de hoja, existe un mayor tamaño en aquellas donde se aplicó citocininas (Figura 4), pero únicamente tuvieron un incremento del 18%, con respecto al tamaño que presentaron en la toma de muestra inicial; mientras que las plantas tratadas con auxinas y giberelinas, tuvieron incrementos del 22 y 20% respectivamente; además, las tratadas con B9, aumentaron un 25% con respecto al ancho de hoja que presentaron en el primer

muestreo. Considerando los valores en ancho de hoja, se puede determinar que la aplicación exógena de cualquier regulador del desarrollo, incrementa el tamaño de las hojas y con ello mejora la calidad de las mismas.

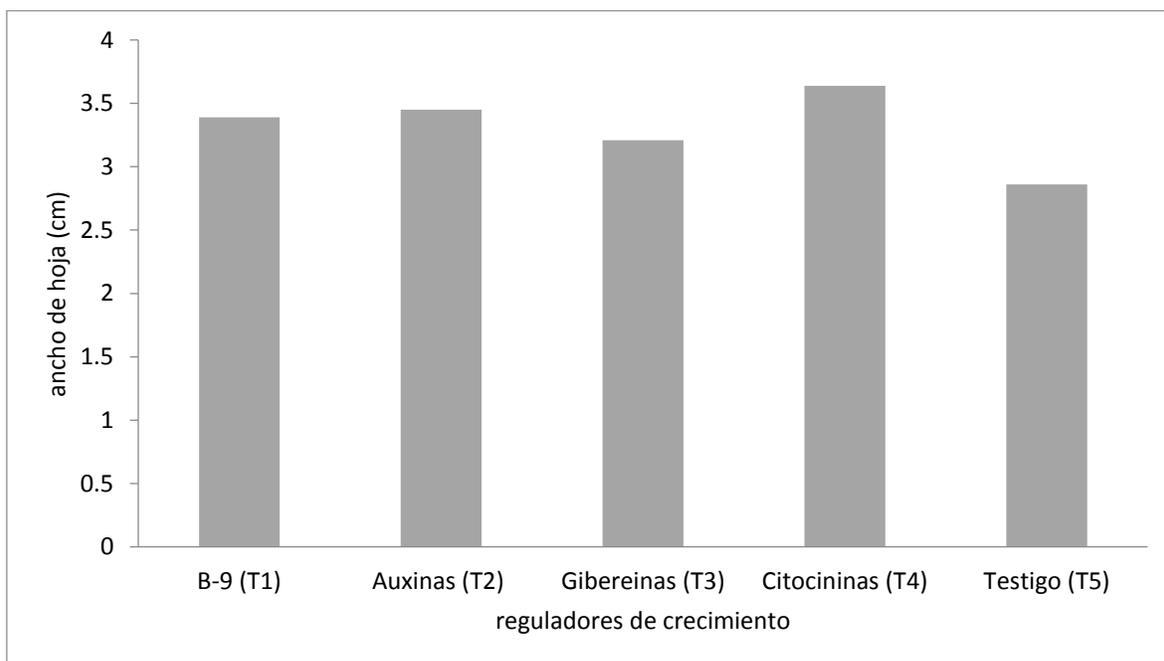


Figura 4. Evaluación final de la variable ancho de hoja con tratamientos de reguladores de crecimiento en *Kalanchoe blossfeldiana*

Estos resultados son diferentes a los reportados por Francescangeli y Zagabria (2010) quienes aplicaron citocininas de forma exógena en plantas de petunia, concluyendo que las citocininas no modificaban el ancho de la hoja, el perímetro de las hojas y el área foliar total de estas plantas. Pero los resultados son similares a lo encontrado por Romero *et al* (1996) quienes determinaron que la aplicación exógena de citocininas (kinetina) forma mayor superficie foliar, así como mayor acumulación de biomasa de hasta seis veces más en comparación con plantas donde no se adicionó ningún tipo de regulador de desarrollo en plántulas de sietecueros (*Tibouchina lepidota*).

A pesar de observarse diferencias en el ancho de la hoja, entre los diferentes tratamientos, al realizar la comparación de medias (Tabla 2) se encontró que no existe diferencia estadística significativa, por tanto, podemos señalar que no existe un efecto positivo de la aplicación exógena de reguladores de desarrollo, comparado con las plantas que no fueron tratadas, puesto que la aplicación de hormonas en forma exógena no afectó un comportamiento real con respecto a las plantas testigo, en donde no se llevó a cabo ninguna aplicación, lo cual puede indicar que el crecimiento en la variable ancho de hoja está sujeto al crecimiento fenotípico de la propia especie y no observarse ninguna alteración fisiológica que afecte directamente al crecimiento en esta variable. Por tanto, se considera que no es recomendable el gasto de la aplicación de estos productos para mejorar la calidad de plantas de Kalanchoe.

Tabla 2. Comparación de medias de las variables altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja y número de brotes de plantas de Kalanchoe, tratadas con diferentes reguladores de desarrollo.

TRATAMIENTO		ANCHO DE PLANTA (CM)		LARGO DE HOJA (CM)		ALTURA DE PLANTA (CM)		NO. DE BROTES	
T1	AUXINAS	3.45	A*	4.99	A	16.40	A	16	A
T2	B-9	3.39	A	3.95	A B	18.38	A	06	A B
T3	GIBERELINAS	3.21	A	4.45	A B	15.76	A	08	A B
T4	CITOCININAS	3.64	A	4.71	A B	21.44	A	18	A
T5	TESTIGO	2.86	A	3.50	B	18.58	A	06	B

*Letras iguales tratamientos estadísticamente iguales, conforme a la prueba DMS de Fisher ≥ 0.01

5.2. Largo de hoja

Al igual que en la variable ancho de la hoja el comportamiento en crecimiento en la variable largo de hoja (Figura 5) es similar entre todos los tratamientos durante los 90 días que duró la evaluación, posterior a la aplicación de reguladores de desarrollo en forma exógena. Las plantas testigo presentan los valores más bajos con respecto al resto de los tratamientos para la variable largo de hoja, por el contrario, las citocininas presentan los valores más altos; aunado a que este regulador de desarrollo presentó un aumento de tamaño a partir de los 8 días de aplicación que se mantiene hasta el final de la evaluación.

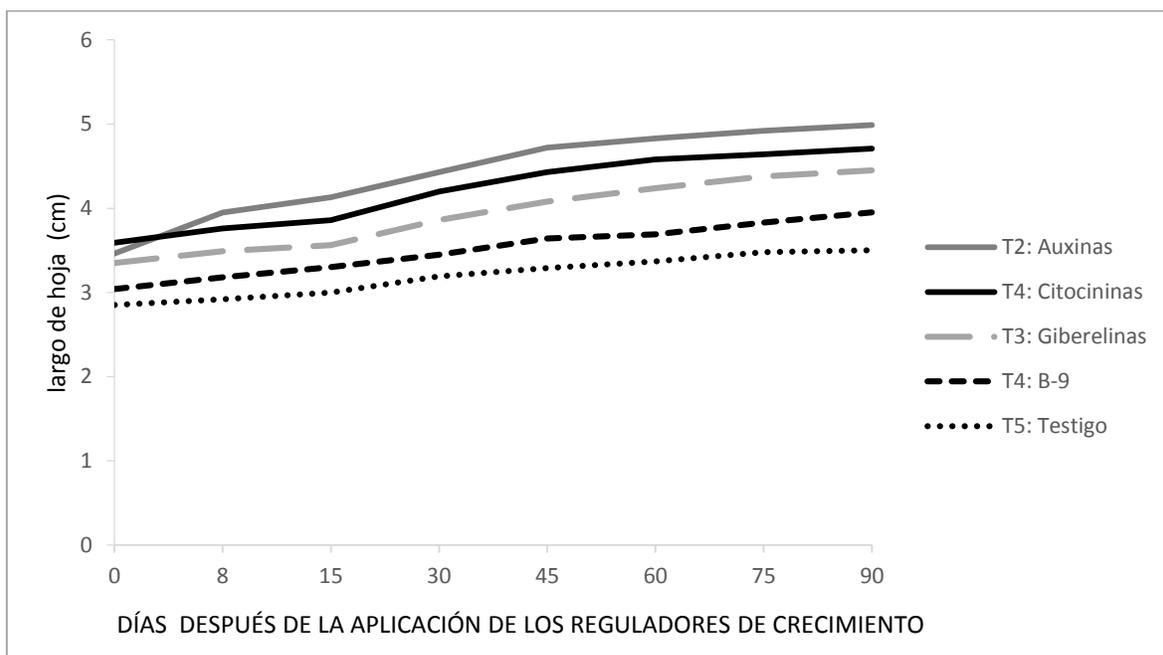


Figura 5. Comportamiento por tratamiento para la variable largo de hoja en *Kalanchoe blossfeldiana*.

Considerando la evaluación final (Figura 6) las auxinas presentaron 1.5 cm de largo de hoja mayor con respecto al testigo; existiendo un diferencial de incremento de 42% en el caso de las auxinas a 16% de testigo tomando en cuenta el dato inicial

antes de aplicación de reguladores de desarrollo. De tal forma al realizar la prueba de comparación de medias por DMS de Fisher, se encontró una diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tabla 2), observando que las plantas tratadas con auxinas, son diferentes estadísticamente a las plantas testigo, pero a su vez estadísticamente iguales a las tratadas con citocininas, gibberelinas y B-9; las cuales, a su vez, son estadísticamente iguales a las plantas testigo. Por este resultado, podemos inferir que sólo la aplicación de auxinas tiene un efecto positivo sobre el largo de la hoja en plantas de *Kalanchoe* y que pudieran dar mejor presentación comercial que podría justificar el costo de la aplicación con esta hormona. El efecto que puede presentarse por la aplicación exógena de auxinas, es que la hormona facilitó los procesos de división y alargamiento celular, teniendo un mayor crecimiento en el largo de hoja.

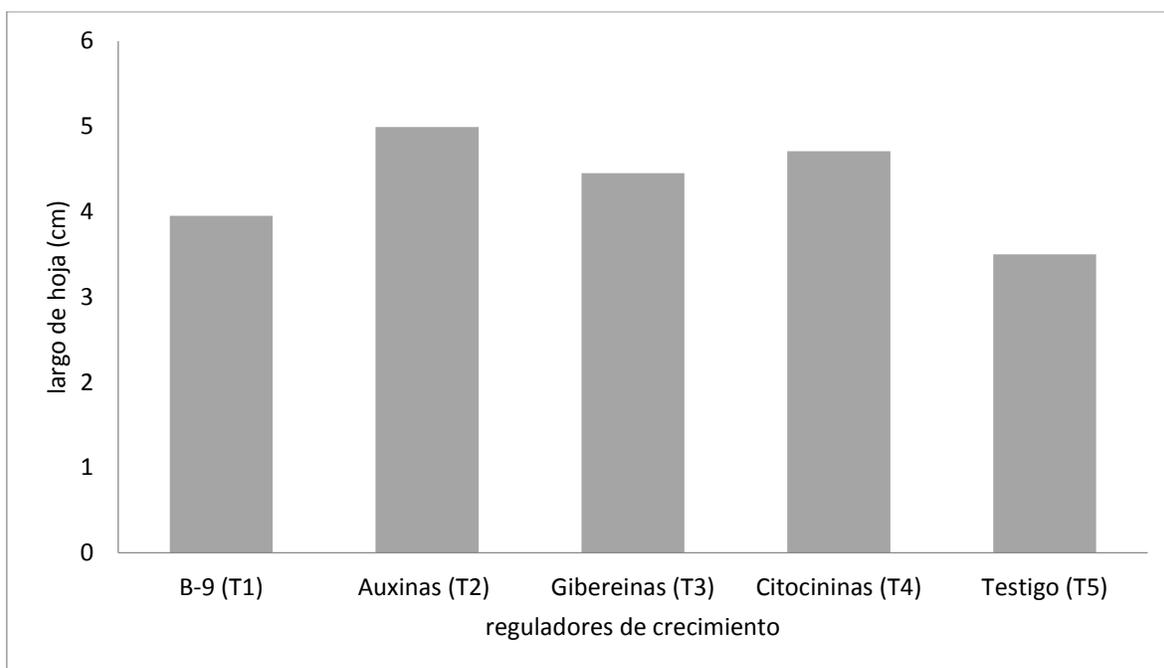


Figura 6. Evaluación final de la variable largo de hoja con relación a los tratamientos, en *Kalanchoe blossfeldiana*.

Estos resultados son similares a los reportados por Francescangeli y Zagabria (2010) quienes concluyeron que la aplicación de citocininas de forma exógena aumenta el largo de la hoja, así como el área foliar individual; modificando en general la arquitectura de las plantas de petunia (*Petunia x hybrida*).

En cuanto a la velocidad de incremento para la variable largo de hoja (Figura 7) al igual que la variable ancho de hoja se observan incrementos sostenidos a lo largo de los 90 días después de la aplicación; teniendo solo un ligero incremento a los 45 días de la adición de reguladores de desarrollo regresando a la velocidad en que se venía comportando inicialmente.

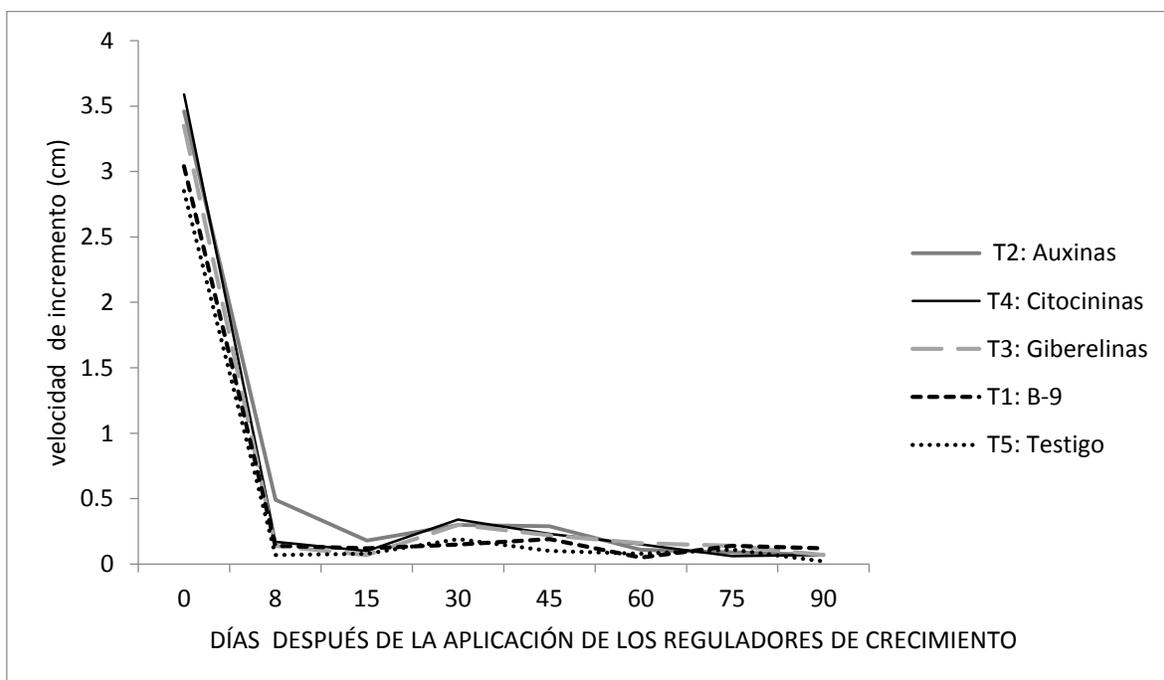


Figura 7. Velocidad de crecimiento para la variable largo de hoja, con relación a los tratamientos en *Kalanchoe blossfeldiana*.

5.3. Altura de planta

Para la variable altura de planta, al igual que el ancho de la hoja, el comportamiento de las plantas tratadas con reguladores de desarrollo no presentan una diferencia estadística significativa con respecto al testigo (Tabla 2); sin embargo, se observa que a aquellas donde se adicionó citocininas, a partir de 60 días de aplicación, presentaron un aumento mayor al que venía manifestando y que mantuvo hasta el final de la evaluación (Figura 8); esta respuesta, puede deberse, al igual que ancho de hoja, por la relación de las citocininas con la inducción de división y expansión celular.

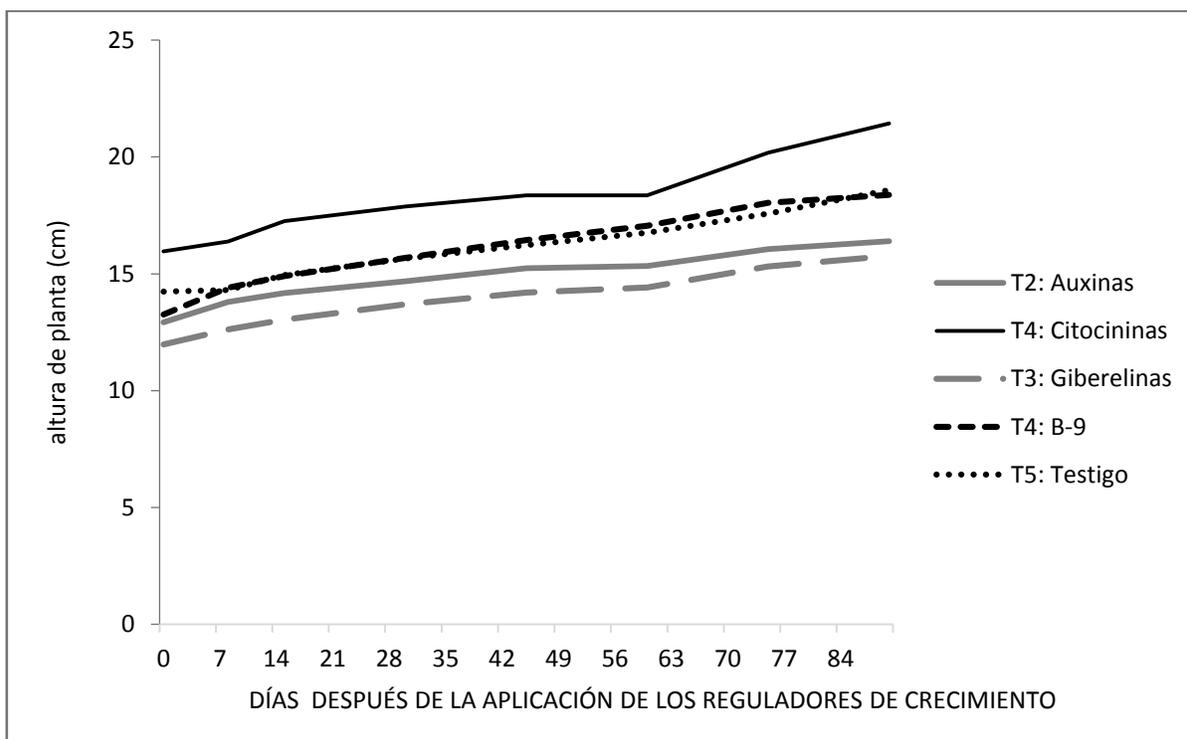


Figura 8. Comportamiento por tratamiento para la variable altura de planta de *Kalanchoe blossfeldiana*.

Considerando el comportamiento final de las plantas tratadas (Figura 9), tomando en cuenta las variables de ancho y largo de hoja, así como la altura de planta podemos inferir que la aplicación exógena de hormonas si tiene un efecto positivo en el número de tallos de las plantas lo cual puede ser debido al aumento de nuevos órganos donde el efecto de hormonas afecta directamente en los meristemos. Sin embargo, el testigo resulto superior en altura de planta con relación a las plantas donde fue aplicado algún regulador de crecimiento a excepción de las citocininas; lo cual demuestra que la relación hormonal puede tener efectos contrarios a lo esperado si consideramos que existe un desequilibrio interno de la planta por las hormonas sintetizadas por ella misma.

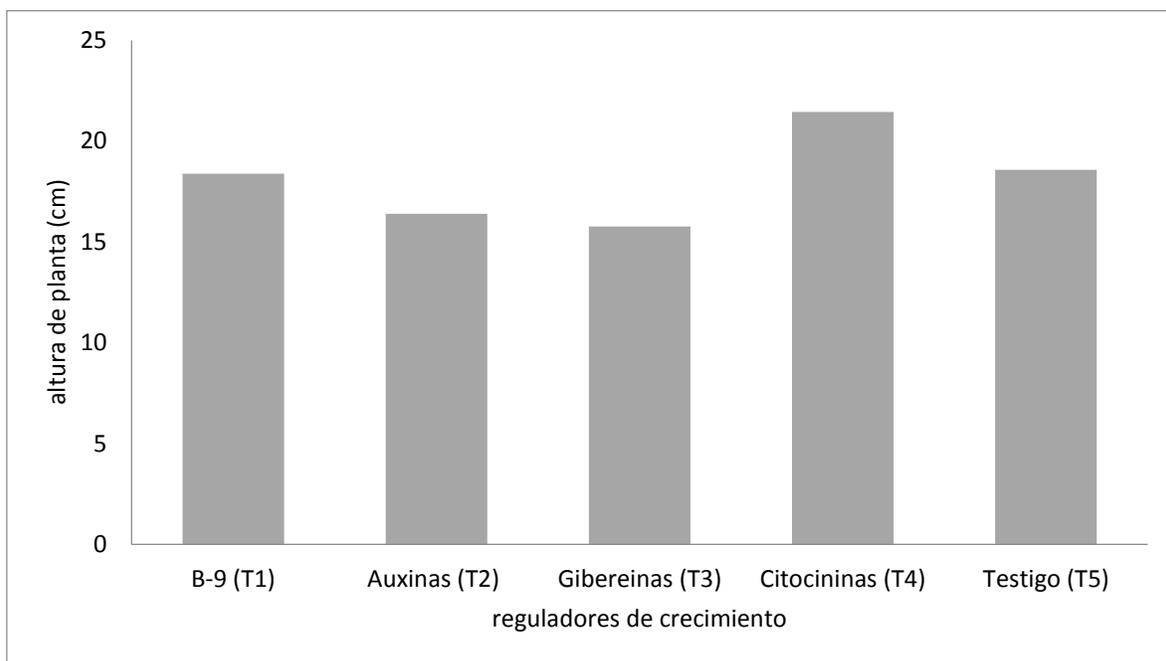


Figura 9. Evaluación final de la variable altura de planta con relación a los tratamientos, en *Kalanchoe blossfeldiana*.

Los resultados son opuestos a los reportados por Ortiz (2011) quien reporta que la aplicación de GA₃ a plantas de caléndula (*Caléndula officinalis* L.) en concentración de 40 mgL⁻¹, resultó en plantas más altas en comparación con las plantas en donde no se adicionaron giberelinas y conforme se aumenta la concentración de giberelinas (100 mgL⁻¹) la altura de las plantas disminuye. Por su parte, Nightingale (1970) reporta que el regulador de crecimiento B-9 es el más empleado para el control de altura y expansión de la planta y que generalmente se requiere una segunda aplicación a las 4 a 5 semanas. Pero también los resultados son similares a los reportados por Lagoutte *et al* (2009) quienes concluyeron que en plantas de petunia (*Petunia x híbrida* cv Dream Mix) la aplicación de citocininas como regulador de crecimiento resulta en plantas de mayor tamaño y con una mejor estructura de planta en comparación de las plantas testigo. De tal forma, podemos inferir que dependiendo la especie que se esté tratando con alguna hormona en forma exógena, será la respuesta que se presente en el crecimiento, no pudiendo establecer un mejor comportamiento por la adición de estos compuestos, en todas las especies de importancia comercial.

Observando la velocidad de incremento a través del tiempo de evaluación en cuanto a la variable altura de planta (Figura 10) se denota que en todos los tratamientos se mantuvo un incremento sostenido hasta 60 días después de la aplicación en donde las citocininas elevaron la velocidad, para posteriormente disminuir, pero que permitieron alcanzar un mayor tamaño que aquellas plantas de los demás tratamientos.

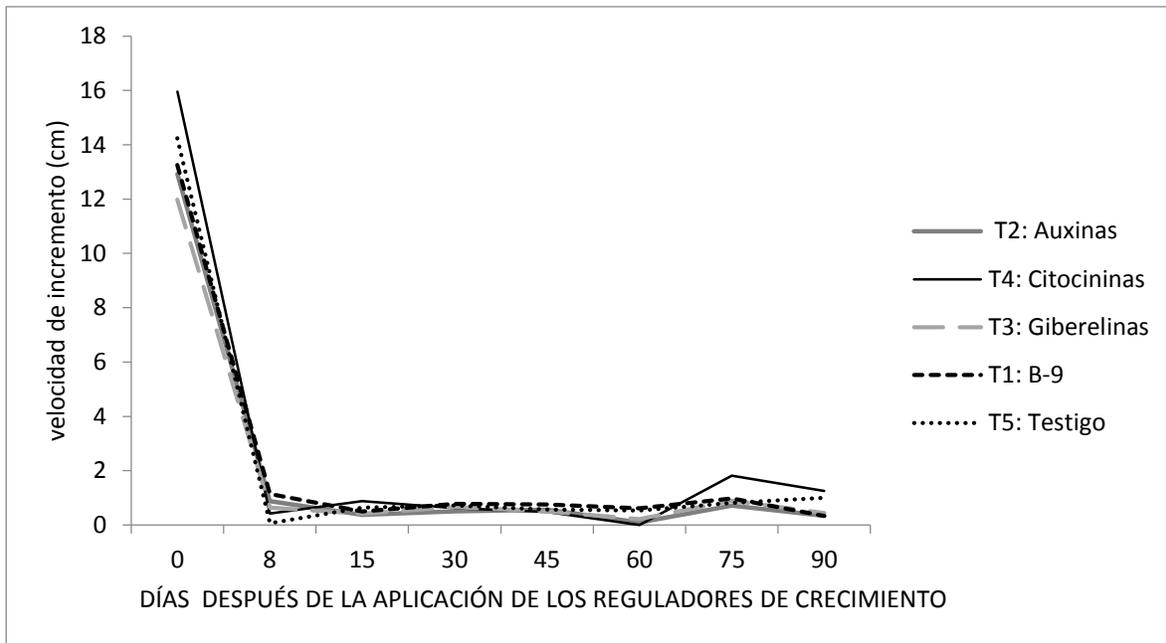


Figura 10. Velocidad de crecimiento para la variable altura de planta, con relación a los tratamientos en *Kalanchoe blossfeldiana*.

A pesar que se presentó un mayor tamaño en las plantas donde se aplicó citocininas comparado con las plantas que no fueron tratadas, no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Tabla 2) por tanto, no se considera recomendable el gasto de la aplicación de estos productos para mejorar la presentación de plantas de *Kalanchoe*, en lo que respecta a ancho y altura de planta

5.4. Número de brotes

Para la variable número de brotes; al igual que el largo de hoja, el comportamiento de las plantas tratadas con reguladores de desarrollo presentan diferencias significativas entre los tratamientos y con respecto al testigo; los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron en las plantas tratadas con citocininas y auxinas; obteniendo en promedio 18 y 16 brotes respectivamente, al contrario a

estos tratamientos, las plantas que presentaron menores resultados fueron las tratadas con B-9 y el testigo reportando solo 6 brotes respectivamente (Figura 11).

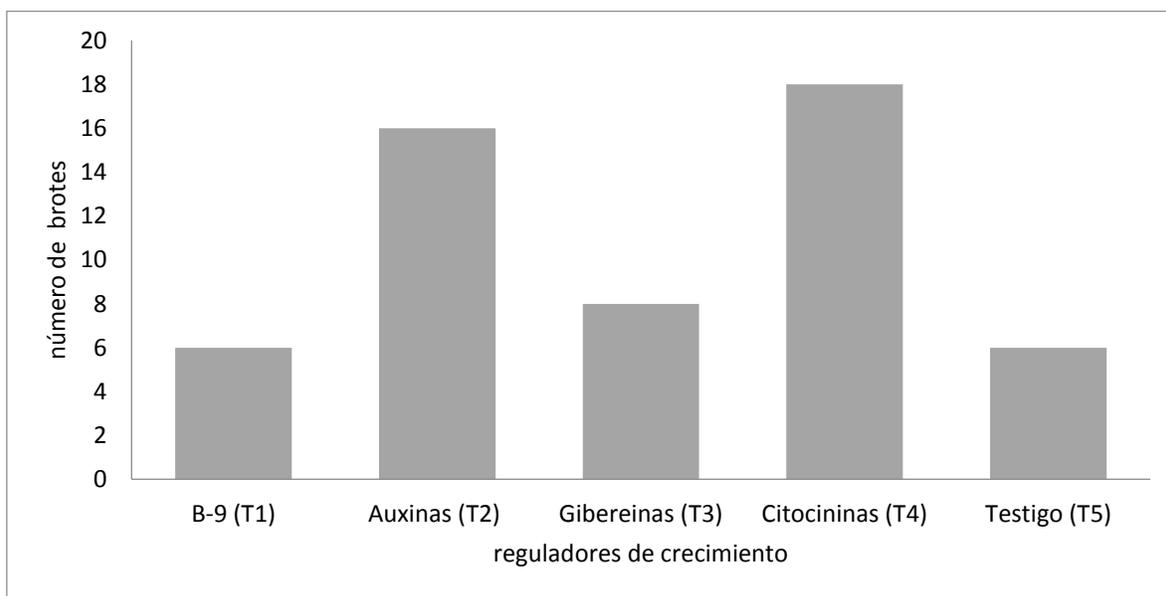


Figura 11. Número de brotes nuevos por cada tratamiento en plantas de *Kalanchoe blossfeldiana*.

Al realizar la prueba de comparación de medias por medio de DMS de Fisher (Tabla 2), se encontró que las citocininas tienen el mayor número de brotes al final de la toma de muestras del experimento, siendo estadísticamente igual a las plantas donde se aplicó auxinas; ambos tratamientos fueron estadísticamente diferentes a aquellas plantas donde se adicionó giberelinas, B9 y a las que no se le aplicó ningún regulador del desarrollo, siendo estas últimas las que menor número de brotes tuvieron (6 brotes), presentando 300% menos brotes que las plantas tratadas con citocininas, las cuales presentaron la formación de 18 brotes en promedio.

Las citocininas y auxinas, están directamente relacionadas con la división y expansión celular, particularmente las primeras se ubican en la formación de brotes,

generando esta condición para el Kalanchoe, permitiendo tener una mejor estructura de la planta, con mayor ramificación, lo que incrementa la calidad de la planta, para su comercialización. Las citocininas actúan en el punto de aplicación, dando inicio a la división celular, por tanto, al adicionar a nivel de hojas, la actuación está directamente a las yemas laterales, generando el desarrollo del brote, al estimular las células meristemáticas marginales que se encuentran en la planta.

En este sentido Rojas y Ramírez (1993) manifiesta que las citocininas son hormonas cuya acción típica es activar la división celular y crecimiento, promueven la organogénesis y retardar la senescencia de órganos, producen mayor actividad en el ritmo de mitosis celular, viéndose favorecidos los nuevos brotes en las plantas. Lagoutte *et al* en 2009, concluyeron que la aplicación de 6- bencilaminopurina (BAP) en plantas de petunia (*Petunia x híbrida* cv Dream Mix); favorece el crecimiento de la parte aérea de las plantas, así como el crecimiento de las raíces; permitiendo lograr plantas de mayor tamaño y con una mejor estructura. Por su parte, Araujo (2010) determinó que la aplicación de BAP en plantas de rosas (*Rosa sp.* var. Circus), aumenta la producción de nuevos brotes basales, así como el crecimiento y desarrollo de los mismos. Así mismo las plantas tratadas presentaron tallos más largos, diámetro mayor en plantas donde se aplicó BAP en comparación de las plantas donde no se adicionó este regulador de desarrollo.

V. CONCLUSIONES

- La aplicación exógena de auxinas y citocininas presentó valores más altos en las variables: ancho de hoja, largo de hoja y número de brotes, presentando resultados favorables con respecto a las plantas testigo que obtuvieron valores más bajos, siendo la aplicación exógena de citocininas y auxinas estadísticamente iguales en las variables: largo de hoja y número de brotes, por lo que su efecto es indistinto en comparación con plantas testigo.
- El tratamiento donde no se adicionaron reguladores de desarrollo generó plantas con hojas más pequeñas y un menor número de brotes en comparación de las plantas tratadas con algún regulador de crecimiento; sin embargo, presentó mayor altura a excepción de las plantas tratadas con citocininas.
- La aplicación de B-9 generó plantas más compactas, pudiendo ser utilizado para el control de altura de esta especie.
- Únicamente se tuvo una diferencia estadística altamente significativa en la variable número de brotes, siendo la aplicación de B9, la que dio mejores resultados.
- Con base en la respuesta presentada por las plantas donde se adicionó hormonas en forma exógena, no se recomienda el costo de aplicación para mejorar la presentación comercial de las plantas de Kalanchoe, a excepción de a aplicación de B9, para el incremento de follaje.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Echeverría , M., Sánchez Bravo, J., y Bañón Arnao , M. (2008). Auxinas.
En J. Azcón-Bieto, & M. Talón, *Fundamentos de fisiología vegetal*, Madrid :
Mc Graw Hill Interamericana, págs. 377-397.
- Araujo Vásquez, J.E. (2010). *Incidencia de la aplicación de citoquininas en tres
estados fenológicos y dos sectores de tallo en la brotación de basales en el
cultivo del rosal (Rosa sp.) Var. Circus*, Tesis de maestría, Ambato,
Ecuador.
- Azcón-Bieto, J., y Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Madrid,
España: McGraw-Hill Interamericama, págs. 351-444.
- Bañón Arias S., M. L. y Martínez López J.A. (22 de noviembre de 2010).
interempresas.net, Horticultura. Recuperado el 10 de diciembre de 2016, de
Control del crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales:
[http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/45284-Control-del-
crecimiento-y-desarrollo-de-plantas-ornamentales.html](http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/45284-Control-del-crecimiento-y-desarrollo-de-plantas-ornamentales.html)
- Bidwell, R. (1979). *Fisiología Vegetal* . México, D.F. : AGT Editor, S.A.
- Boeri, P. (2015) Nutrientes para las plantas de probeta, medios de cultivo-
reguladores de crecimiento. En M. Cedrés Gazo, S. Sharry, M. Adema, W.
Abedini, *Plantas de probeta: manual para la propagación de plantas por
cultivo de tejidos in vitro*, 1ed. Adaptada.-La plata. Universidad Nacional de
la Plata, págs. 46-72.
- Cossio, L. (2013). *Reguladores de Crecimiento*. Fisiología Vegetal. UNNE. Págs.
1-25.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ)* . (2016). México : PML
México.

- Francescangeli, N., y Zagabria A. (2010). *Citocinina para modificar la arquitectura de planta de petunia*. SEPARATA, Información Técnica Económica Agraria (ITEA), Vol. 106 No. 1, págs. 46-52.
- Iglesias J.D., y Talón, M. (2008). Giberelinas. En J. Azcón-Bieto, & M. Talón , *Fundamentos de fisiología vegetal*, Madrid : Mc Graw Hill Interamericana págs. 399-420. .
- Jordán , M., y Casaretto, J. (2007). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En F. A. Squeo, & L. Cardemil , *Fisiología Vegetal*. la Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena págs. 1-28
- Lagoutte, S., Divo de Sesar , M., y Vilella , F. (2009). Efecto del tamaño de celdas y citoquininas en el crecimiento de plantas de petunia. *FYTON. Revista Internacional de Botánica Experimental*, págs. 31-36.
- Lorenzo-Cáceres, S. d. (2012). VIII Jornadas Técnicas. Producción y comercialización de plantas ornamentales . *Nuevas plantas ornamentales*.
- Ludwig-Müller J y Cohen J. D. (2002). Identification and quantification of three active auxins in different tissues of *Tropaeolum majus*. *Physiologia Plantarum* 115: 320–329 en F. A. Squeo, & L. Cardemil , *Fisiología Vegetal*. la Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena, pág. 3.
- Nightingale, A.E. (1970).The Influence of succiamic acid 2,2-dimethylhydrazide on the groth and flowering of pinched vs. unpinched plants of the kalanchoe hybrid Mace. *J. Am Soc. Hortic. Sci.* 95(3), 273-276. En Larson R. A., *Introducción a la floricultura*, México, D.F.: AGT Editor S.A., págs. 371-392.
- Ortiz Anacleto, M.I. (2011). *Respuesta de la Caléndula a la aplicación exógena de ácido giberélico en la producción de plántula y crecimiento vegetativo*, (Tesis de grado), Saltillo, Coahuila.

- Ramírez Rodríguez , H. (2003). Uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. Saltillo, Coahuila, México.
- Romero Angulo, H.M, Norato Rodríguez, J.A., Rojas Gutiérrez, M.M. (1996). *Activación del crecimiento de plántulas de sietecueros (Tibouchina lepidota) por fitohormonas*. Acta Biológica Colombiana Vol. 3 No. 2, págs. 73-80.
- Rojas Garcidueñas, M., y Ramírez , H. (1993). *Control hormonal del desarrollo de las plantas. Fisiología-Tecnología-Experimentación*. Limusa.
- Salisbury, F., y Ross, C. (2000). *Fisiología de las Plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental* . Madrid : International Thomson Editores Spain Paraninfo, pág. 567-618.
- Segura, J. (2008). Citocininas. En J. Azcón- Bieto, & M. Talón, *Fundamentos de fisiología vegetal*, Madrid : Mc Graw Hill Interamericana, págs. 421-444.
- Stuart, N.W. y Cathey H.M. (1961). Applied Aspects of the Gibberellins. Annual Review of Plant Pshysiology 12: 369-394, en F. A. Squeo, & L. Cardemil, *Fisiología Vegetal*. la Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena, pág. 17 .
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal, Volumen II*. Castello de Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L., págs. 244- 411.
- YU H, T ITO, Y ZHAO, J PENG, P KUMAR & EM MEYEROWITZ. 2004. Floral homeotic genes are targets of gibberellin signaling in flower development. Proc Natl Acad Sci U S A. 101: 7827-32, En: F. A. Squeo, & L. Cardemil , *Fisiología Vegetal*. (2007). la Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena, pág. 16.

ANEXOS

Anexo 1. Productos comerciales con auxinas.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
AXE-ROOT	% p/v: Auxinas 3,000 mgL ⁻¹ , Nitrógeno 10.57%, Fosforo (P ₂ O ₅) 10.57%, Potasio (K ₂ O ₅)10.57%, L-cisteína 2,500 mgL ⁻¹ , Ácido fólico 500 mgL ⁻¹ , Aminoácidos 5.0 %	Complejo líquido soluble en agua, promueve el desarrollo radicular.	Hortalizas (de frutos, de hoja, tallos y bulbos), Cereales, Frutillas
FOLYVER	% en peso: Ácido butanoico 4-(1H-indol-3-il), Auxinas 0.003%, Azufre 0.060%, Boro 0.045%, Calcio 0.030%, Cobalto 0.003%, Cobre 0.040%, Fósforo (P ₂ O ₅) 9.900%, Hierro 0.060%, Magnesio 0.030%, Manganeso 0.045%, Molibdeno 0.004%, Nitrógeno total (N) 13.200%, Potasio (K ₂ O) 7.100%, Zinc 0.090%	Regulador de crecimiento que activa procesos metabólicos de la planta, contribuye a la fijación de Nitrógeno, disminuye la síntesis de sustancias promotoras de abscisión; favoreciendo el amarre de flores y frutos,	Hortalizas (de frutos, hojas, bulbos), Frutales, Cereales
NATALIS	% en peso: Auxinas 0.10% mgL ⁻¹ , Azufre 0.10%, Boro 0.25%, Cobre 0.02%, Fósforo (P ₂ O ₅) 13.65%, Fierro 0.80%, Magnesio 0.02%, Manganeso 2.00%, Materia orgánica 3.00%, Molibdeno 0.003%, Nitrógeno total (N) 9.15%, Zinc 0.50%	Favorece la formación y desarrollo radicular, estimula el crecimiento de la planta en sus primeras etapas incrementando la abscisión de nutrientes.	Hortalizas (de frutos, raíces, hojas), Frutillas y Frutales, Cereales, Ornamentales
ROOTING G	Auxinas (actividad biológica equivalente a 120 ppm) 0.0120%, Diluyentes y acondicionadores 99.9880%	Promueve la formación de nuevas raíces.	Hortalizas, Ornamentales (nochebuena, gerbera, rosa) Frutillas, Frutales, Cereales, Leguminosas, Oleaginosas
RUTVAC G	%p/p: Auxinas (actividad biológica equivalente a 120 ppm) 0.0120%, diluyentes y acondicionadores 99.9880%	Promueve la formación de nuevas raíces, produciendo plantas con crecimientos vigorosos y sistema radical fuerte y eficiente.	Hortalizas (de tallos, hojas, bulbos, frutos), Ornamentales (nochebuena, rosa, gerbera), Frutillas, Frutales Cereales, Leguminosas

Anexo 2. Productos comerciales con citocininas.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
AGROMIL PLUS	Citocininas 0.204%, Diluyentes y acondicionadores (cantidad suficiente para completar 1L) 100%	Promueve división celular en frutos y ápices de crecimiento, retrasa senescencia y rompe dominancia apical.	Hortalizas (de frutos y bulbos), Frutillas, Frutales, Cereales, Leguminosas, Ornamentales
BIOELICITOR	Citocininas 100 mgL ⁻¹ , Nitrógeno 0.24%, Potasio 5.30%, Magnesio 1,500 mgL ⁻¹ , Boro 150 mgL ⁻¹ , Manganeso 160 mgL ⁻¹ , Zinc 80 mgL ⁻¹ , Hierro 160 mgL ⁻¹	Promueve división y diferenciación celular, maximiza rendimientos acondiciona el suelo contra pérdida de fertilidad.	Hortalizas, Gramíneas, Frutillas, Ornamentales
CITOFLEXX	Citocininas 2,500 mgL ⁻¹ , Nitrógeno 6.80%, Calcio 8.32%, ácidos fúlvicos 8.20%, agentes quelatantes 5% extractos vegetales y acondicionadores 16.25%, diluyentes 55.18%	Induce la formación y diferenciación de nuevos tejidos, inhibe dominancia apical y estimulación lateral.	Hortalizas en general (etapa de floración y crecimiento inicial de frutos), Cereales en general (en la etapa de amacollamiento y espigue)
CYSTAR	6-benziladinina 1.9%	Estimula desarrollo vegetal, mejora el desarrollo y calidad de frutos, auxiliar en amarre, aumento de rendimiento, acelera y uniformiza la brotación de flores.	Hortalizas, Frutillas, Frutales, Leguminosas, Ornamentales
ULTRAZIME TF	Citocininas 2,500 mgL ⁻¹ , Nitrógeno 6.80%, Calcio 8.32%, Ácidos fúlvicos 8.20%, agentes quelatantes 5.0%, extractos vegetales y acondicionadores 16.25 %, diluyentes 55.18%	Induce la formación y diferenciación de nuevos tejidos, inhibe dominancia apical, así como brotación de semillas de tubérculos, amarre de flores, crecimiento inicial de frutos, promueve división celular.	Hortalizas, Cereales, Plátano

Anexo 3. Productos comerciales con giberelinas.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
ACIGGIB 10%	Ácido giberélico 10% diluyentes y acondicionadores 90%	Promueve el alargamiento celular.	Hortalizas (de frutos y tallos) Ornamentales, Vid
ACTIVOL/ PROGIBB 40% GS	Ácido giberélico 40%	Regulador de crecimiento vegetal.	Vid, manzano, cítricos ,
AXEGIB G3	Giberelinas 3,000 mgL ⁻¹	Estimula la expansión celular, rompe la dormancia de yemas y semillas, induce floración, induce a la germinación de las semillas.	Frutales, Hortalizas, Leguminosas, Frutillas, Cereales
DISTINGO	Ácido giberélico GA ₃ 10%	Inducción floral prendimiento de flores y frutos, aumento de peso y tamaño de frutos	Hortalizas (de frutos y tallos) Leguminosas Frutillas, Frutales, Ornamentales
GIBER MAX	% en peso: Acido giberélico 300 mgL ⁻¹ , Tiamina 0.20%, Potasio (K ₂ O) 6.80%	Estimula las reacciones metabólicas y fisiológicas de la planta, potencializa las etapas de crecimiento, llenado y madurez de frutos aumentando su calidad.	Hortalizas, Frutillas
PROVIDE 10% SG	Giberelinas A4 A7 10%	Mejora la calidad de los frutos, aumento del rendimiento de los cultivos.	Manzano
RECREATOR	% en peso: Giberelinas 0.0035%, Nitrógeno (N) 9.00%, Potasio (K ₂ O) 5.50%, ácidos húmicos 0.88%, Magnesio 0.015%, Boro 0.020%, Cobre 0.006%, Mn 0.015%, Fe 0.055%, Zinc 0.050%, Molibdeno 0.006%	Promueve los procesos metabólicos, estimula el crecimiento de la planta, incrementa división celular y retrasa senescencia.	Hortalizas, Frutillas, Frutales, Ornamentales (rosa, nochebuena), Cereales y básicos

Anexo 4. Productos comerciales con dos o más reguladores de desarrollo.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
AGROMIL V	Citocininas 81.90 mgL ⁻¹ , giberelinas 31.00 mgL ⁻¹ , auxinas 30.50 mgL ⁻¹ , ácido fólico 0.92 mgL ⁻¹ , ácido pantoténico 12.53 mgL ⁻¹ , Riboflavina 0.86ppb, Nicotiamida 0.16 mgL ⁻¹ , colina 784.81 mgL ⁻¹ , niacina 84.56 mgL ⁻¹ , tiamina 100.11 mgL ⁻¹	Regulador de crecimiento.	Hortalizas (de frutos, bulbos, hojas) Frutillas y Frutales Leguminosas Cereales
ALGARROOT	Auxinas:3,510 ppm (0.351%), Giberelinas 112ppm(0.0112%), Citocininas 146ppm (0.0146%), Acido fúlvico 1.15%, Fosforo 4.08%	Inducción y aceleramiento del desarrollo y crecimiento del sistema radicular.	Hortalizas, Frutillas, Frutales, Leguminosas Ornamentales (lirio, iris, gladiola, Árboles, arbustos, palmeras, helechos, trepadoras, petunias, cactus)
ALZINC B	Zinc 10%, Boro 0.5%, Auxinas (492ppm)0.0492%, Giberelinas (201 ppm) 0.0201%, Citocininas (498 ppm) 0.0498 %	Activador de los sistemas enzimáticos, Compensador hormonal y nutricional de zinc y boro	Hortalizas, Frutales, Cereales y básicos, Leguminosas
AXEFOL PLUS 16-10-15	% p/v: Nitrógeno (N) 16.00%, Fósforo (P ₂ O ₅) 10.00%, Potasio (K ₂ O) 15.00%, Magnesio 100 mgL ⁻¹ , Hierro 500 mgL ⁻¹ , Zinc 500 mgL ⁻¹ , Manganeso 100 mgL ⁻¹ , Boro 80 mgL ⁻¹ , Cobre 50 mgL ⁻¹ , Molibdeno 2 mgL ⁻¹ , AATC 3,000 mgL ⁻¹ , Ácido giberélico 30 mgL ⁻¹ , Citocininas 500 mgL ⁻¹ , Ácidos húmicos 5%, Ácidos fúlvicos 5%	Regulador de crecimiento.	---
BIOAX	Citocininas 3,000 mgL ⁻¹ , Giberelinas 15 mgL ⁻¹ , Auxinas 50 mgL ⁻¹	Bioestimulante hormonal, indicado para su aplicación foliar y al suelo.	Hortalizas, Frutillas y frutales, Cereales

Continuación Anexo 4. Productos comerciales con dos o más reguladores de desarrollo.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
BIOFORTE	Citocininas 2,197.5 mgL ⁻¹ , Giberelinas 33.50 mgL ⁻¹ , Auxinas 34.70 mgL ⁻¹ , macro elementos, meso elementos, vitaminas, microelementos	Fitorreguladores completo, mejora y aumenta el rendimiento.	Hortalizas, Frutales, Leguminosas, Cereales, Ornamentales
CUAJAENZIMS	Auxinas 671 mgL ⁻¹ , giberelinas 216 mgL ⁻¹ , Citocininas 320 mgL ⁻¹ , ácidos fúlvicos 2.15%, macro elementos, meso elementos	Fortalece proceso de fecundación, amarre de flores y frutos.	Hortalizas (de frutos), Frutales, Gramíneas, Cereales
ENERGER	Promotores de crecimiento 5% (Giberelinas 10,000 mgL ⁻¹ , Citocininas 10,000 mgL ⁻¹ , Auxinas 20,000 mgL ⁻¹), Bioactivadores fisiológicos 2% (Niacina 10,000 mgL ⁻¹ , Tiamina 10,000 mgL ⁻¹), Aminoácidos 3% (Glicina 20,000 mgL ⁻¹ , Acido glutámico 10,000 mgL ⁻¹), Ácidos carboxílicos 10 %, Materia orgánica y vitamina C 10 %, Acondicionadores 70%	Crea una interacción con los activadores metabólicos para producir sinergismo a nivel fisiológico y metabólico de la planta, expresa al máximo su potencial genético.	Hortalizas, Leguminosas, Cereales, Oleaginosas, Frutales
FORTEX	Kinetina 2,090 mgL ⁻¹ , Giberelina 40 mgL ⁻¹ , Auxinas 40 mgL ⁻¹ , Nitrógeno (nítrico) 6.6%, Fosforo (P ₂ O ₅) 5.9%, Potasio (K ₂ O) 7.7%, Boro 0.24%, Cobre 0.013%, Hierro 0.50%, Magnesio 0.036%, Manganeso 0.018%, Molibdeno 0.0003%, Azufre 0.05%, Zinc 0.001% Ácido húmico 3.76%, Colina 750 mgL ⁻¹ , Tiamina 150 mgL ⁻¹ , Niacina 90 mgL ⁻¹ , Ácido pantoténico 12 mgL ⁻¹ , Ácido fólico 1 mgL ⁻¹ , Nicotiamida 2 mgL ⁻¹ , Riboflavina 1.5 mgL ⁻¹	Promueve el crecimiento y vigor de los cultivos, estimula y regula sus funciones metabólicas como el aumento y optimización de la absorción de los nutrientes, mejora la formación, calibre y coloración del fruto, así como la activación del proceso de maduración; también mejora la floración.	Hortalizas (de frutos, bulbos), Frutillas, Frutales, Forrajes
FRUCTIGONE	6-bencil-aminopurina 2,060 mgL ⁻¹ , ácido giberélico 2,012 mgL ⁻¹ , tiamina 0.2%	Regulador de crecimiento no sintético, promueve el incremento y amarre de flores y frutos.	Hortalizas

Continuación Anexo 4. Productos comerciales con dos o más reguladores de desarrollo.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
FRUIT SIZER	Complejo de citocininas 2,500 mgL ⁻¹ , Complejo de giberelinas 2,600 mgL ⁻¹ , aminoácidos, Potasio, Calcio, Boro	Promotor de crecimiento de frutos.	Hortalizas y Frutales
FRUTOENZIMS	Auxinas 581 mgL ⁻¹ (0.0581%), Giberelinas 184 mgL ⁻¹ (0.0184%), Citocininas 2,496 mgL ⁻¹ (0.2496%), Ácidos fúlvicos 1.0%, Nitrógeno (N ₂) 3%, Fósforo (P ₂ O ₅) 1.5%, Potasio (K ₂ O) 7.5%, Calcio 0.10%, Magnesio 0.20%, Boro 0.31%, Molibdeno 0.52%	Soporte nutricional y fitohormonal para la maduración y crecimiento de frutos.	Hortalizas (de frutos, bulbos y tubérculos), Frutales
MULTIGRO PLUS	Ácido naftaleno acético 3,070 mgL ⁻¹ , 6-bencil amino purina 2,197 mgL ⁻¹ , Ácido giberélico 2,010 mgL ⁻¹ , Tiamina 0.2%	Optimiza funciones metabólicas y fisiológicas para mejorar la producción de frutos y cosechas.	Hortalizas
NUTRIPLEX	Kinetina 90 mgL ⁻¹ , Giberelina 40 mgL ⁻¹ , Auxinas 40 mgL ⁻¹ , Nitrógeno (nitríco) 6.3%, Fosforo (P ₂ O ₅) 5.7%, Potasio soluble 7.3%, Boro 0.24%, Cobre 0.013%, Hierro 0.50%, Magnesio 0.036%, Manganeso 0.018%, Molibdeno 0.0003%, Azufre 0.05%, Zinc 0.001%, Ácido húmico 3.76%, Colina 750 mgL ⁻¹ , Tiamina 150 mgL ⁻¹ , Niacina 90 mgL ⁻¹ , Ácido pantoténico 12 mgL ⁻¹ , Ácido fólico 1 mgL ⁻¹ , Nicotiamida 2 mgL ⁻¹ , Riboflavina 1.5 mgL ⁻¹	Biocomplejo nutricional balanceado que actúa en etapas avanzadas de los cultivos.	Hortalizas de frutos, bulbos, tubérculos, Frutillas, Frutales, Gramíneas, Oleaginosas (algodón), Alfalfa
QUICELUM	% en peso: Ácido giberélico 1.0%, Ácido indolbutírico 0.5%, Ácido indolacético 0.45%, ácido fólico 1,000 mgL ⁻¹ , Aminoácidos 12%, Boro soluble en agua 0.20%, Cobalto soluble en agua 0.001%, Cobre soluble en agua 0.10%, Hierro soluble en agua 1.10%, Kinetina 0.5%, Magnesio soluble en agua 0.03%, Manganeso soluble en agua 0.50%, Molibdeno 0.03%, Niacina 100 mgL ⁻¹ , Pantotenato de Calcio 13 mgL ⁻¹	Regulador de crecimiento no sintético, evita síntomas carenciales de las plantas, mejorando la producción, cuajado y homogeneidad de frutos.	Hortalizas de frutos, raíces y bulbos

Continuación Anexo 4. Productos comerciales con dos o más reguladores de desarrollo.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
RADIGROW	Auxinas 2,600 mgL ⁻¹ , Citocininas 20 mgL ⁻¹ , Fósforo bioactivado (P ₂ O ₅) 1.2 %, Ácidos Carboxy 17.2 % expresado como carbono orgánico oxidable total 5.0%	Enraizador, mejorador de aprovechamiento de agua y nutrientes.	Hortalizas de frutos y bulbos Flores de corte (rosas, claveles, gerbera)
RAIX	Extractos de origen vegetal con un contenido de fitohormonas y vitaminas biológicamente activas:88.17%, Citocininas 57 mgL ⁻¹ , Auxinas 610 mgL ⁻¹ , Vitaminas 565 mgL ⁻¹ , Pentóxido de fósforo 1.82%, Elementos relacionados 10.01%	Bioregenerador Radicular.	Hortalizas (de frutos, bulbos), Alfalfa, Frutales, Frutillas, Agave, Ornamentales,
RIZOFLEXX	%P/V: Auxinas 3,250ppm, Citocininas 50ppm, Zinc 0.76%, Aminoácidos totales 1.20%, Ácidos fúlvicos 3.70%, extractos vegetales y acondicionadores 60%, Diluyentes 34.01%	Complejo de estimulantes y reguladores que inducen la formación y desarrollo de raíces absorbentes y secundarias, además de engrosamiento de tallos.	Hortalizas (de frutos, hojas y tallos), Frutales, Césped, Ornamentales y forestales.
ROOT FACTOR	% p/v: Auxinas 2,000 ppm, Citocininas 600 ppm, Giberelinas 500ppm, Aminoácidos 10.00%, Fosforo (P) 74.34%	Promotor de desarrollo radicular, favorece la formación y multiplicación de raíces y estimular su crecimiento, dando plantas más vigorosas.	Hortalizas, Frutillas, Frutales, Cereales y básicos, Leguminosas, Ornamentales
ROOTING R	% p/v : Auxinas (actividad biológica equivalente a 1,200 ppm) 0.12174%, Citocininas (equivalente a 45 ppm) 0.00456%, Diluyentes y acondicionadores (Cantidad suficiente para completar 1L) 100%	Complejo hormonal que actúa en el sistema radicular generando nuevas raíces, promueve crecimiento y formación de raíces.	Hortalizas, Ornamentales (nochebuena, gerbera, rosa) Frutillas, Frutales, Oleaginosas, Leguminosas, Gramíneas, cereales y básicos.

Continuación Anexo 4. Productos comerciales con dos o más reguladores de desarrollo.

Nombre	Composición	Descripción	Cultivos
ROTUNDO	% en peso: Auxinas 0.00381%, Citocininas 0.23061%, Giberelinas 0.00372%, ácidos fúlvicos 1.37%, Potasio (K ₂ O) 1.28%, Fosforo (P ₂ O ₅) 2.0%, Nitrógeno total 6.5%	Controla diferentes reacciones metabólicas y fisiológicas de la planta, favoreciendo el óptimo desarrollo de los cultivos.	Hortalizas, Frutillas Frutales, Ornamentales (rosa, nochebuena), Oleaginosas, Gramíneas, Cereales y básicos, Leguminosas
'SELECTO XL	% p/p: Citocinina 2,000 mgL ⁻¹ , Giberelina 30 mgL ⁻¹ Auxinas 30 mgL ⁻¹ Nitrógeno (N) 0.5 %, Fosforo (P ₂ O ₅) 1.0 %, Hierro 0.5%, Zinc 1.0%, Magnesio 0.3%, Manganeso 0.5%, Ácidos Carboxy (5.0% expresados como carbono orgánico oxidable total) 4.5%	Bioestimulante hormonal, incrementa amarre, tamaño y la proporción de fruta cosechable así como su calidad.	Tomate, chile, melón, pepino, frutales
TECNO GREEN	% en peso: Auxinas 0.051%, Giberelinas 0.051%, Citocininas 0.0225%, Aminoácidos libres 0.113%, Boro 0.40%, Magnesio 0.03%, Azufre 0.05%, Hierro 0.60%, Zinc 1.20%, Manganeso 0.20%, Calcio 1.00%, Ácidos húmicos 0.935%	Favorece la división y elongación celular, regenerando el tejido vascular dañado.	Hortalizas, Frutillas, Frutales, Ornamentales (rosa, nochebuena), Oleaginosas , Gramíneas, Cereales y básicos, Leguminosas
TURBO ENZIMS	%p/p: Auxinas (492 mgL ⁻¹) 0.0492%, Giberelinas (201 mgL ⁻¹) 0.0201%, Citocininas (498 mgL ⁻¹) 0.0498%, Ácido fúlvico 0.100%, Nitrógeno (N ₂) 4.00%, Fosforo (P ₂ O ₅) 16.00%, Potasio (K ₂ O) 7.00%	Favorece el crecimiento y desarrollo vegetal	Hortalizas, Frutales, Gramíneas y Cereales, Leguminosas, Oleaginosas, Trébol, otros pastos.
VELZIME PLUS	Giberelinas 500 mgL ⁻¹ , Auxinas 500 mgL ⁻¹ , Citocininas 200 mgL ⁻¹ , Nitrógeno total (N) 9%, Calcio 80%, Zinc 2.0%, Azufre 0.80%, Ácidos fúlvicos 0.40%, Cisteína 500 mgL ⁻¹ , tiamina 1,100 mgL ⁻¹ , Inositol 200 mgL ⁻¹ , diluyentes y acondicionadores 86.70%	Estimulante de crecimiento vegetal	Hortalizas, Leguminosas Frutales, Ornamentales, Cereales

Anexo 5. Relación de preparación de soluciones hormonales empleadas en la parte experimental.

Tratamiento	Regulador empleado	Concentración	Dosis
T1	B9 (producto comercial)	1 g/L	1 g/L
T2	Auxinas (ANA)	2mg/50ml	0.040 g/L
T3	Giberelinas (GA ₃)	60 mgL ⁻¹	0.060 g/L
T4	Citocininas (Kinetina)	2mg/50ml	0.040 g/L
T5	Testigo (sin aplicación de regulador de crecimiento)		

* Dosis empleada para la preparación de un litro de solución hormonal.

Anexo 6. Análisis de varianza para Ancho de hoja

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.01$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.1595	0.03987	0.44	0.777
Error	20	1.8032	0.09016		
Total	24	1.9627			

S = 0.300263 R-sq = 8.13% R-Sq(adj) = 0.00%

Anexo 7. Análisis de varianza para largo de hoja

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.01$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	2.091	0.5226	3.66	0.021
Error	20	2.854	0.1427		
Total	24	4.945			

S = 0.377759 R-Sq = 42.28% R-Sq(adj) = 30.74%

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	5	1.536	A
T4	5	1.120	A B
T3	5	1.106	A B
T1	5	0.904	A B
T5	5	0.658	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8. Análisis de varianza para altura de planta

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.01$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	14.56	3.639	0.84	0.518
Error	20	87.08	4.354		
Total	24	101.64			

S = 2.08667 R-Sq = 14.32% R-Sq(adj) = 0.00%

Anexo 9. Análisis de varianza para número de brotes

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.01$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	603.8	150.94	4.13	0.013
Error	20	730.8	36.54		
Total	24	1334.6			

S = 6.04483 R-Sq = 45.24% R-Sq(adj) = 34.29%

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	5	17.60	A
T2	5	15.80	A B
T3	5	7.80	A B
T1	5	6.40	B
T5	5	6.20	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.