

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES
DE AUXINAS Y GIBERELINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PLANTA DE CERA
(*Hoya carnos*a, (L.f.) R.Br.), EN MAYACROPS, S.A., SANARATE, EL PROGRESO.

Ariel Enrique del Cid Castellanos

Guatemala, Octubre de 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

“Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de auxinas y giberelinas sobre el crecimiento y rendimiento de Planta de cera (*Hoya carnosae*, (L.f.) R.Br.), en Mayacrops, S.A., Sanarate, El Progreso.”

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ARIEL ENRIQUE DEL CID CASTELLANOS

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, Octubre de 2002.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr.	EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I:	Ing. Agr.	WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL II:	Ing. Agr.	MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL III:	Ing. Agr.	ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV:	Br.	WENER ARMANDO OCHOA OROZCO
VOCAL V:	Br.	AXEL AURELIANO HERRERA PEREZ
SECRETARIO:	Ing. Agr.	EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, Octubre de 2002.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
Facultad de Agronomía

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de auxinas y giberelinas sobre el crecimiento y rendimiento de Planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R.Br.) en finca “El Chaparral”, Mayacrops, S.A., en Sanarate, El Progreso.”

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

Ariel E. del Cid C.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS	Por darme la vida y ser fuente de sabiduría
A MIS PADRES	Modesto y Elida Por darme bases sólidas y por su esfuerzo por sacarme adelante, los quiero y admiro.
A MIS HERMANOS	Lily, Claudia-Jurgen, Iris y José Ignacio Por apoyarme en todo momento, sus consejos y su ejemplo.
A MIS SOBRINOS	José Andrés, Andrea y los gemelos Porque son el futuro del país, los quiero mucho.
A MI FAMILIA	Abuelos, tíos, primos y sobrinos Por apoyarme en todo momento.
A MIS AMIGOS	Por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.
A MIS ASESORES	Ing. Agr. Marlon Carrera, Guillermo Méndez y Carlos Fernández. Por guiarme en el desarrollo de este estudio, sus consejos y esfuerzo.
A MAYACROPS	Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y Tesis en sus instalaciones, además por compartir sus conocimientos.
A FINCA EL CHAPARRAL	Y todo su personal por su colaboración en todo momento de mi trabajo.

INDICE

	Pág.
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. MARCO TEÓRICO	4
4.1 Marco Conceptual	4
4.1.1 Características generales de planta de cera (<i>Hoya carmosa</i> (L.f.) R. Br.)	4
A) Taxonomía	4
B) Aspectos generales del Género Hoya	4
C) Propagación	5
D) Temperatura y Luz	5
E) Riego	5
F) Fertilización	6
G) Medio de Cultivo	6
H) Otros aspectos	6
I) Variedades	6
4.1.2 Interpretación del Crecimiento	7
4.1.3 Reguladores de Crecimiento	7
A) Auxinas	9
B) Giberelinas	10
4.1.4 Diseño completamente al azar	12
A) Análisis de varianza	12
4.2 Marco Referencial	13
4.2.1 Descripción del área experimental	13
A) Ubicación geográfica	13
B) Condiciones climáticas	13
4.2.2 Estudios con reguladores de crecimiento en diferentes cultivos	13
5. OBJETIVOS	14
6. HIPÓTESIS	15
7. METODOLOGÍA	16
7.1 Características de la variedad evaluada	16
7.2 Fuentes de auxinas y giberelinas	16
7.3 Factores	16
7.4 Tratamientos	16
7.4.1 Preparación de los tratamientos	17
7.4.2 Aplicación de los tratamientos	18
7.5 Diseño experimental	18
7.6 Modelo estadístico	18
7.7 Tamaño de la unidad experimental	18
7.8 Variables evaluadas	19
7.9 Datos climáticos	21
7.10 Manejo del cultivo	22
7.11 Cosecha	23
7.12 Análisis de la información	24

8.	RESULTADOS	26
8.1	Largo del tallo	26
8.2	Número de hojas	28
8.3	Largo de los entre nudos	29
8.4	Número de yemas	31
8.5	Rendimiento total por unidad experimental	32
8.6	Parámetros de crecimiento	34
8.6.1	Tasa de crecimiento	34
8.6.2	Tasa de asimilación neta	35
9.	CONCLUSIONES	39
10.	RECOMENDACIONES	40
11.	BIBLIOGRAFÍA	41
12.	APÉNDICES	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Pág.
1	Análisis de varianza para la variable largo de tallo	26
2	Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta	28
3	Análisis de varianza para la variable largo de los entrenudos	29
4	Análisis de varianza para la variable número de yemas por planta	31
5	Análisis de varianza para la variable rendimiento por unidad experimental	32
6	Análisis de varianza para las variables evaluadas semanalmente	36
7	Tratamientos que presentaron los mejores resultados en las diferentes variables	37
8 "A"	Longitudes de guía promedio semanales de las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.	42
9 "A"	Número de hojas promedio semanales de las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.	42
10 "A"	Largo de los entre nudos promedio semanal en las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.	43
11 "A"	Número de yemas promedio semanal en las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.	43
12 "A"	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento total en yemas exportables de las plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.	44
13 "A"	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el peso seco de las plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.	44
14 "A"	Tasas de crecimiento semanales en plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.	45
15 "A"	Longitud de hoja y áreas foliares promedio para la ecuación de regresión obtenida	45
16 "A"	Áreas foliares promedio en plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.	46
17 "A"	Distribución de los tratamientos y repeticiones en la banca de planta de cera.	49
18 "A"	Plantas de cera muestreadas en cada unidad experimental.	50

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Pág.
1	Metodología utilizada para la identificación de las plantas de cera en cada unidad experimental	19
2	Metodología de muestreo utilizada para evaluar las variables de las plantas de cera.	20
3	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el Largo de tallo de planta de cera.	27
4	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el Número de hojas de planta de cera.	28
5	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el Largo del entre nudo de planta de cera.	30
6	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el Número de yemas de planta de cera.	31
7	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento de planta de cera.	33
8	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la tasa de crecimiento en plantas de cera.	34
9	Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la tasa de asimilación neta en plantas de cera.	35
10 "A"	Registro de temperaturas mínimas y máximas dentro del umbráculo de cultivo de planta de cera durante los meses de marzo a junio del 2000.	47
11 "A"	Registro de la intensidad de luz promedio en pies candela dentro del umbráculo de cultivo de planta de cera durante los meses de marzo a mayo del año 2000.	48
12 "A"	Registro de precipitaciones pluviales en mm en el área de estudio durante los meses de evaluación.	48

“Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de auxinas y giberelinas sobre el crecimiento y rendimiento de planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) ”

"Evaluation of the effect of the application of different concentrations of growth regulators on the growth and yield of Wax plant (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) "

RESUMEN

La presente investigación se desarrollo en el área de producción de finca “El Chaparral”, Mayacrops, S.A. ubicada en Sanarate, El Progreso durante los meses de abril a junio del año 2000.

Planta de cera, es una planta de tallo semi leñoso, hojas verdes con ligero variegado blanco, se desarrolla en forma de guías o enredaderas, es cultivada con fines ornamentales y se comercializa en esquejes, que son segmentos de tallo de 4.5 a 6 cm de largo con una yema y una o dos hojas. Una planta puede producir varios esquejes dependiendo de su largo de tallo, su número de hojas, número de yemas y largo de los entrenudos que presente, estos inciden directamente sobre el rendimiento de cada planta motivo por el cual son las variables evaluadas en la investigación. Para su producción se estableció un ciclo de cultivo de 12 semanas de una cosecha a otra, sin embargo algunas plantas presentan una inhibición en el crecimiento incrementando el ciclo productivo y reduciendo el rendimiento. Por esta razón se realizó una evaluación mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, para establecer si éstos inducen el crecimiento de las plantas con el propósito de incrementar el rendimiento y reducir el ciclo de producción. Para realizar la evaluación se utilizaron dos reguladores de crecimiento como lo son las auxinas y las giberelinas. Las auxinas fueron evaluadas en concentraciones de 5, 10 y 15 ppm, mientras que las giberelinas se evaluaron en concentraciones de 25, 75 y 125 ppm. Con éstas concentraciones se establecieron 15 tratamientos con diferentes combinaciones de auxinas y giberelinas, además se estableció 1 tratamiento al que no se le aplicaron reguladores (testigo) como comparador. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, constando cada unidad experimental de 16 plantas. La aplicación de los reguladores de crecimiento se realizó en la cuarta semana de crecimiento aplicándolos en solución directamente al medio de cultivo de las plantas.

Al momento de la cosecha se determinó el rendimiento total de cada unidad experimental de los tratamientos y se procedió al análisis de los datos obtenidos de cada variable mediante la técnica de Fisher conocida como Análisis de Varianza para el diseño estadístico empleado. Los resultados obtenidos demostraron que estadísticamente ninguno de los tratamientos produjo un incremento sobre las variables largo del tallo, número de hojas, número de yemas, largo del entre

nudo y rendimiento total. Sin embargo, un punto de vista práctico, las concentraciones de 5 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina (tratamiento 6) reportó algunos de los promedio más altos en las variables, además reportó el mejor rendimiento con un promedio 308 esquejes/mt², mientras que el testigo (sin reguladores) reportó un rendimiento de 288 esquejes/mt², siendo este un rendimiento de 20 esquejes menos que el tratamiento mencionado anteriormente, dicha diferencia fue establecida para 1 mt², significando que en áreas de producción mayores los rendimientos podrían incrementarse mediante la aplicación de este tratamiento.

En conclusión se puede establecer que no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo de una manera práctica si es posible el incremento del rendimiento como se pretendía en esta investigación. A manera de recomendación se considera necesario evaluar nuevamente las concentraciones de 5 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina (tratamiento 6), además continuar con otras investigaciones en las que se evalúen otras concentraciones, en diferente época, número de aplicaciones y diferente forma de aplicación para establecer un tratamiento rentable que incremente el rendimiento de las plantas de cera y disminuya el tiempo de cosecha, para ampliar la información existente y mejorar los procesos productivos de esta planta.

1. INTRODUCCIÓN

Los reguladores de crecimiento o fitorreguladores son compuestos químicos que actúan en las plantas, regulando diferentes funciones como el crecimiento y desarrollo. Las auxinas y las giberelinas son dos tipos de reguladores de crecimiento que ejercen o producen diferentes funciones o efectos en las plantas, como el alargamiento celular, inducir la brotación de las flores y hojas, incremento en el crecimiento secundario de los tallos, siempre y cuando se apliquen o se encuentren en la planta en concentraciones muy bajas, o al contrario, si se encuentran en concentraciones relativamente altas, pueden provocar entre otras respuestas, deformaciones en la planta. (2)

Planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) es de origen asiático que pertenece a la familia Asclepiadaceae, es una planta fibrosa y miembro de las plantas de látex blanco, guías o enredaderas. La finca "El Chaparral", Mayacrops, S.A. se ha dedicado a su producción desde el año 1998, con esquejes provenientes de Estados Unidos de Norteamérica y con base a investigaciones realizadas dentro de la finca, se ha logrado generar información para su producción bajo las condiciones climáticas de Guatemala, específicamente en el área de Sanarate, El Progreso.

El objetivo principal de esta investigación fue establecer la respuesta a la aplicación de auxinas y giberelinas en el crecimiento y rendimiento de planta de cera en finca "El Chaparral", con el propósito de incrementar su rendimiento en esquejes exportables. La evaluación se realizó mediante la aplicación de 15 tratamientos de auxinas y giberelinas en diferentes concentraciones y 1 testigo al que no se aplicaron reguladores de crecimiento, cada uno con cuatro repeticiones en un diseño completamente al azar, registrando lecturas de crecimiento semanalmente, de las diferentes variables y el rendimiento total al momento de la cosecha, realizándolo durante los meses de abril a junio del año 2000.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) es una planta ornamental que se introdujo como cultivo a la finca "El Chaparral", Mayacrops, S.A. en el año 1998, proveniente de Miami, Florida, Estados Unidos de Norteamérica. Las plantas se cultivan y cosechan para obtener esquejes y cada uno debe tener un segmento de tallo de 4.5 a 6 cm de largo con una o dos hojas formadas en una yema del tallo principal, por ello, el crecimiento de las plantas en cuanto a su largo de tallo, número de yemas, número de hojas y largo de los entrenudos son factores que inciden directamente sobre el rendimiento total. Es una planta de tipo perenne, y se ha logrado determinar en la finca (con investigaciones no siguiendo un método científico), que el período de recuperación entre una cosecha y otra es de aproximadamente 12 semanas, no siendo siempre así debido a que algunas veces se presenta una inhibición en el crecimiento de algunas plantas, produciendo esto como consecuencias un retardo en el proceso productivo y una reducción en el rendimiento de las plantas.

Mediante la aplicación de diferentes concentraciones de auxinas y giberelinas, durante los meses de abril a junio del año 2000, se evaluó el efecto de reguladores de crecimiento sobre el crecimiento de las plantas, con el objetivo de incrementar el rendimiento, bajo las condiciones climáticas del área de producción en Sanarate, El Progreso.

3. JUSTIFICACION

La empresa Mayacrops S. A. se dedica a la exportación de productos no tradicionales, trabajando en gran parte los cultivos de plantas ornamentales (follajes), que son los que se cultivan en finca "El Chaparral" en el municipio de Sanarate.

Planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) se comercializa en esquejes, que son segmentos de tallo sin enraizar de aproximadamente 4.5 - 6 centímetros de largo, con dos o al menos una hoja sana formadas en una yema o entre nudo del tallo principal. En la presente investigación se evaluaron las variables: largo del tallo, el número de hojas exportables, el número de yemas y el largo de los entre nudos, que son en conjunto los factores que repercuten directamente sobre el rendimiento de las plantas en esquejes para su exportación. Dicha investigación sirvió para establecer si las concentraciones aplicadas de reguladores de crecimiento (auxinas y giberelinas), estimulan el crecimiento, para obtener un incremento en el rendimiento y número de cortes al año de las plantas de cera.

Cabe mencionar que la producción de planta de cera se vende principalmente a Estados Unidos, con un presupuesto de ventas de 60,000 esquejes mensuales que durante el año 2001, representó 5.25%¹ del presupuesto de ventas totales anuales de la finca.

Por otro lado, se iniciará a generar información sobre su producción bajo las condiciones climáticas que se presentan en Guatemala, en este caso específicamente del municipio de Sanarate, El Progreso, lo que servirá para el desarrollo de futuras investigaciones en otras regiones con características climatológicas similares, para beneficio no solo de Mayacrops, S.A., sino de los agricultores y empresarios agrícolas dedicados a la producción de plantas ornamentales, ya que la demanda de este producto para su exportación es creciente y la información es escasa o restringida por lo que es necesario generar información para su producción². En Guatemala se hace necesario la diversificación de la producción agrícola y las plantas ornamentales son una alternativa hacia un mercado internacional con demanda creciente e insatisfecha, que serviría para la generación de nuevas fuentes de empleo e ingresos económicos al país.

1 Fuente: presupuesto anual de ventas finca "El Chaparral", Mayacrops, S.A.

2 Fuente: Mayacrops, S.A.

4. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Características generales de Planta de cera *Hoya carnososa* (L.f.) R.Br.:

A) Taxonomía:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
SubClase:	Asteridae
Orden:	Gentianales
Familia:	Asclepiadaceae
Género:	Hoya
Especie:	<i>H. carnososa</i>
Nombre común:	Planta de cera

B) Aspectos Generales del Género Hoya:

Pertenece al género Hoya, de origen asiático, miembro de la familia de las plantas de látex blanco, las Asclepiadaceae. Las primeras plantas cerosas cultivadas en la industria de plantas de follaje son principalmente de la especie *Hoya carnososa* (L.f.) R. Br. El nombre común preferido para ellas es planta de cera, pero también se le conoce como flor de porcelana o guía de cera. Las hojas son suculentas y las flores, que están cubiertas con una capa semi-brillante de sustancias cerosas, son la razón para el nombre común dado al grupo. Otras especies como *Hoya australis*, *H. bella* y *H. multiflora* son producidas también en invernaderos.

Planta de cera es un tallo o guía semi-leñosa con hojas casi ovales o de forma ovada, de 2-3" de largo y se arreglan en forma opuesta a lo largo de los tallos. Las flores se desarrollan en racimos de 2 a 3.5" de diámetro. Las flores individuales son atractivas y consisten en 5 lóbulos externos simétricos, blancos a rosados, cerca de 5/8" a través de, y en una estructura interna que es roja o

parcialmente roja. La inflorescencia se desarrolla del final de ramas como espuelas a lo largo de la guía. Estas espuelas incrementan su largo lentamente con cada ciclo sucesivo de floración. (5)

La planta se adapta bien a interiores con 125 pies candela ó más luz, (aproximadamente 10 horas al día), no es la favorita de muchos productores por su largo proceso productivo. Es comúnmente cosechada en tallos de 3", pero algunos productores ofrecen de 4" o tallos más largos. La planta es más atractiva cuando esta terminada en canastas colgantes, que muestran el hábito rastrero de las guías y las flores atractivas que aparecen periódicamente en plantas más viejas. (11)

C) Propagación:

Es propagada por los esquejes que son cosechados de las plantaciones. Normalmente los esquejes de un solo nudo son hechos con un corte de aproximadamente 1/2" sobre cada par de hojas, dejando una larga sección de tallo abajo de las hojas, para sembrarlos directamente en el área de producción. El esqueje enraíza en 3 a 4 semanas y un retoño sencillo usualmente se desarrolla de uno de los brotes en cada esqueje aproximadamente 4 a 6 semanas después. Las raíces se forman a lo largo de las secciones del tallo, abajo del nivel del suelo, con un gran número de raíces desarrollándose en o cerca de los nudos (punto donde el par de hojas se une al tallo).

Para asegurar el máximo enraizamiento, el nudo debe colocarse de tal manera que se encuentre en la superficie del suelo. Si los brotes se ponen abajo de la superficie del suelo, el desarrollo del brote será inhibido o prevenido si los cortes se entierran muy profundo. (11)

D) Temperatura y Luz:

Planta de cera se desarrolla mejor bajo intensidades de luz de 1500-2500 pies candela y temperaturas entre los 20 a 24°C (68-75°F). El enraizamiento en verano y el crecimiento pueden ser reducidos si las temperaturas son excesivamente elevadas, acompañadas de poca ventilación o enfriamiento (refrescamiento) inadecuado. Si el frío es demasiado, las plantas pueden entrar en un periodo de dormancia o inactividad. Un rango aceptable de temperaturas para producción es de 20-32°C (68-90°F). (11)

E) Riego:

Después que el esqueje es cosechado de las plantas madre, la administración del agua es uno de los factores más críticos para la propagación. Si la humedad relativa es elevada por mucho tiempo (75% o mayor) los cortes sin enraizar no se deben regar frecuentemente, simplemente se

aplica suficiente agua al borde para mantener la superficie del suelo húmeda, no empapada o saturada. Después que las raíces se desarrollan al final del tallo, la frecuencia de riego debe ser reducida para permitir que el medio de cultivo pueda drenar antes del próximo riego. (11)

F) Fertilización:

La mayoría de productores prefieren las aplicaciones de fertilizantes líquidos (drench) incorporándolos con productos de lenta liberación de tal manera que el nivel de fertilidad del medio de cultivo pueda ser ajustado así como la frecuencia de riego sea cambiada. Los fertilizantes con proporciones 2:1:2 o 3:1:2 con micro elementos incluidos son una buena opción. Una buena recomendación es aplicar fertilizante a razón de 301.4 lb de N/ha/mes (2.8 lb de N/1000 pies²/mes). (11)

G) Medio de Cultivo:

El medio de cultivo debe contener un alto porcentaje de materia orgánica como fibra, para proveer una buena retención de humedad y algunas partículas, como la corteza de pino, perlita y arcilla calcinada para asegurar buen drenaje y aireación. Varias de las mezclas de suelo comerciales existentes son aplicables para crecimiento de plantas cerosas de buena calidad. (11)

H) Otros aspectos:

Los programas de producción varían considerablemente dependiendo de la variedad, temperatura y el grado de administración de agua.

Las hojas sin brillo, los tipos de hoja verde completa crecen más del doble de rápido que plantas con hojas de colores variegados, hojas flexibles, con entrenudos más cortos. Toma aproximadamente 5 a 11 meses para producir un tallo o postura terminada de 6-8" de largo de guía de un corte sin enraizar, de nudo sencillo. (11)

I) Variedades:

Existen diferentes variedades de planta de cera que son cultivados por productores comerciales. Entre ellos tenemos:

Hoya carnosá (planta de cera), H.c. 'Argentea Pictá', H.c. compacta, H.c. Mauna Loa, H.c. Compacta Regalis, H.c. 'Krinkle 8', H.c. 'Krinkle 8 Variegata', H.c. rubra, H.c. tricolor, H.c. variegata, H.c. purpurea fusca 'Silver Pink'. (4)

4.1.2 Interpretación del Crecimiento:

El Diccionario de la Real Academia define el término crecimiento como “ tomar aumento natural los seres orgánicos”, reservando dicho término para denotar aumento en tamaño. El crecimiento puede medirse como longitud, grosor o área; a menudo se mide como aumento en volumen, masa o peso.

Así, en fisiología vegetal se utiliza el término crecimiento como aumento de peso o longitud u otro parámetro medible. (2)

El desarrollo puede definirse como cambio ordenado o progreso, a menudo hacia un estado superior más ordenado o más complejo. En tal forma el desarrollo puede tener lugar sin que haya crecimiento y viceversa, pero a menudo los dos están combinados en un solo proceso. En términos vegetales, el desarrollo implica eventos importantes como la germinación, floración o senectud. (2)

El crecimiento y desarrollo de las plantas pueden ser afectados o controlados por hormonas, compuestos que se sintetizan en un lugar del organismo y se transportan a otro, donde actúan regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo de modos específicos y a muy bajas concentraciones. Generalmente el efecto de las hormonas es indirecto y son activas en pequeñas cantidades. A menudo se prefiere el término fitoregulator refiriéndose a compuestos naturales o sintéticos que inducen respuestas en el crecimiento, desarrollo o metabolismo. Se conocen varias clases de hormonas, algunas son sustancias promotoras del crecimiento y desarrollo, y otras son inhibidoras, entre ellas se encuentran las auxinas y las giberelinas que producen diferentes efectos en las plantas. (2)

4.1.3 Reguladores del Crecimiento:

Según Miller (9) una hormona es un compuesto que, introducido en una parte del organismo, es trasladado a otra parte, donde produce un efecto fisiológico específico.

Rojas, (13) indica que un fitoregulator es un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo, que actúa en muy pequeña concentración para activar o deprimir algún proceso del desarrollo. Los fitoregulators pueden ser naturales o sintéticos.

Bidwell, (2) define las hormonas como compuestos que se sintetizan en un lugar del organismo y se transportan a otro, donde actúan regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo de modos específicos y a muy bajas concentraciones, y que generalmente su efecto es indirecto y que son activas en pequeñas cantidades.

En 1881, Charles Darwin, citado por Miller (9), fue el primer investigador que postuló la existencia de hormonas en las plantas.

Miller (9) también señala que, en 1934, el alemán Kögl extrajo sustancias de crecimiento de materiales biológicos, tales como la orina humana, malta, aceites vegetales y ciertas levaduras y mohos. Kögl y sus colaboradores cristalizaron tres compuestos: auxina *a*, auxina *b* y heteroauxina. La heteroauxina se identificó como ácido indolacético, compuesto que ha sido sintetizado por químicos orgánicos desde 1904. En 1934 también se informó que el ácido indolacético estimula la producción de raíces adventicias en estacas leñosas.

Continúa Miller (9) indicando que, el término hormona en la fisiología animal se refiere sólo a productos naturales, se debía utilizar un término más general que incluyera a los diversos tipos de sustancias que afectan el crecimiento de las plantas. La expresión "regulador del crecimiento de las plantas" se emplea, por lo tanto, para reguladores naturales o sintéticos. Si los compuestos son producidos por las plantas, se llaman hormonas vegetales o fitohormonas. Si son producidos en laboratorio y no se encuentran en las plantas, diremos que son "reguladores sintéticos del crecimiento". Si una sustancia que existe naturalmente en las plantas obra como el ácido indolacético, esto es, que principalmente sirve para acelerar el alargamiento celular, puede llamarse auxina.

El alargamiento de las células está bajo control hormonal, las auxinas actúan causando una relajación de la estructura de la pared celular de modo que posibilita el crecimiento plástico (no elástico), este tipo de plasticidad también es estimulado por las giberelinas. Este alargamiento celular puede ser un proceso fundamental ya que las plantas o tejidos en los que se inhibe la división celular continúan creciendo por alargamiento celular. Así es que el estímulo de crecimiento provisto por la hormona es obedecido.

A nivel celular opera un número de mecanismos de control asombroso. La división celular parece estar muy bien controlada por las hormonas. Por ejemplo, en ausencia de cinetina, la auxina induce al alargamiento celular en los cultivos de tejidos y su exceso suprime la división celular y el crecimiento aún en presencia de cinetina. Así, el balance hormonal es importante para la regulación del crecimiento, ya sea por alargamiento celular o por división celular. (2)

A) Auxinas:

El término auxina (del griego *auxein*, incrementar) fue utilizado por vez primera por Fritz Went, quien descubrió en 1926, que era posible que un compuesto no identificado causara la curvatura de coleóptilos de avena hacia la luz.

Las auxinas incluyen actividades tanto de estimulación (principalmente alargamiento celular) como inhibición del crecimiento, y la misma célula o estructura puede exhibir respuestas opuestas dependiendo de la concentración de IAA. Además, los diferentes tejidos responden a concentraciones muy diferentes: las raíces son estimuladas a concentraciones inferiores a las que estimulan los tallos, en varios órdenes de magnitud. El gradiente de IAA encontrado en las plantas puede producir gran variedad de efectos en el desarrollo, desde la supresión de yemas laterales o tallos secundarios, a la estimulación del alargamiento del tallo o raíz en diferentes partes de la planta.

La presencia de una sustancia de crecimiento que afecta el alargamiento de los coleóptilos de avena fue intuida por Charles Darwin, al final del siglo diecinueve. En la década de 1930 se conoció la estructura e identidad de la auxina: el ácido indolacético (abreviado IAA).

La auxina se sintetiza característicamente en el ápice del tallo (en el meristemo terminal o cerca de él) y en tejidos jóvenes, y se mueve principalmente hacia abajo del tallo. Tiende pues a formar un gradiente desde el ápice del tallo hasta la raíz. (2)

Las áreas de producción de las auxinas en las plantas son principalmente en los meristemos apicales de los órganos aéreos. Otras áreas de producción son las yemas que se abren, las hojas tiernas, las flores, las inflorescencias y pedúnculos. Algunas auxinas se encuentran en los extremos de las raíces, pero la mayoría son producidas en las partes aéreas de la planta y trasladadas a las raíces. También hay auxinas en los granos de polen. Se ha visto que durante la maduración del fruto, parte de la auxina proviene de las semillas que maduran.

El crecimiento secundario o aumento en grosor de los tallos es provocado por las auxinas. En este caso, el sitio de producción es el cámbium. (9)

Las auxinas se encuentran en mínimas concentraciones en las células de las plantas, mientras una concentración baja de auxina produce un efecto estimulante en el crecimiento, una concentración relativamente alta causa inhibición. Los diversos órganos pueden tener diferentes concentraciones de auxina para la estimulación. (8)

Rojas (13), indica que la aplicación de auxinas incrementa la longitud del tallo del trigo, dando una mayor longitud en dosis con concentraciones de 10 ppm.

Además, la auxina, actuando sola o en concierto con otras hormonas, estimula o inhibe otros eventos, que van desde las reacciones enzimáticas individuales hasta la división celular y formación de órganos, así que sus efectos son muchos y muy diversos. (2)

Las plantas contienen otros tres compuestos que son estructuralmente similares al IAA y provocan muchas de las mismas respuestas que éste; se les debe considerar hormonas auxínicas. Una de ellas es el ácido 4-cloroindolacético (4-cloroIAA), que se encuentra en semillas jóvenes de varias leguminosas. Otra, el ácido fenilacético (PAA), con frecuencia más abundante que el IAA aunque es mucho menos activo que éste para causar sus respuestas típicas. La tercera, el ácido indolbutírico (IBA), se presenta en hojas de maíz y en varias dicotiledóneas. (2)

B) Giberelinas:

Estos compuestos se descubrieron cuando se encontró en el Japón que los extractos de un hongo patógeno (*Gibberella fujikuroi*) que ataca el arroz duplican los síntomas de la enfermedad. Las giberelinas también toman parte en la floración, en ciertas fases de la germinación de la semilla, en el rompimiento del letargo y en varios efectos formativos. También interactúan en sus efectos con otras hormonas. A diferencia de las auxinas, las giberelinas parecen moverse libremente por toda la planta y su patrón de transporte y de distribución no es polar como el de la auxina.

Ahora se conocen muchas giberelinas; todas tienen la misma estructura básica del ácido giberélico (GA₃), pero difieren en la naturaleza de varias cadenas laterales o sustituciones. (2)

Las giberelinas deben ser consideradas como fitohormonas del crecimiento de tipo natural. Actúan en forma parecida al IAA al estimular el alargamiento celular, inducir la partenocarpia y producir nueva síntesis de ARN y proteínas.

Una de las propiedades más notables de las giberelinas es la de hacer desaparecer el enanismo genético de ciertas plantas. En general, este tipo de enanismo provoca el acortamiento de los entrenudos y no la disminución del número de éstos. Por esta causa, cuando se aplica giberelina a plantas enanas como consecuencia de la mutación de un solo gene, como *Pisum sativum*, *Vicia faba* y *Phaseolus multiflorus*, éstas crecen hasta volverse muy poco distintas de las mismas especies normales.

Las giberelinas tienen la característica de estimular el alargamiento excesivo de los entrenudos que causa el acame o vuelco de los tallos, y la acción principal de las giberelinas es promover el alargamiento. Además tienen la capacidad única entre las hormonas de estimular el

crecimiento de plantas enanas o "achaparradas". La mayoría de las dicotiledóneas, y algunas monocotiledóneas, responden creciendo más rápido cuando se tratan con giberelinas. (2)

La aplicación de giberelina a ciertas plantas cultivadas a la luz incrementará de modo notable el crecimiento de su tallo. (3)

Investigadores creen que la corrección del enanismo lograda a través de la aplicación de giberelina es debida a la falta de giberelina endógena o a la existencia de concentraciones de giberelina tan bajas que no tienen ningún efecto.

Teniendo en cuenta los hechos expuestos hasta aquí se plantea la cuestión de si existe una relación o interacción entre la giberelina endógena y la luz absorbida por la planta. La desaparición de la fotoinhibición del alargamiento caulinar por la aplicación de giberelina parece indicar que la giberelina endógena es el factor limitante del crecimiento del tallo. La conclusión más inmediata consiste en que la luz provoca la fotoinhibición del crecimiento del tallo rebajando la cantidad de giberelina disponible para la planta. Esta inhibición desaparece aplicando giberelina exógena a la planta. (3)

Weaver (16), indica que basta una cantidad de 100 ppm de GA_3 para incrementar la prolongación de los tallos y que los segmentos del coleótilos o del tallo se alargan al sumergirlos en soluciones de auxina.

Cada hormona produce muchas respuestas fisiológicas y frecuentemente las respuestas se yuxtaponen. Así mismo, quizá las hormonas no actúan solas, sino que interactúan unas con otras. A menudo la auxina y la giberelina actúan de forma sinérgica en acelerar el crecimiento de las plantas.

La giberelina y la auxina actúan tanto de forma independiente como en conjunto, según la especie de la planta, las condiciones en las cuales se realiza su crecimiento y el tipo de respuesta que se mida. El estudio de si las auxinas interaccionan o no está aún lejos de ser conclusivo. (3)

4.1.4 Diseño Completamente al Azar:

Esta distribución se utiliza cuando se estudian dos o más tratamientos con las siguientes condiciones:

- a. Lugar y unidades experimentales muy uniformes
- b. Cuando sea probable que una parte del experimento se pierda
- c. Cuando se tiene un experimento pequeño donde la mayor precisión de otras distribuciones no compensa la pérdida de grados de libertad del error.

A) Análisis de Varianza:

Reyes Castañeda (12), dice que cuando se tienen dos o más tratamientos, la interpretación más actualizada es considerarlos como problema de muestreo, en cuyo caso se utiliza la técnica de Fisher conocida como *método de análisis de varianza*.

El método consiste en separar, de la variación total observada, las diferentes causas o factores de variación que influyen en cualquier experimento y que afectan en distinto grado el efecto de los tratamientos. A fin de separar las diversas causas de variación se sigue el método siguiente:

- a. Separar los grados de libertad (G.L.) para cada factor o causa de variación.
- b. Calcular la suma de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones con respecto a la media, para cada causa de variación.
- c. Calcular las varianzas o cuadrados medios para cada factor de variación.
- d. Probar la hipótesis por medio de la prueba de F o relación de varianza.
- e. Comparar las medias de los tratamientos.

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Descripción del Área Experimental:

A) Ubicación Geográfica:

El experimento se llevó a cabo en finca "El Chaparral", que está localizada en el Municipio de Sanarate, del Departamento del El Progreso en el kilómetro 56 de la carretera al atlántico (CA-9). La finca se encuentra geográficamente ubicada en las coordenadas 14°48'1.42" latitud norte, y 90°11'0.25" longitud oeste y una altitud de 886 metros sobre el nivel del mar. (4)

B) Condiciones Climáticas:

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (6), el área experimental se encuentra ubicada en la zona ecológica bosque seco subtropical, con una precipitación media anual de 687 mm, y temperaturas medias anuales que van de 10 a 40°C.

Los suelos del área experimental según la clasificación de Simmons (14), pertenecen a la serie Alzatate y Jalapa.

4.2.2 Estudios con reguladores de crecimiento en otros cultivos:

Noriega (10), en su informe investigativo sobre el estudio de los efectos de cinco reguladores de crecimiento en Crisantemo Standard (*Chrysanthemum morifolium Roma*) utilizando 4 dosis diferentes en dos épocas de aplicación, indica que los tratamientos que provocan un mayor incremento en el largo del tallo son 15 ppm de auxina, 25, 75 y 125 ppm de GA₃, aplicados a los 40 días después del transplante y se comprobó que las aplicaciones de auxinas en concentraciones dentro del rango de 5 a 20 ppm no produce efectos fisiológicos de carácter negativo para el normal desarrollo de plantas de Crisantemo, sino que induce a que la planta forme tallos más largos, lo cual resulta beneficioso desde el punto de vista de calidad de la flor.

Con respecto a la época de aplicación, concluyó que la mejor época para la aplicación de los reguladores es a los 40 días después del transplante.

Además, concluyó que los tratamientos que inducen un mayor incremento en el peso del tallo, son los de 25 y 125 ppm de giberelina (GA₃) y 15 ppm de auxina.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- 5.1.1 Determinar la respuesta a la aplicación de concentraciones crecientes de auxinas-giberelinas, sobre el crecimiento y rendimiento en esquejes exportables, en el cultivo de planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) bajo condiciones de finca "El Chaparral", Mayacrops, S.A., en Sanarate, El Progreso.

5.2 Específicos

- 5.2.1 Evaluar el efecto de las auxinas y giberelinas sobre el largo del tallo principal, número de yemas, número de hojas y largo de los entrenudos.
- 5.2.2 Establecer la combinación de auxinas y giberelinas cuyos niveles produzcan el mejor resultado en cuanto a rendimiento en esquejes exportables.
- 5.2.3 Determinar la respuesta a los tratamientos a través de los parámetros de crecimiento: tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento (TC).

6. HIPOTESIS

Por lo menos una de las concentraciones de auxinas-giberelinas evaluadas en los diferentes tratamientos, promoverá un incremento en forma significativa, en al menos una de las variables de estudio, en el cultivo de planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) en la finca "El Chaparral", en Sanarate, El Progreso.

7. METODOLOGIA

7.1 Características de la variedad evaluada:

La variedad utilizada para el experimento es planta de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R.Br.), por ser cultivada en mayor cantidad en finca "El Chaparral". Sus principales características son hojas verdes con ligero variegado blanco, fibrosas y de tallo semi-leñoso, entrenudos de aproximadamente 5 a 7 cms de largo y las características típicas de la especie. (5)

7.2 Fuentes de auxinas y giberelinas:

Auxinas: Rootone (Ácido Indolbutírico) al 0.3% de ingrediente activo

Giberelinas: Pro-Gibb (Ácido Giberélico) al 10% de ingrediente activo

7.3 Factores:

Los factores evaluados fueron dos tipos de reguladores de crecimiento como lo son las auxinas y giberelinas en distintos niveles o concentraciones distribuidos de la siguiente manera:

	Factor/Nivel	1	2	3	4
A	Auxina (ppm)	0	5	10	15
B	Giberelina(ppm)	0	25	75	125

7.4 Tratamientos:

Fueron constituidos por las diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento con auxinas y giberelinas, distribuidos de la siguiente manera:

Tratamiento	Auxina ppm	Giberlina ppm	
T1	0	0	Sin reguladores (Testigo)
T2	0	25	
T3	0	75	
T4	0	125	
T5	5	0	
T6	5	25	
T7	5	75	
T8	5	125	
T9	10	0	
T10	10	25	
T11	10	75	
T12	10	125	
T13	15	0	
T14	15	25	
T15	15	75	
T16	15	125	

La distribución de los tratamientos se realizó de una manera aleatoria, utilizando para ello recortes de papel donde se identificaba cada uno de los tratamientos. Se seleccionaron al azar y su distribución final dentro de la banca de planta de cera se puede observar en el cuadro 17 "A" de este documento.

7.4.1 Preparación de los tratamientos:

Para la preparación de los tratamientos, las cantidades utilizadas de cada producto fueron pesadas en una balanza analítica en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la finca se preparó la solución disolviendo la cantidad establecida de cada producto a utilizar en un litro de agua y agitando hasta que la mezcla fuera homogénea, aforándolo a 3.2 litros para completar la solución. Este procedimiento se realizó para cada tratamiento.

7.4.2 Aplicación de los tratamientos:

Los tratamientos fueron aplicados con una probeta aforada de 1 litro, utilizando 200 cc de solución por bolsa, cantidad que regularmente se aplica en un riego en la finca, directamente en el suelo de cada bolsa, para evitar el efecto de borde y/o contaminación de un tratamiento con otro. Esta aplicación se hizo a las 16 bolsas que constituyen el tratamiento para un total de 3.2 litros de solución.

7.5 Diseño experimental:

El diseño experimental que se utilizó fue "Completamente al Azar" con 4 repeticiones, cuyos tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en cada una de las repeticiones, como se muestra en el cuadro 17 "A" . (7)

7.6 Modelo estadístico:

Para la evaluación de los tratamientos, se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t \quad j = 1, 2, 3 \dots r$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = efecto de la media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición

(7)

7.7 Tamaño de la unidad experimental:

La unidad experimental consistió en 4 bolsas, con 4 plantas por bolsa, dando un total de 16 plantas por unidad experimental. Se establecieron 4 repeticiones para cada tratamiento, teniendo 16 bolsas por tratamiento, o sea, 64 plantas por tratamiento. El tamaño de las bolsas es de 25.4 cm de diámetro y 38.1 cm de alto. El área en la parte superior es de 506.7 cm².

7.8 Variables evaluadas:

En cada una de las unidades experimentales se llevó a cabo un registro durante todo el ciclo de cultivo de las variables que a continuación se citan:

7.8.1 Largo del tallo principal (cm):

El largo del tallo principal se midió desde la base hasta la punta de la guía primaria, realizándolo cada semana, muestreando 5 plantas por unidad experimental.

7.8.2 Número de yemas por planta:

Las yemas por planta se contaron cada semana, muestreando 5 plantas por unidad experimental.

7.8.3 Número de hojas por planta:

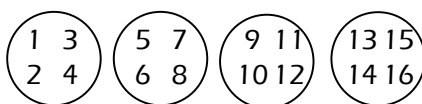
Las hojas de las plantas fueron contadas semanalmente, muestreando 5 plantas por unidad experimental.

7.8.4 Largo de los entre nudos (cm):

La distancia de un entre nudo a otro fue medida cada semana, para determinar un largo promedio de los entre nudos por planta, muestreando 5 plantas por unidad experimental.

La metodología de muestreo utilizada para las variables anteriores fue de la siguiente manera:

Las plantas de cada unidad experimental se enumeraron del 1 al 16 como se muestra en la figura 1:



X 4 repeticiones

Figura 1 Metodología utilizada para la identificación de las plantas de cera en cada unidad experimental.

Posteriormente se realizó un sorteo con papeles numerados del 1 al 16 para representar a cada una de las plantas de la unidad experimental. Escogiendo al azar 5 números, que serían las 5 plantas a muestrear según la ubicación mostrada en la figura 1, realizando este procedimiento para cada unidad experimental. Las plantas que fueron muestreadas de cada unidad experimental según su ubicación se pueden observar en el cuadro 18 "A" del apéndice.

El esquema de la forma como se realizó la medición de las variables en las plantas muestreadas se puede observar a continuación:

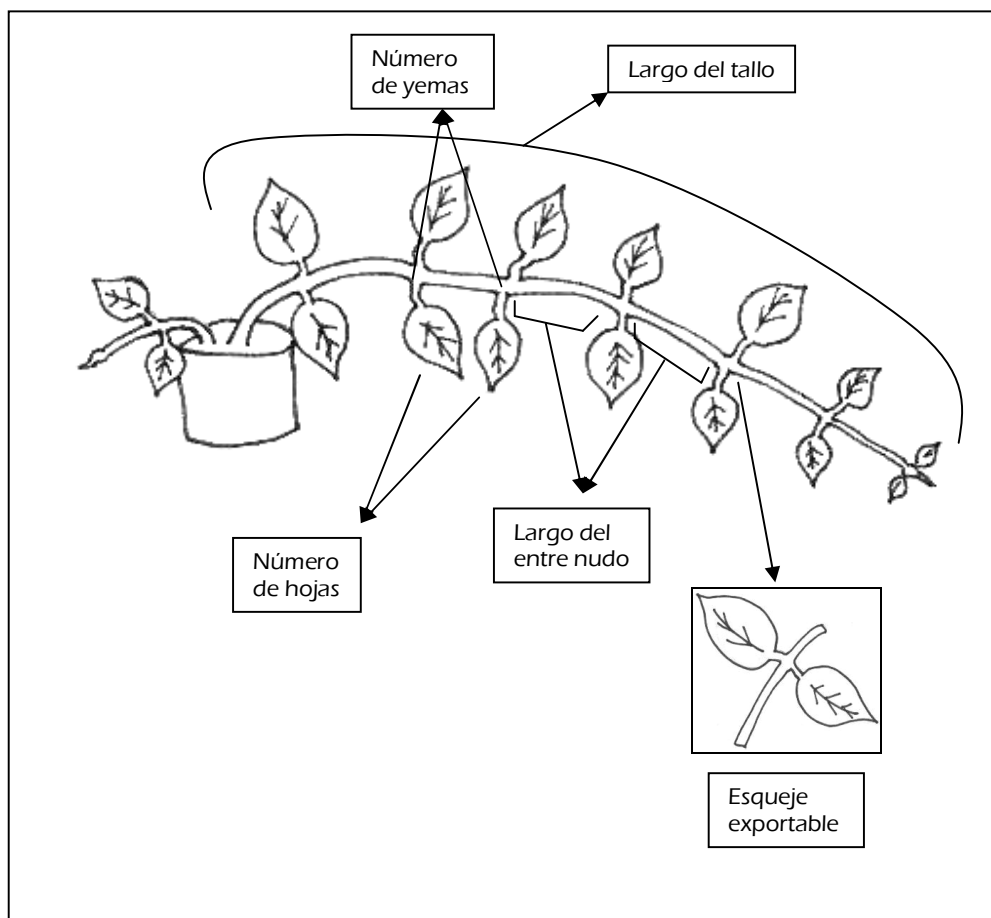


Figura 2 Metodología de muestreo utilizada para evaluar las variables de las plantas de cera en cada unidad experimental.

Con los datos obtenidos de cada variable en la diferentes unidades experimentales, se determinaron promedios semanales para las repeticiones y tratamientos, con la finalidad de evaluar el crecimiento semanal de las plantas mediante un análisis de varianza para cada variable después de la aplicación de los tratamientos.

7.8.5 Área foliar (cm²):

Utilizando el método de contorno y pesada fueron establecidos dos promedios de áreas foliares de la parte media de la planta en cada tratamiento, con éstos promedios y midiendo el largo promedio de las hojas se estableció una ecuación de regresión (ver cuadro 15 "A"), para posteriormente determinar las áreas foliares de 5 hojas muestreadas por unidad experimental, utilizando para ello la longitud de las hojas. Fue realizado únicamente al momento de la cosecha.

7.8.6 Rendimiento por unidad experimental (esquejes):

El rendimiento fue determinado contando el número de esquejes exportables obtenidos al momento de la cosecha, en cada una de las unidades experimentales. Posteriormente se calculó mediante una regla de tres simple, la producción estimada para un metro cuadrado, por cada tratamiento.

7.9 Datos climáticos:

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron lecturas periódicas de los siguientes elementos del clima:

7.9.1 Temperatura (°C):

Con el uso del termómetro ambiental se realizaron lecturas diarias de la temperatura dentro del umbráculo, midiendo la mínima por la mañana y la máxima al medio día.

7.9.2 Intensidad de la luz dentro del umbráculo (pies candela):

Con el uso de un fotómetro se realizaron lecturas diarias a la altura de la planta en tres puntos dentro de los tratamientos, con el propósito de establecer el valor promedio de la intensidad de la luz dentro del umbráculo.

7.9.3 Precipitación pluvial (mm):

Con el uso del pluviómetro se registraron las precipitaciones que se presentaron, durante el período de duración del estudio.

7.10 Manejo del cultivo:

El medio de cultivo que se utilizó fue una mezcla de arena, broza de cushín (*Inga micheliana*) y tierra negra en proporción 1:1:1.

El riego se realizó dos veces por semana, aplicando aproximadamente 200 cc por bolsa.

Las fumigaciones se realizaron de la siguiente manera:

Cada tres semanas con los siguientes acaricidas

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS UTILIZADA
Pegassus (Diafentiurón)	0.8 cc/lit
Mitac (Formamidina amitraz)	1 cc/lit
Talstar (Bifentrin)	0.4 cc/lit

Cada 15 días con los siguientes fungicidas y/o bactericidas:

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS UTILIZADA
Manzate (Ditiocarbamato mancozeb)	2 gr/lit
Agrimycin (Estreptomycina tetraciclina)	1.5 gr/lit
Kocide (Hidróxido de cobre)	2 gr/lit
Captán (Ftalamida captán)	3 gr/lit
Cicocyn (Tiofanato metílico)	1 cc/lit
Phyton (Sulfato de cobre)	1 cc/lit

Cada semana con los siguientes insecticidas:

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS UTILIZADA
Actellic (Pirimifos metil)	1 cc/lit
Thiodán (Endosulfán)	3 cc/lit
Furadán (Carbofurán)	1 cc/lit
Lannate (Carbamato metonil)	1 cc/lit

La fertilización al suelo se realizó cada 15 días utilizando para ello los siguientes productos:

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS UTILIZADA
Nutrex (20-20-20)	17.8 gr/lit
Nitrato de potasio (13-0-46)	10.1 gr/lit

La fertilización foliar se realizó cada semana con los siguientes productos:

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS UTILIZADA
Bayfolán (Quelato macro-micro elementos)	3 cc/lit
Calcio Boro (Calcio-Boro)	5 cc/lit
Nutrisol (Macro-micro elementos, vitaminas)	1 gr/lit
Siamin (Macro-micro elementos, aminoácidos)	1 cc/lit

La aplicación de los reguladores de crecimiento se realizó en la cuarta semana después de la cosecha o corte anterior, utilizando las siguientes cantidades:

NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN	DOSIS UTILIZADA
ProGibb (Ácido giberélico)	25 ppm	0.25 gr/lit
ProGibb	75 ppm	0.75 gr/lit
ProGibb	125 ppm	1.25 gr/lit
Rootone (Ácido indolbutírico)	5 ppm	1.67 gr/lit
Rootone	10 ppm	3.33 gr/lit
Rootone	15 ppm	5 gr/lit

7.11 Cosecha:

La cosecha se realizó a las 12 semanas después del inicio del experimento, cosechando únicamente aquellas plantas que presentaban las características para ser esquejes de exportación, o sea, con dos o por lo menos una hoja sana y que cada esqueje presentara un largo del tallo de aproximadamente 4.5 a 6 cms.

7.12 Análisis de la información:

Se realizaron análisis de varianza de acuerdo con el diseño empleado para: largo del tallo, número de yemas o entre nudos por planta, número de hojas por planta, largo de los entre nudos para establecer si existían diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Para la determinación de la respuesta a las concentraciones de auxinas y giberelinas, también se recurrió a los análisis de varianza de los tratamientos, utilizando los resultados obtenidos del rendimiento en esquejes exportables por unidad experimental.

El análisis de crecimiento en cuanto a su interpretación cuali-cuantitativa, se realizó mediante observación y medición de los siguientes parámetros: Tasa de Crecimiento (TC) y Tasa de Asimilación Neta (TAN), al momento de la cosecha. Tomando en cuenta que la Tasa de Crecimiento (TC) representa el incremento en tamaño de la planta en un momento dado (cm/día) y la Tasa de Asimilación Neta (TAN) representa el incremento del peso en gramos por área foliar, por periodo de tiempo, ($\text{gr}/\text{cm}^2/\text{día}$), siendo un indicador de la eficiencia del cultivo en la producción de materia seca por unidad de área foliar. (8)

El análisis de los resultados se realizó en tres fases de la siguiente manera:

A) Fase de campo:

En cada unidad experimental se tomaron 5 plantas semanalmente (20 plantas/tratamiento, o sea, 320 plantas en total, tomando las mismas plantas cada semana para llevarles seguimiento), a las que se les determinó: largo del tallo de cada planta, número de yemas (entre nudos) por planta, número de hojas por planta y largo de los entre nudos. El área foliar y rendimiento por unidad experimental se determinaron únicamente al momento de la cosecha.

B) Fase de laboratorio:

Realizado únicamente al momento de la cosecha, escogiendo al azar 20 plantas por tratamiento, a las que se les separaron hojas y tallos para determinar su peso fresco, fueron colocadas en bolsas de papel kraft con agujeros, para su identificación y traslado a la Facultad de Agronomía. Se tomaron muestras de 50 gr (tallos y hojas) de cada tratamiento las cuales fueron secadas en un horno, donde permanecieron 48 horas a 60°C , para determinarles al final el peso seco del material vegetativo. (8)

C) Fase de gabinete:

Una vez que se obtuvieron los datos requeridos, se procedió al cálculo de los parámetros de crecimiento y su respectivo análisis mediante las siguientes fórmulas (8):

a) Tasa de Crecimiento:

$$TC = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} = \text{cm/día}$$

donde:

L = longitud total
t = tiempo en días

b) Tasa de Asimilación Neta:

$$TAN = \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} = \text{gr/cm}^2/\text{día}$$

donde:

W = peso seco total (gr)
t = tiempo (días)
Ln = logaritmo natural
A = área foliar

8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para las diferentes variables evaluadas son los que se presentan a continuación:

8.1 Largo del Tallo (cm):

Los resultados obtenidos del Análisis de Varianza son los siguientes:

Cuadro 1 Análisis de Varianza para la variable Largo del Tallo

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Resultado
TOTAL	63	5739.52				
TRAT.	15	1244.088	82.94	0.88	1.888	NS
ERROR	48	4495.43	93.65			

NS= No existen diferencias significativas entre tratamientos

C.V.= 24.21%

El cuadro 1 muestra que no existen diferencias significativas para la variable largo del tallo de las plantas en ninguno de los tratamientos evaluados, significando que todos los tratamientos son estadísticamente iguales y que el largo del tallo de la planta no se incrementa al aplicar alguno de los tratamientos evaluados.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 24.21%, indicando la variabilidad inherente que presenta la planta con respecto al crecimiento en el largo de los tallos, debido a que algunas plantas presentaron largos de tallos muy superiores a los que presentaron otras plantas de las mismas unidades experimentales, además el coeficiente de variación nos indica la variabilidad presentada en las plantas debido al manejo del experimento.

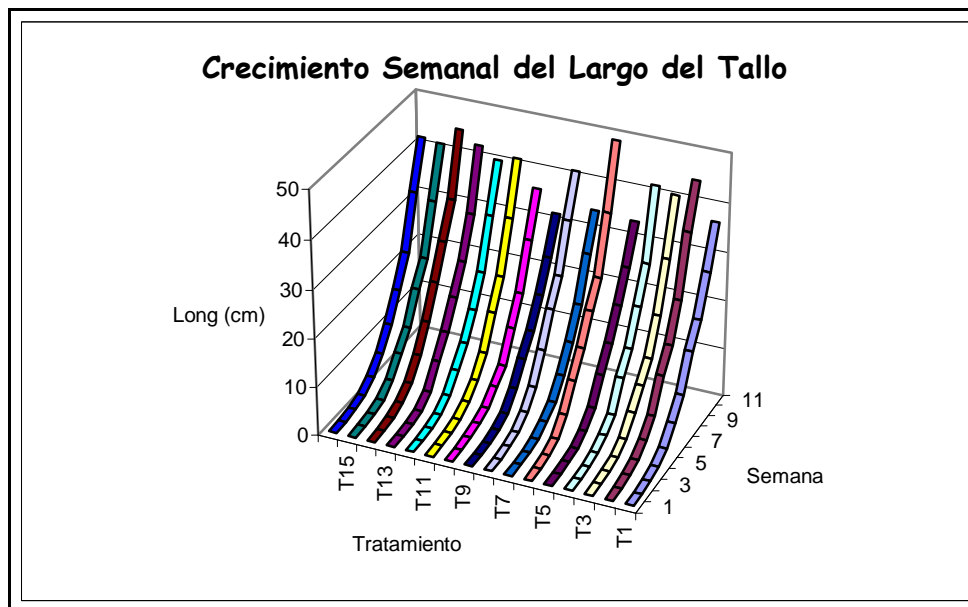


Fig. 3 Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el largo del tallo de planta de cera.

La figura 3 demuestra que el crecimiento semanal promedio del largo de tallo en las plantas fue homogéneo, las curvas de crecimiento son similares para todos los tratamientos, sin embargo, observando los valores al final de la evaluación, se puede observar que los tratamientos: #2 (0 ppm auxina y 25 ppm giberelina); #6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina); y tratamiento 14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina), reportaron valores promedios desde 44 hasta 49 cm siendo los mayores largos de tallo (largo de guía). Estos tratamientos presentaron diferencias desde 12.18 cm hacia el testigo y hasta 17.34 cm hacia el tratamiento 9 (10 ppm auxina y 0 ppm giberelina) que presentó los resultados más bajos.

8.2 Número de Hojas:

Los resultados del Análisis de Varianza son los siguientes:

Cuadro 2 Análisis de varianza para la variable Número de Hojas por planta

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Resultado
TOTAL	63	77.19				
TRAT.	15	16.61	1.107	0.877	1.888	NS
ERROR	48	60.58	1.262			

NS= No existen diferencias significativas entre tratamientos

C.V.= 12.75%

No existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales, o sea, ninguno influye sobre la variable número de hojas.

El coeficiente de variación (12.75%), indica que se presentó una variabilidad relativamente baja con respecto al número de hojas por planta en las diferentes unidades experimentales.

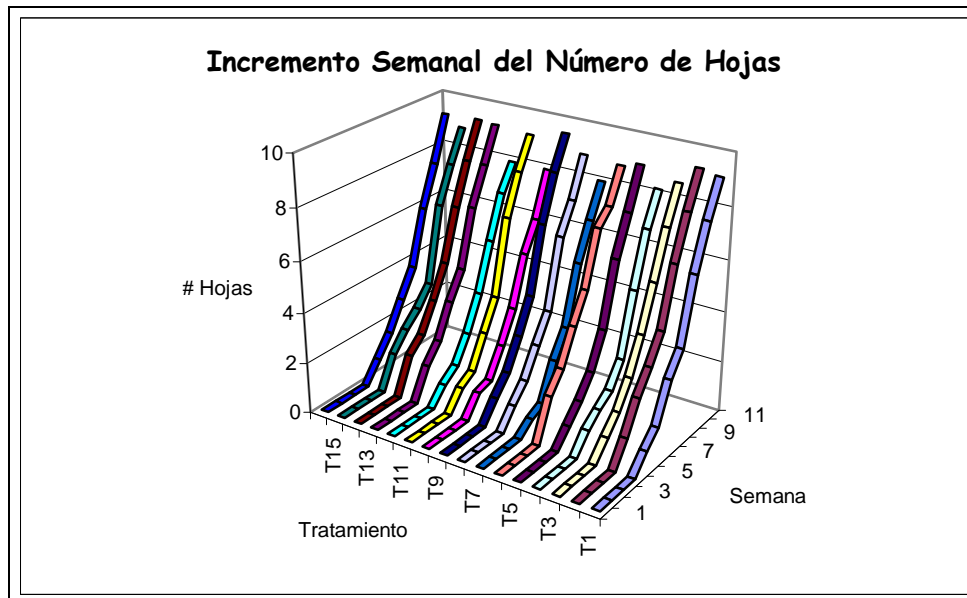


Fig. 4 Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el número de hojas de planta de cera.

En la figura 4 se observa la forma en que aumentó semanalmente el número de hojas en las plantas de cada tratamiento, la figura muestra una forma de crecimiento homogéneo entre los tratamientos, estableciéndose al final diferencias mínimas en los resultados. Sin embargo, al final de la evaluación, éstos resultados muestran que los tratamientos #2 (0 ppm auxina y 25 ppm giberelina), #9 (10 ppm auxina y 0 ppm giberelina); y #14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina), presentaron en promedio de 9 a 10 hojas por planta, siendo los mayores incrementos promedio en esta variable. En este caso, la diferencia hacia los tratamientos con los menores resultados fue en promedio de 1 a 2 hojas, siendo el número 10 (10 ppm auxina y 25 ppm giberelina) y el número 12 (10 ppm auxina y 125 ppm giberelina) que reportaron de 7 a 8 hojas por planta.

8.3 Largo de los Entre nudos (cm):

Los resultados obtenidos del Análisis de Varianza son los siguientes:

Cuadro 3 Análisis de varianza para la variable Largo de los entre nudos

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Resultado
TOTAL	63	55.112				
TRAT.	15	16.034	1.069	1.313	1.888	NS
ERROR	48	39.079	0.814			

NS= No existen diferencias significativas entre tratamientos
 C.V.= 12.06%

El cuadro 3 de ANDEVA indica que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados para la variable largo de los entre nudos, asumiendo entonces que todos los tratamientos son estadísticamente iguales y ninguno produce un incremento en el largo de los entre nudos de las plantas.

Al igual que en la variable anterior, se presentó un coeficiente de variación relativamente bajo, el cual fue de 12.06%, lo que nos indica que se realizó un manejo adecuado de la variabilidad experimental.

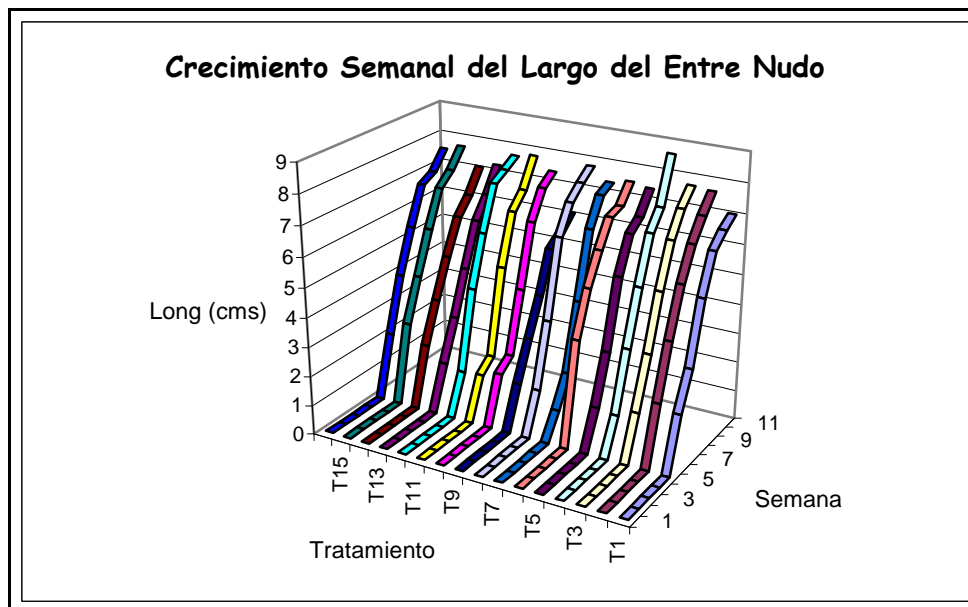


Fig. 5 Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el largo del entre nudo de planta de cera.

La figura 5 muestra las curvas de crecimiento del largo de los entre nudos obtenidas en el periodo de evaluación de cada tratamiento, en ellas se observa un crecimiento homogéneo hasta el final de la evaluación donde se observan diferencias mínimas en los valores promedios de la variable, estableciéndose los tratamientos #3 (0 ppm auxina y 75 ppm giberelina); #4 (0 ppm auxina y 125 ppm giberelina); y #8 (5 ppm auxina y 125 ppm giberelina), fueron los que presentaron los mayores promedios de largo de los entre nudos con valores desde 7.74 cm hasta 8.64 cms. Las diferencias de éstos tratamientos hacia el testigo fueron de hasta 1.6 cm y 2.53 cm hacia el tratamiento 9 (10 ppm auxina y 0 ppm giberelina) que reportó los resultados más bajos de largo de entre nudo.

8.4 Número de Yemas:

Los resultados obtenidos del Análisis de Varianza son los siguientes:

Cuadro 4 Análisis de varianza para la variable Número de Yemas por planta

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Resultado
TOTAL	63	35.614				
TRAT.	15	7.704	0.514	0.883	1.888	NS
ERROR	48	27.910	0.581			

NS= No existen diferencias significativas entre tratamientos

C.V.= 17.98%

Con respecto al número de yemas por planta, el cuadro 4 demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, indicando que todos los tratamientos son estadísticamente iguales y que ninguno produce un incremento en el número de yemas en las plantas.

En esta variable se obtuvo un valor de 17.98% para el coeficiente de variación, que también se puede considerar como un valor relativamente bajo con respecto a la variabilidad presentada en el número de yemas por planta, indicando un manejo adecuado del error experimental.

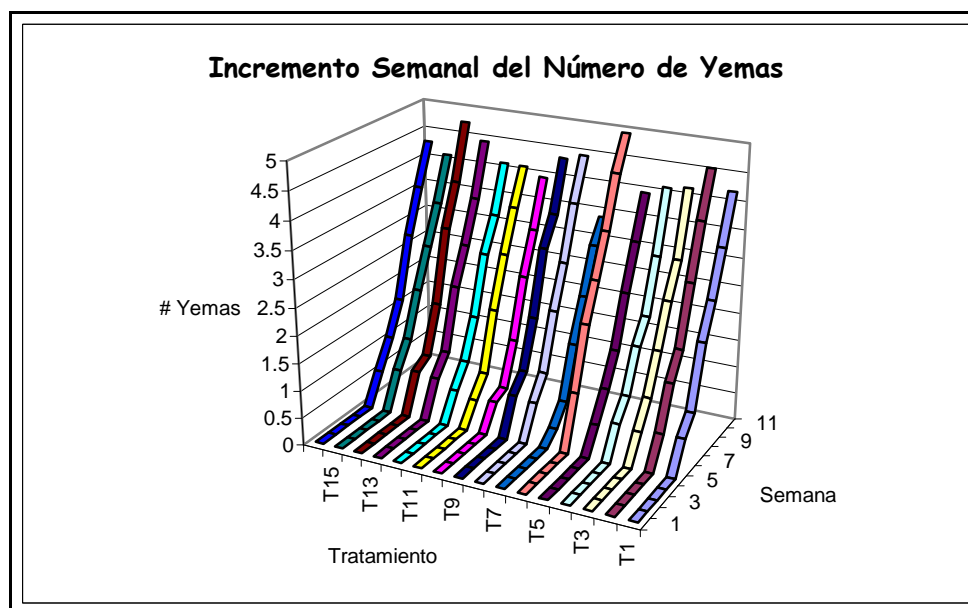


Fig. 6 Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el número de yemas de planta de cera.

Analizando los resultados promedios de la variable (figura 6), se observan curvas de crecimiento homogéneas, a partir de la cuarta semana aparecen las primeras yemas en todos los tratamientos y se da un incremento semanal constante hasta el final del experimento donde los tratamientos #2 (0 ppm auxina y 25 ppm giberelina); #6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina); y #14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina), presentaron en promedio valores hasta de 5 yemas por planta, siendo las mayores cantidades con respecto a esta variable, aunque con diferencias de 1 yema en promedio hacia el testigo y 2 yemas hacia el tratamiento 7 (5 ppm auxina y 75 giberelina) que reportó los menores valores en cuanto al número de yemas.

8.5 Rendimiento Total por Unidad Experimental (esquejes):

Los resultados obtenidos del Análisis de Varianza son los siguientes:

Cuadro 5 Análisis de varianza para la variable Rendimiento por Unidad Experimental

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	Resultado
TOTAL	63	3491.750				
TRAT.	15	653.250	43.550	0.736	1.888	NS
ERROR	48	2838.500	59.135			

NS= No existen diferencias significativas entre tratamientos

C.V.= 28.82%

En la variable rendimiento total por unidad experimental no existe diferencia significativa entre los tratamientos, asumiendo así que los tratamientos evaluados son estadísticamente iguales y ninguno produjo un incremento significativo sobre el rendimiento total por unidad experimental. No así para el área total de cultivo.

En esta variable el coeficiente de variación fue 28.82% pudiéndose decir que se debió a la variabilidad presentada en los resultados obtenidos en las diferentes unidades experimentales de los tratamientos, ya que se obtuvieron valores muy diferentes entre los mismos tratamientos con respecto al rendimiento en esquejes por unidad experimental, ello debido principalmente a la variabilidad de crecimiento que presenta la planta comúnmente.

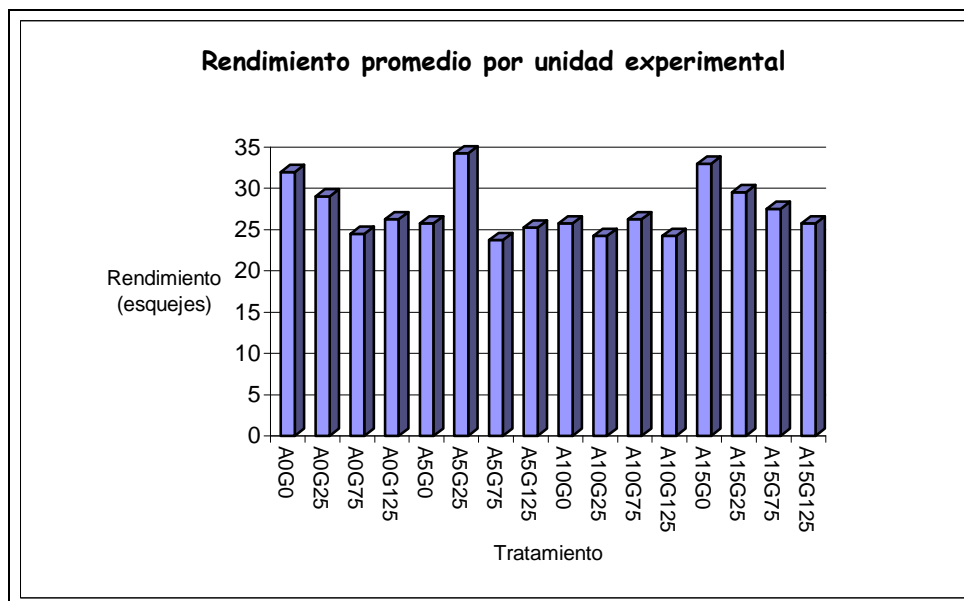


Fig. 7 Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento en el rendimiento de plantas de cera.

Analizando los rendimientos promedio (esquejes/unidad experimental) obtenidos de los tratamientos (figura 7), los resultados muestran cierta homogeneidad aunque los mejores resultados se observan en los tratamientos #1 ó testigo (sin reguladores); #6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina); y #13 (15 ppm auxina y 0 ppm giberelina), reportaron en promedio cosechas desde 32 hasta 34 esquejes por unidad experimental. El resto de los tratamientos se mantuvo entre 25 y 30 esquejes en promedio de rendimiento, entre ellos, el tratamiento 7 (5 ppm auxina y 75 ppm giberelina) reportó los resultados más bajos con un promedio de 24 esquejes por unidad experimental. Al establecer el testigo (sin aplicación de reguladores) como uno de los tratamientos con más altos rendimientos, se comprueba que los reguladores de crecimiento en las concentraciones evaluadas no ejercieron ninguna influencia para incrementar los rendimientos de planta de cera bajo las condiciones de Sanarate, El Progreso.

Desde otro punto de vista, en el cuadro 12 "A" del apéndice se muestran los valores reportados para las unidades experimentales en cuanto al rendimiento, además se muestra el rendimiento estimado por metro cuadrado según esos valores. En estos valores se observa que el tratamiento 6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina) presenta el rendimiento promedio más alto reportando 34 esquejes por unidad experimental mientras que el testigo reporta 32 esquejes por unidad experimental, en este caso, es una diferencia de únicamente 2 esquejes de un tratamiento a

otro. Sin embargo, al analizar los rendimientos por metro cuadrado de producción, de una manera práctica y no estadística, estos mismos tratamientos; el #6 reporta 20 esquejes más por metro cuadrado de área de producción que el testigo, lo cual se consideraría como una diferencia notable en un área de producción mayor. En este caso sería necesario realizar nuevas pruebas con el tratamiento 6 para establecer si en realidad puede ser funcional como se observó desde este punto de vista.

8.6 Parámetros de Crecimiento:

8.6.1 Tasa de crecimiento (cm/día):

La tasa de crecimiento representa el incremento en tamaño de las plantas en un momento dado. Para su análisis se puede observar la figura :

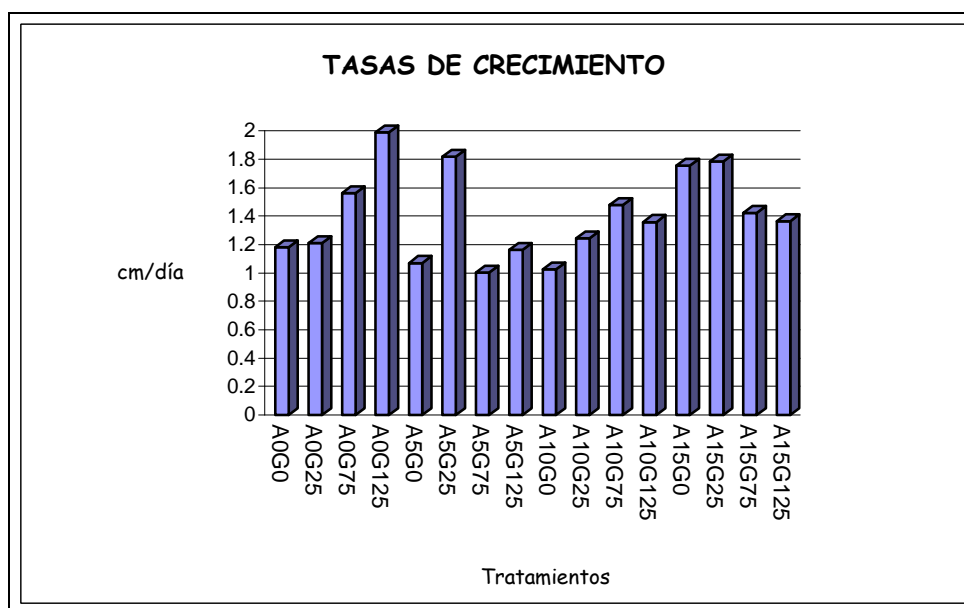


Fig. 8 Efecto de la aplicación de Reguladores de Crecimiento sobre la Tasa de Crecimiento en plantas de cera.

La figura 8 muestra que los tratamientos que alcanzaron los mayores incrementos en longitud de la guía fueron el No.4 (0 ppm auxina y 125 ppm giberelina); #6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina); y #14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina), reportándose valores de 1.7 a 1.98

cm/día en la última semana de evaluación. Significando que las plantas evaluadas con esos tratamientos incrementaron su longitud en un promedio de 1.7 a 1.98 centímetros cada día durante la última semana de evaluación mientras que los demás tratamientos reportaron valores desde 1 hasta 1.4 centímetros por día, entre ellos, los tratamientos 7 (5 ppm auxina y 75 ppm giberelina) y 9 (10 ppm auxina y 0 ppm giberelina) reportaron los valores más bajos con promedios de 1 cm por día de incremento en la última semana. El testigo se reportó como uno de los resultados más bajos, con incrementos promedio de 1.18 cm/día.

8.6.2 Tasa de Asimilación Neta ($\text{gr}/\text{cm}^2/\text{día}$):

En la figura 9 se pueden observar los valores obtenidos para la tasa de asimilación neta durante la última semana de evaluación:

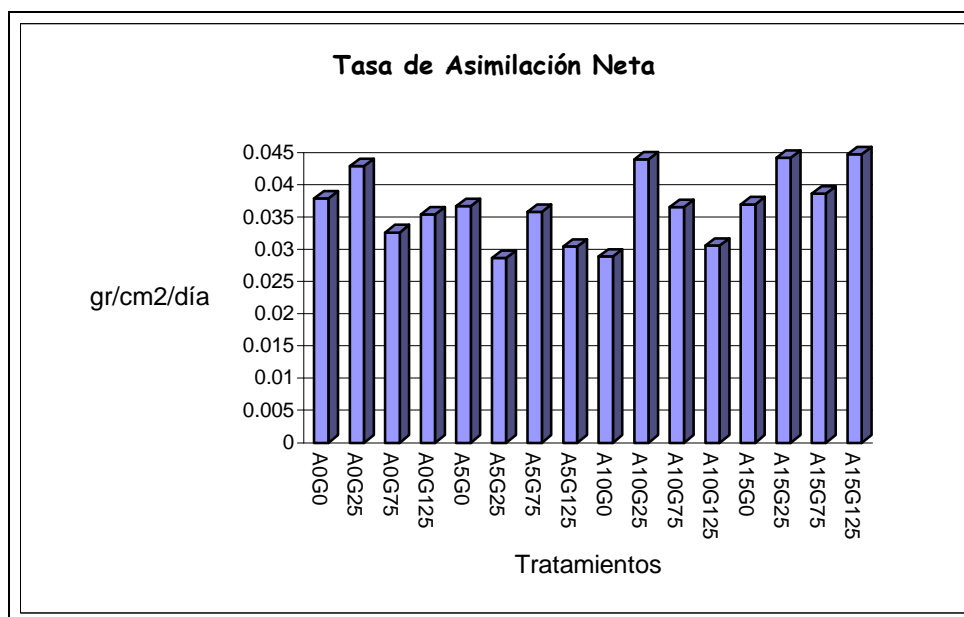


Fig. 9 Efecto de la aplicación de Reguladores de Crecimiento sobre la Tasa de Asimilación Neta en plantas de cera.

Los tratamientos que presentaron los mayores valores de tasas de asimilación neta fueron el #16 (15 ppm auxina y 125 ppm giberelina); #14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina); y el #10 (10 ppm auxina y 25 ppm giberelina), reportándose incrementos promedio en los valores desde

0.043 hasta 0.045 gramos de peso seco por centímetro cuadrado de área foliar, en cada día de la última semana de evaluación, siendo los más eficientes con respecto a la producción de materia seca foliar. Mientras tanto, los tratamientos 6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina) y 9 (10 ppm auxina y 0 ppm giberelina) reportaron valores de 0.028 gr/cm² de área foliar en cada día de la última semana de evaluación, siendo los más bajos con respecto a este parámetro. El testigo se mantuvo en un promedio de 0.037 gr/cm²/día para este parámetro.

Los resultados de los análisis de varianza realizados para las diferentes variables a partir de la quinta semana de evaluación (después de la aplicación de los tratamientos) se muestran a continuación:

Cuadro 6 Análisis de varianza para la variables evaluadas semanalmente

RESULTADOS SEMANALES DE ANALISIS DE VARIANZA EN LAS DIFERENTES VARIABLES												
Variable	Longitud de guía			Número de Hojas			Largo del Entre nudo			Número de Yemas		
Semana	FC	FT	RES.	FC	FT	RES.	FC	FT	RES.	FC	FT	RES.
5	1.434	1.888	NS	1.105	1.888	NS						
6	1.707	1.888	NS	1.267	1.888	NS	1.36	1.888	NS	0.766	1.888	NS
7	1.636	1.888	NS	1.047	1.888	NS	1.664	1.888	NS	1.276	1.888	NS
8	1.242	1.888	NS	1.148	1.888	NS	0.984	1.888	NS	0.878	1.888	NS
9	0.799	1.888	NS	1.663	1.888	NS	1.584	1.888	NS	0.947	1.888	NS
10	0.963	1.888	NS	1.158	1.888	NS	0.996	1.888	NS	0.873	1.888	NS
11	0.886	1.888	NS	0.877	1.888	NS	1.313	1.888	NS	0.883	1.888	NS

En el cuadro 6 se muestra que la aplicación de reguladores de crecimiento (auxinas y giberelinas) en las concentraciones evaluadas, no inducen efecto alguno sobre las variables: largo de tallo, número de hojas, largo del entre nudo y número de yemas (entre nudos) por planta, en ninguna de las semanas de crecimiento después de su aplicación. La evaluación se realizó a partir de la quinta semana debido a que la aplicación de los tratamientos se hizo en la cuarta semana de crecimiento de la planta. Con este análisis en el tiempo se demuestra que en ningún momento del experimento, las plantas de cera respondieron a la aplicación de los reguladores de crecimiento (auxinas y giberelinas) en las concentraciones evaluadas, por ello la hipótesis planteada para el experimento es rechazada.

En general, los Análisis de Varianza realizados, demuestran que estadísticamente, no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos evaluados, de modo que todos los tratamientos son iguales.

Los reguladores de crecimiento evaluados no indujeron ningún efectos sobre las plantas de cera, pudiendo ser debido principalmente a que la planta presenta hojas cerosas y tallo semi leñoso dificultando esto la absorción de los tratamientos y haciéndolo más lento, por esta misma razón la forma de aplicación pudo no ser la adecuada ya que los tratamientos se aplicaron directamente al suelo donde debían ser absorbidos por las raíces y transportados a los puntos de crecimiento, por ello es necesario realizar una aplicación a las partes aéreas de la planta para establecer si la absorción por este medio puede acelerar el proceso y mostrar los efectos de los reguladores en menor tiempo.

De otra manera, al comparar los promedios generales obtenidos en las diferentes variables (cuadros 8, 9, 10, 11, 12 y 14 "A"), se puede observar que los tratamientos 6 (5 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina); y 14 (15 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina) conjuntamente, aparecieron constantemente en las variables evaluadas, reportando los mejores promedios en las variables longitud de guía, número de yemas y la tasa de crecimiento. El tratamiento 6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina) por sí solo, reportó los mejores resultados con respecto al rendimiento total/unidad experimental, y el tratamiento 14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina), reportó los mejores resultados con respecto al número de hojas por planta y la tasa de asimilación neta.

Un resumen de lo anterior se muestra en el cuadro 7 mostrando los tratamientos que indujeron en las variables los promedios más altos:

Cuadro 7 Tratamientos que presentaron los mejores resultados en las diferentes variables

Tratamiento/ Variable	#6 (5 ppm auxina y 25 ppm giberelina)	#14 (15 ppm auxina y 25 ppm giberelina)
Longitud de guía	X	X
Número de Hojas		X
Número de Yemas	X	X
Largo del entre nudo		
Tasa de crecimiento	X	X
Tasa de asimilación neta		X
Rendimiento total	X	

Los factores climáticos registrados durante el periodo de evaluación, se observó que las temperaturas se mantuvieron en un rango promedio de 19°- 36°C (figura 10 "A") y el rango recomendable para el cultivo de ésta planta según Hodgkiss (5) es de 20-32°C, de donde se observa que la temperatura máxima promedio se mantuvo un poco arriba del límite recomendado. Con respecto a la intensidad de luz, se recomienda que la planta se cultive en un rango de 1500 a 2500 pies candela (5) y durante los meses de evaluación se mantuvo a una intensidad de luz promedio de 1370 pies candela (figura 11 "A") que es un poco más bajo de lo recomendado para su cultivo, por ello es necesario que el control de los factores climáticos sea evaluado en el área de producción para establecer si es necesario modificarlos para tener un mejor control sobre ellos y mejorar de este modo la producción. Éstos son factores que influyen en el crecimiento de las plantas de cera y fueron parte importante de la evaluación, sin embargo todas las plantas tuvieron las mismas condiciones bajo las cuales se cultivan en finca "El Chaparral".

9. CONCLUSIONES

- 1) La aplicación de reguladores de crecimiento tales como el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido giberélico (GA₃) en las concentraciones evaluadas, no influyen en la estimulación del crecimiento de las plantas de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.
- 2) Ninguno de los tratamientos evaluados incrementa el rendimiento total en esquejes exportables en el cultivo de planta de cera bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.
- 3) Las variables largo del tallo, número de yemas, largo de los entre nudos y número de hojas por planta, no se incrementan por la aplicación de reguladores de crecimiento en las concentraciones evaluadas, bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.
- 4) Las concentraciones 0 ppm auxina y 125 ppm giberelina (tratamiento 4) reportó la tasa de crecimiento más alta y; 15 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina (tratamiento 14) presentó la mayor tasa de asimilación neta, bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.
- 5) Con respecto a las diferentes combinaciones de concentraciones de auxinas y giberelinas evaluadas en los tratamientos, no se considera ninguna combinación como la mejor en ninguna de las variables evaluadas, debido a que los tratamientos no indujeron incrementos en las plantas, bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.
- 6) De acuerdo a las conclusiones anteriores, se rechaza la hipótesis propuesta, en el sentido de que ninguna de las concentraciones de auxinas y giberelinas evaluadas, promovió un incremento de las variables estudiadas en el cultivo de planta de cera, bajo las condiciones ambientales de finca "El Chaparral" en Sanarate, El Progreso.

10. RECOMENDACIONES

- 1) Debido a que ninguno de los tratamientos evaluados en ésta investigación produjo incrementos en el crecimiento y rendimiento, se recomienda no aplicar ninguno de ellos, debido a que esta operación únicamente incrementaría los costos sin mejorar el rendimiento de las plantas de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.).
- 2) Se recomienda evaluar nuevamente las concentraciones 5 ppm de auxina y 25 ppm de giberelina (tratamiento 6) que produjo el rendimiento más alto por metro cuadrado, debido a que desde un punto de vista práctico, este tratamiento sobrepasó en 20 esquejes/mt² al rendimiento del tratamiento testigo (sin reguladores), pudiendo representar en un área de producción grande un incremento considerable en la producción.
- 3) Es recomendable realizar otras investigaciones para evaluar otras concentraciones de reguladores de crecimiento, en diferente época de aplicación, con diferente número y forma de aplicación, con el objetivo de establecer si es posible estimular el crecimiento, para mejorar el rendimiento como se pretendía en ésta investigación, además realizar un análisis de costos para determinar la concentración con mejor rentabilidad.

11. BIBLIOGRAFIA

1. ANGELES, H. et al. 1981. Estadística aplicada a recursos genéticos. Chiquimula, Guatemala. Centro de Informática para la Investigación Agrícola, La Cultura. p. 84-88.
2. BIDWELL, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Cano y Manuel Rojas. México, A.G.T. Editor. p. 421-425.
3. DEVLIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Trad. por Xavier Llimona. 4 ed. Barcelona, España. Omega. p. 414-423.
4. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1970. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja Sanarate, no 2160 II. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
5. HODGKISS, R.J. 1997. The nature of Hoyas.
(<http://www.graylab.ac.uk/usr/hodgkiss/hoya2.html>).
6. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
7. LABORATORIO DE diseño y análisis de experimentos; diseño completamente al azar. 1996. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 6 p.
8. LANG, F. et al. 1991. Manual de prácticas del laboratorio de fisiología vegetal. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
9. MILLER, E.V. 1967. Fisiología vegetal. Trad. por Francisco Latorre. México, UTHEA. p. 205-223.
10. NORIEGA, C. 1986. Efectos de cinco reguladores de crecimiento en crisantemo standard (*Chrysanthemum morifolium* Romat) utilizando cuatro dosis diferentes en dos épocas de aplicación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
11. OSBORNE, L.S.; HENLEY, R.W.; CHASE, A.R. 1986. Wax plant. Foliage Digest. (U.S.A.) 9 (8): 1-4.
12. REYES CASTAÑEDA, P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2 ed. México, Trillas. p. 51-54
13. ROJAS, M. 1979. Fisiología vegetal. 2 ed. México, McGraw-Hill. p. 158-167.
14. SIMMONS, CH. S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsana. Guatemala. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
15. SPIEGEL, M.R. 1989. Teoría y problemas de estadística. Trad. por José Luis Gómez. México, McGraw-Hill. p. 241-282.
16. WEAVER, R.J. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contín. México, Trillas. p. 143-171.

12. APENDICES

Cuadro 8 "A" Longitudes de guía promedio semanales de las plantas de cera (*Hoya carnososa* (L.f.) R. Br.) evaluadas con los diferentes tratamientos.

Largo del tallo/Planta (cm)												
No.	Trat.	Semana										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A0G0	0	0.13	0.52	1.225	2.735	5.855	9.505	16.365	20.83	28.55	36.81
2	A0G25	0	0.205	0.755	1.625	3.505	6.305	12.56	16.755	23.925	35.795	44.275
3	A0G75	0	0.145	0.505	1.15	2.715	6.04	9.555	13.035	19.835	29.53	40.465
4	A0G125	0	0.15	0.45	1.1	2.525	4.565	10.145	14.125	20.765	27.61	41.53
5	A5G0	0	0.145	0.44	0.965	2.395	5.05	9.79	14.3	20.12	25.98	33.47
6	A5G25	0	0.225	0.795	2	4.85	9.785	14.475	20.155	24.92	36.275	48.995
7	A5G75	0	0.155	0.41	0.95	2.38	4.305	7.79	12.64	18.51	26.99	33.995
8	A5G125	0	0.205	0.7	1.41	3.475	6.555	12.195	18.615	23.5	33.02	41.165
9	A10G0	0	0.11	0.3	0.93	2.105	5.32	9.38	13.13	18.595	24.49	31.66
10	A10G25	0	0.18	0.57	1.3	2.36	4.73	7	12.84	18.16	27.26	35.965
11	A10G75	0	0.145	0.52	1.16	2.695	5.165	8.785	15.19	20.77	30.895	41.245
12	A10G125	0	0.115	0.505	1.225	3.105	6.27	9.94	14.86	20.725	30.605	40.115
13	A15G0	0	0.09	0.375	0.985	2.875	7.195	11.31	16.635	22.085	30.045	42.33
14	A15G25	0	0.28	0.76	1.76	3.73	7.615	12.585	18.895	25.42	32.255	44.745
15	A15G75	0	0.195	0.59	1.33	3.435	7.005	10.44	16.59	21.055	31.11	41.07
16	A15G125	0	0.115	0.595	1.385	3.185	6.04	10.18	15.4	21.34	32.065	41.605

Cuadro 9 "A" Número de hojas promedio semanales de las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.

Número de Hojas/Planta												
No.	Trat.	Semana										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A0G0	0	0	0	0	0.7	1.25	2.75	3.6	6.1	7.8	9.15
2	A0G25	0	0	0	0	0.95	2.15	3	4.05	6.3	7.95	9.3
3	A0G75	0	0	0	0	0.7	1.35	2.35	3.7	5.4	7.2	8.6
4	A0G125	0	0	0	0	0.75	1.2	1.6	2.5	4.9	6.95	8.2
5	A5G0	0	0	0	0	0.65	1.3	2.1	3.45	5.9	7.4	8.95
6	A5G25	0	0	0	0	1.6	2.35	3.7	4.8	6.9	7.45	8.75
7	A5G75	0	0	0	0	0.45	0.7	2.1	3.1	5.35	6.75	8
8	A5G125	0	0	0	0	0.75	1.4	2.5	3.55	6.2	7.35	8.85
9	A10G0	0	0	0	0	0.8	1.5	2.65	3.95	6.5	8.25	9.5
10	A10G25	0	0	0	0	0.8	0.95	2.05	3.25	5.15	6.25	7.95
11	A10G75	0	0	0	0	0.75	1.1	2.35	3.5	6.4	7.95	9.15
12	A10G125	0	0	0	0	0.65	1.1	2.1	3.45	5.3	6.95	7.95
13	A15G0	0	0	0	0	1.2	1.9	3.2	4.25	6.45	7.9	9.25
14	A15G25	0	0	0	0	1.4	1.95	3.05	4.3	6.3	7.9	9.3
15	A15G75	0	0	0	0	1.25	1.95	2.5	3.25	6.2	7.6	8.85
16	A15G125	0	0	0	0	0.8	1.6	2.7	3.75	5.9	7.5	9.25

Cuadro 10 "A" Largo de los entre nudos promedio semanal en las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.

Largo de los Entre nudos/Planta (cm)												
No.	Trat.	Semana										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A0G0	0	0	0	0	0	1.775	3	5.04	6.325	6.765	7.055
2	A0G25	0	0	0	0	0	1.97	3.745	5.35	6.41	7.095	7.665
3	A0G75	0	0	0	0	0	1.47	3.16	4.97	6.385	7.19	7.735
4	A0G125	0	0	0	0	0	1.2	3.17	4.96	6.495	7.115	8.635
5	A5G0	0	0	0	0	0	1.295	2.9	5.16	6.34	6.665	7.4
6	A5G25	0	0	0	0	0	3.42	4.89	5.905	6.76	6.915	7.51
7	A5G75	0	0	0	0	0	0.845	1.84	4.035	6.235	7.14	7.365
8	A5G125	0	0	0	0	0	1.38	3.48	6.065	6.99	7.435	7.795
9	A10G0	0	0	0	0	0	1.42	2.72	3.925	5.3	5.665	6.11
10	A10G25	0	0	0	0	0	1.595	1.97	4.005	6.085	7.025	7.39
11	A10G75	0	0	0	0	0	1.395	1.79	4.625	6.315	6.835	7.8
12	A10G125	0	0	0	0	0	1.34	3.985	5.665	7.145	7.405	7.69
13	A15G0	0	0	0	0	0	1.48	2.845	4.305	5.75	6.44	7.27
14	A15G25	0	0	0	0	0	1.96	3.31	4.59	5.765	6.305	7.09
15	A15G75	0	0	0	0	0	2.57	3.995	5.425	6.635	7.06	7.695
16	A15G125	0	0	0	0	0	2.055	3.9	5.37	6.64	6.895	7.51

Cuadro 11 "A" Número de yemas promedio semanal en las plantas de cera evaluadas con los diferentes tratamientos.

Número de Yemas/Planta												
No.	Trat.	Semana										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A0G0	0	0	0	0	0	0.55	0.85	1.95	2.55	3.35	4.2
2	A0G25	0	0	0	0	0	0.55	1.3	1.75	2.8	3.75	4.55
3	A0G75	0	0	0	0	0	0.5	0.95	1.65	2.4	3	4.15
4	A0G125	0	0	0	0	0	0.55	0.9	1.65	2.05	3	4.1
5	A5G0	0	0	0	0	0	0.45	0.95	1.5	2.4	3.2	3.95
6	A5G25	0	0	0	0	0	0.95	2.05	2.7	3.45	4.35	4.95
7	A5G75	0	0	0	0	0	0.2	0.55	1.45	2.2	3	3.4
8	A5G125	0	0	0	0	0	0.6	1	2	2.75	3.7	4.45
9	A10G0	0	0	0	0	0	0.65	0.95	1.8	2.95	3.45	4.35
10	A10G25	0	0	0	0	0	0.45	0.55	1.3	2.35	3.1	3.95
11	A10G75	0	0	0	0	0	0.4	0.75	1.8	2.7	3.45	4.1
12	A10G125	0	0	0	0	0	0.5	0.9	1.6	2.65	3.25	4.1
13	A15G0	0	0	0	0	0	0.65	1	2.1	2.75	3.5	4.45
14	A15G25	0	0	0	0	0	0.7	0.85	1.7	3	3.75	4.75
15	A15G75	0	0	0	0	0	0.65	1.1	1.9	2.6	3.3	4.1
16	A15G125	0	0	0	0	0	0.55	1.05	1.65	2.75	3.55	4.3

Cuadro 12 "A" Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento total en yemas exportables de las plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.

Rendimiento total en yemas/unidad experimental									
No.	Trat./Rep.	1	2	3	4	Prom	Yemas/mt ²	Yi.	
1	A0G0	28	40	42	18	32	288	128	
2	A0G25	37	33	18	28	29	261	116	
3	A0G75	16	30	25	27	24.5	220.5	98	
4	A0G125	20	27	31	27	26.25	236.25	105	
5	A5G0	33	21	30	19	25.75	231.75	103	
6	A5G25	25	28	42	42	34.25	308.25	137	
7	A5G75	27	25	21	22	23.75	213.75	95	
8	A5G125	21	36	25	19	25.25	227.25	101	
9	A10G0	45	22	10	26	25.75	231.75	103	
10	A10G25	24	21	20	32	24.25	218.25	97	
11	A10G75	26	29	24	26	26.25	236.25	105	
12	A10G125	19	29	21	28	24.25	218.25	97	
13	A15G0	38	24	35	35	33	297	132	
14	A15G25	36	27	21	34	29.5	265.5	118	
15	A15G75	27	43	18	22	27.5	247.5	110	
16	A15G125	32	23	28	20	25.75	231.75	103	
							Yi..		1748
							Prom.Yi..		26.68

Cuadro 13 "A" Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre el peso seco de las plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.

Peso Material Vegetal				
Trat.	Trat./Rep.	W.Fresco gr.	W. Seco gr.	% Hum
1	A0G0	50	30.74	62.64
2	A0G25	50	31.8	57.23
3	A0G75	50	32.14	55.56
4	A0G125	50	32.2	55.28
5	A5G0	50	32.49	53.90
6	A5G25	50	30.03	66.50
7	A5G75	50	30.46	64.12
8	A5G125	50	29.51	69.43
9	A10G0	50	32.82	52.35
10	A10G25	50	32.59	53.40
11	A10G75	50	31.48	58.84
12	A10G125	50	32.34	54.60
13	A15G0	50	33.95	47.27
14	A15G25	50	32.04	56.03
15	A15G75	50	30.8	62.33
16	A15G125	50	32.14	55.59

Cuadro 14 “A” Tasas de crecimiento semanales en plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.

TASAS DE CRECIMIENTO SEMANAL (cm/día)											
	Semanas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
No.	Trat.	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
1	A0G0	0.01857	0.05571	0.10071	0.21571	0.44571	0.52143	0.98	0.63786	1.10286	1.18
2	A0G25	0.02929	0.07857	0.12429	0.26857	0.4	0.89357	0.59929	1.02429	1.69571	1.21143
3	A0G75	0.02071	0.05143	0.09214	0.22357	0.475	0.50214	0.49714	0.97143	1.385	1.56214
4	A0G125	0.02143	0.04286	0.09286	0.20357	0.29143	0.79714	0.56857	0.94857	0.97786	1.98857
5	A5G0	0.02071	0.04214	0.075	0.20429	0.37929	0.67714	0.64429	0.83143	0.83714	1.07
6	A5G25	0.03214	0.08143	0.17214	0.40714	0.705	0.67	0.81143	0.68071	1.62214	1.81714
7	A5G75	0.02214	0.03643	0.07714	0.20429	0.275	0.49786	0.69286	0.83857	1.21143	1.00071
8	A5G125	0.02929	0.07071	0.10143	0.295	0.44	0.80571	0.91714	0.69786	1.36	1.16357
9	A10G0	0.01571	0.02714	0.09	0.16786	0.45929	0.58	0.53571	0.78071	0.84214	1.02429
10	A10G25	0.02571	0.05571	0.10429	0.15143	0.33857	0.32429	0.83429	0.76	1.3	1.24357
11	A10G75	0.02071	0.05357	0.09143	0.21929	0.35286	0.51714	0.915	0.79714	1.44643	1.47857
12	A10G125	0.01643	0.05571	0.10286	0.26857	0.45214	0.52429	0.70286	0.83786	1.41143	1.35857
13	A15G0	0.01286	0.04071	0.08714	0.27	0.61714	0.58786	0.76071	0.77857	1.13714	1.755
14	A15G25	0.04	0.06857	0.14286	0.28143	0.555	0.71	0.90143	0.93214	0.97643	1.78429
15	A15G75	0.02786	0.05643	0.10571	0.30071	0.51	0.49071	0.87857	0.63786	1.43643	1.42286
16	A15G125	0.01643	0.06857	0.11286	0.25714	0.40786	0.59143	0.74571	0.84857	1.53214	1.36286

Cuadro 15 “A” Longitud de hoja y áreas foliares promedio para la ecuación de regresión obtenida

Trat.	Trat./Rep.	Longitudes de Hoja			Area Foliar (cm ²)		
		Long.1 cm	Long.2 cm	Long. de Hoja (cm)	A1	A2	Area Foliar (cm ²)
1	A0G0	6.6	7.3	6.95	19.7	20.85	20.275
2	A0G25	8.2	7.6	7.9	27.24	23.15	25.195
3	A0G75	7.3	5.8	6.55	26.62	19.1	22.86
4	A0G125	7.7	5.9	6.8	23.78	18.97	21.375
5	A5G0	6.5	6.4	6.45	20.73	21.68	21.205
6	A5G25	7.3	7.5	7.4	27.98	25.55	26.765
7	A5G75	6.4	7.8	7.1	18.62	22.83	20.725
8	A5G125	6	6.9	6.45	18.4	19.27	18.835
9	A10G0	6.6	6.2	6.4	19.23	21.13	20.18
10	A10G25	8.6	6.2	7.4	29.32	19.78	24.55
11	A10G75	7.2	7.3	7.25	25.87	22.46	24.165
12	A10G125	6.4	7.3	6.85	19.76	25.17	22.465
13	A15G0	7.3	6.7	7	25.58	24.61	25.095
14	A15G25	7.1	6.8	6.95	25.36	24.87	25.115
15	A15G75	6.9	6.3	6.6	20.73	22.63	21.68
16	A15G125	7.6	6.9	7.25	24.82	25.1	24.96

$$Y = -3.48 + 3.781x$$

Cuadro 16 "A" Áreas foliares promedio en plantas de cera en los diferentes tratamientos evaluados.

Áreas foliares (cm ²)						
No.	Trat./Rep.	1	2	3	4	Prom
1	A0G0	18.22294	18.22294	17.92046	18.67666	18.26075
2	A0G25	21.17212	18.75228	20.18906	20.49154	20.15125
3	A0G75	19.50848	19.88658	21.39898	20.3403	20.283585
4	A0G125	19.73534	19.35724	20.7184	19.28162	19.77315
5	A5G0	20.94526	21.0965	19.35724	21.02088	20.60497
6	A5G25	20.18906	18.97914	18.22294	18.75228	19.035855
7	A5G75	18.60104	18.90352	19.35724	18.75228	18.90352
8	A5G125	19.28162	19.28162	20.49154	20.03782	19.77315
9	A10G0	19.9622	19.50848	19.65972	17.84484	19.24381
10	A10G25	19.50848	20.11344	19.13038	20.41592	19.792055
11	A10G75	19.88658	20.79402	19.206	19.28162	19.792055
12	A10G125	20.11344	19.206	18.29856	19.88658	19.376145
13	A15G0	17.84484	18.29856	18.14732	18.97914	18.317465
14	A15G25	20.79402	19.28162	17.61798	20.94526	19.65972
15	A15G75	20.26468	18.90352	18.60104	19.05476	19.206
16	A15G125	17.92046	20.26468	18.97914	17.23988	18.60104

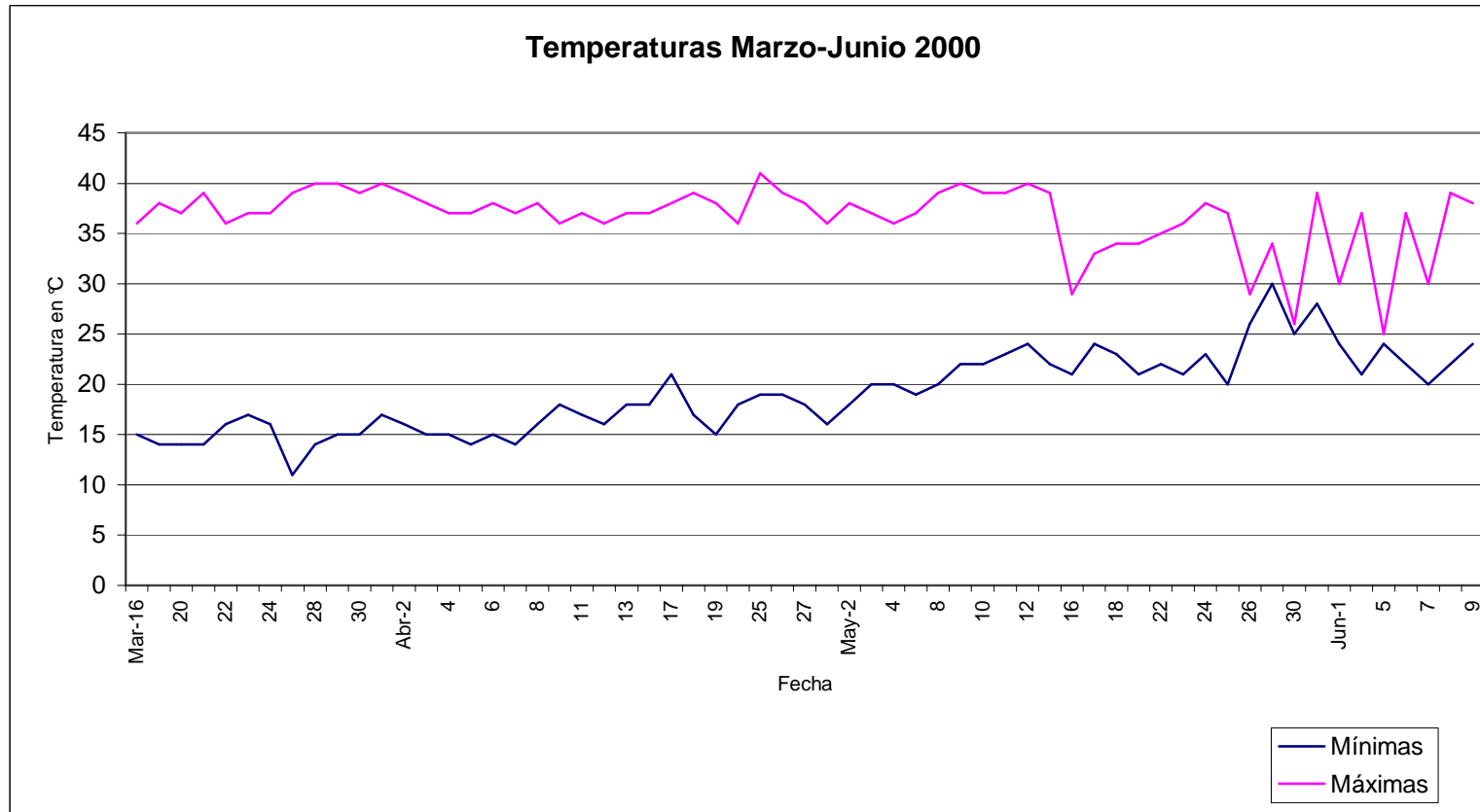


Figura 10 "A" Registro de temperaturas mínimas y máximas dentro del umbráculo de cultivo de planta de cera durante los meses de marzo a junio del año 2000.

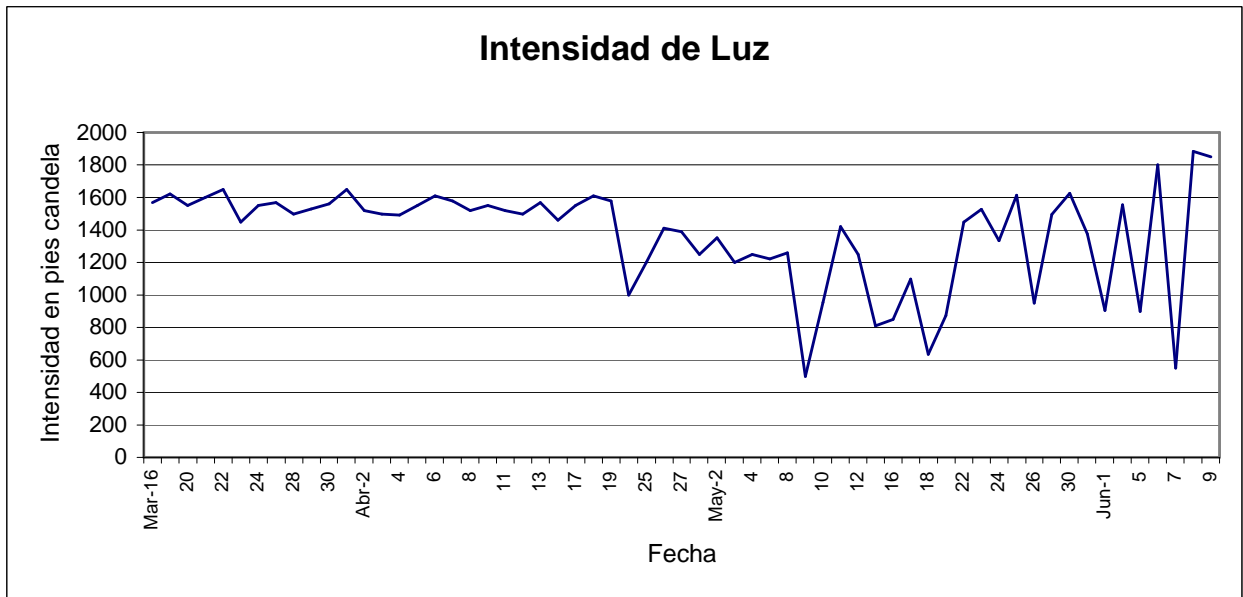


Figura 11 "A" Registro de la intensidad de luz promedio en pies candela dentro del umbráculo de cultivo de planta de cera durante los meses de marzo a mayo del año 2000.

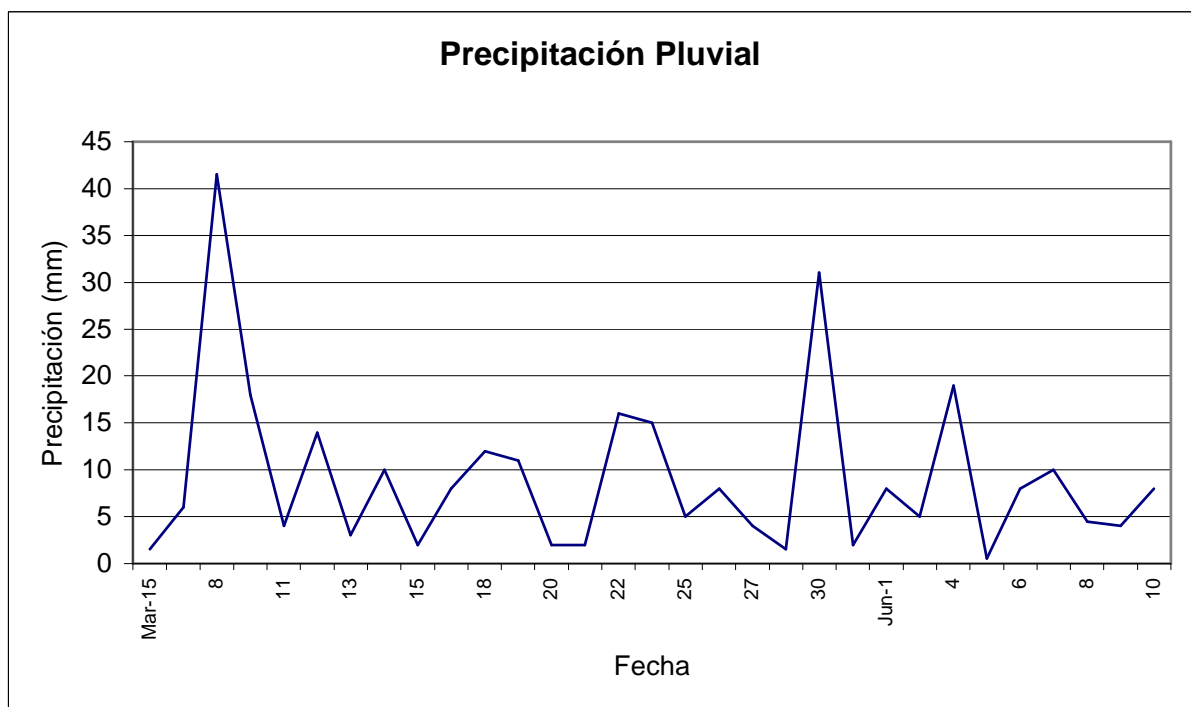


Figura 12 "A" Registro de precipitaciones pluviales en mm en el área de estudio durante los meses de evaluación.

Cuadro 17 "A" Distribución de los tratamientos y repeticiones en la banca de planta de cera.

DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Repeticion I																				
		A5G25						A10G25					A10G75					A10G125		
		A0G0						A15G75					A0G125					A5G75		
		A15G125						A5G125					A5G0					A0G25		
		A0G75						A10G0					A15G25					A15G0		

Repeticion II																				
		A0G25						A15G75					A10G25					A5G125		
		A5G0						A0G125					A10G0					A10G75		
		A15G125						A5G25					A0G75					A0G0		
		A5G75						A10G125					A15G0					A15G25		

Repeticion III																				
		A15G75						A5G25					A0G0					A5G125		
		A0G125						A15G125					A5G75					A10G0		
		A10G25						A0G75					A15G25					A0G25		
		A5G0						A15G0					A10G125					A15G0		

Repeticion IV																				
		A10G25						A5G75					A0G0					A15G0		
		A5G125						A0G75					A5G0					A10G75		
		A15G75						A15G25					A0G25					A0G125		
		A10G0						A10G125					A15G125					A5G25		

