

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE CUATRO FITOHORMONAS EN *Sechium edule*
(CHAYOTE), EN EL ZAPOTE, MPIO. DE PONCITLAN, JALISCO".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

MARIO RUIZ NUÑO

GUADALAJARA, JALISCO. DICIEMBRE 1990



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección PASANTES
Expediente ..ESCOLARIDAD
Número 0115

Febrero 14 de 1990

C. PROFESORES:

ING. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ, DIRECTOR
ING. CARLOS SIMENTAL SANCHEZ, ASESOR
ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo -
sido aprobado el Tema de Tesis:

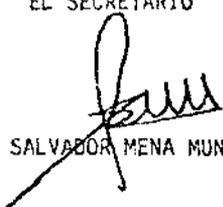
" EVALUACION DE CUATRO FITOHORMONAS EN *Sechium edule* (CHAYOTE), EN EL
ZAPOTE, MPIO. DE PONCITLAN, JALISCO "

presentado por el (los) PASANTE (ES) MARIO RUIZ NUÑO

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para
el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su
Dictamen en la revisión de la mencionada tesis. Entre tanto me es gra
to reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida considera-
ción.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

srd'

Al contestar este oficio cite fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección PASANTES

Expediente ESCOLARIDAD

Número 0115

Febrero 14 de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
MARIO RUIZ NUÑO

titulada:

" EVALUACION DE CUATRO FITOHORMONAS EN *Sechium edule* (CHAYOTE), EN
EL ZAPOTE, MPIO. DE PONCITLAN, JALISCO ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ

ASESOR

ASESOR

ING. CARLOS SIMENTAL SANCHEZ
ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

srd'

Al contestar este oficio citar fecha y número

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara por haberme formado profesionalmente, además de orientarme y ayudarme a reforzar mi carácter como persona.

A los Ingenieros Antonio Alvarez Gonzalez, Carlos Simental Sánchez y Eduardo Rodríguez Díaz, por su dirección y asesoramiento en la realización del presente trabajo.

Al Ingeniero Javier Vázquez Navarro por su ayuda en el procesamiento en computadora de los resultados obtenidos.

A todos mis maestros, que contribuyeron con sus conocimientos y experiencias para mi formación como profesionalista.

A todos mis hermanos por su ayuda y apoyo en el desarrollo de ésta tesis. Agradeciendo en forma especial la colaboración de mi hermano Sergio.

A mi novia Ma. Cristina Ochoa R. por su apoyo y colaboración en el mecanografiado de éste trabajo.

A todas las personas que de alguna forma intervinieron en la realización de ésta investigación.

DEDICATORIAS

Con todo cariño y agradecimiento para mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A todos mis hermanos por su ejemplo, comprensión y ayuda, que me han dado fuerza para seguir adelante.

A mi novia Ma. Cristina por su afecto y apoyo que me ha ayudado a superar los problemas.

A todas las personas que han colaborado en mi formación.

A DIOS por haberme siempre iluminado y por enriquecer mi espíritu.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 <u>El Chayote</u>	4
2.1.1 Descripción botánica.....	4
2.1.2 Generalidades.....	4
2.1.3 Descripción morfológica...	5
2.1.4 Ecología de la planta.....	6
2.2 <u>Reguladores del crecimiento</u>	7
2.2.1 Aspectos históricos.....	7
2.2.2 Conceptos y generalidades.	12
2.2.3 Presencia de las sustancias reguladoras.....	15
2.2.4 Efectos biológicos y meca- nismos de acción.....	17

	Página
III.- MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1 <u>Fisiografía</u>	30
3.2 <u>Materiales</u>	31
3.3 <u>Material genético</u>	32
3.4 <u>Metodología</u>	32
3.5 <u>Desarrollo del experimento</u>	34
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1 <u>Resultados</u>	41
4.1.1 Peso total del fruto.....	41
4.1.2 Peso promedio del fruto....	42
4.1.3 Volumen promedio del fruto.	43
4.1.4 Número total de frutos.....	44
4.1.5 Porcentaje de abscisiones..	45
4.1.6 Días de formación del fruto a la cosecha.....	46
4.1.7 Crecimiento promedio de guías.....	47
4.2 <u>Discusión</u>	48
4.3 <u>Observaciones complementarias</u>	49
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1 <u>Conclusiones</u>	52
5.2 <u>Recomendaciones</u>	53
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	55

INDICE CUADROS

Cuadro		Página
1	Distribución de los tratamientos en campo...	34
2	Peso total del fruto para cada tratamiento..	41
3	Análisis de varianza para el peso total de frutos de los tratamientos.....	41
4	Peso promedio del fruto para cada tratamiento	42
5	Análisis de varianza para el peso promedio del fruto de los tratamientos.....	42
6	Volumen promedio del fruto para cada trata- miento.....	43
7	Análisis de varianza para el volumen prome- dio del fruto de los tratamientos.....	43
8	Número total de frutos para cada tratamiento	44
9	Análisis de varianza para el número total de frutos de los tratamientos.....	44
10	Porcentaje de abscisiones para cada tratami- ento.....	45

Cuadro		Página
11	Análisis de varianza para el porcentaje de abscisiones de los tratamientos.....	45
12	Días de formación del fruto a la cosecha para cada tratamientos.....	46
13	Análisis de varianza para días de formación del fruto a la cosecha de los tratamientos..	46
14	Crecimiento de guías para cada tratamiento..	47
15	Análisis de varianza para el crecimiento de guías de los tratamientos.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Acido indolacético (AIA).....	13
2	Acido giberélico (AG ₃).....	13
3	Cinetina (citoquinina).....	14
4	Etileno.....	14
5	Relación de la concentración de auxina con el alargamiento de raíces, yemas y tallos.....	19

RESUMEN

El motivo principal para la realización de esta investigación fue, la necesidad de originar información sobre el cultivo del chayote; así como encontrar nuevas prácticas que gradualmente contribuyan a la tecnificación de dicho cultivo.

El propósito de la tesis fue probar el efecto de 4 fitohormonas con respecto a un tratamiento testigo, con el fin de elegir algún regulador que superara al testigo, logrando una mejoría integral del cultivo del chayote.

Para realizar la investigación se utilizó un sitio experimental de 15 x 100 mts., en el cual se contaba con 30 plantas de chayote de aproximadamente 10 meses de sembradas.

De acuerdo a las condiciones del terreno y a la disposición de las plantas, se optó por emplear el diseño experimental de bloques al azar, teniendo 5 tratamientos con 3 repeticiones; por lo que resultaron 15 unidades experimentales que incluían a 2 plantas cada uno.

Debido a que las guías de las plantas se entrecruzan en la enramada, se realizó la separación de las unidades experimentales por medio de un hilo con banderillas adheridas para visualizar mejor la separación de los tratamientos en el follaje.

Los 4 reguladores del crecimiento empleados fueron: (se menciona el tipo de hormona, su fuente comercial y la dosis)
a) Auxinas - Gapol - 150 cc./10 lts. de agua; b) Gibereli-

nas - Activol - 15 ppm; c) Citoquininas - Kinexas - 660 cc/Ha. y d) Etileno - Ethrel 250 - 2.1 lts./Ha. En todos los casos se utilizó dispersante Agralplus a una dosis de 40 cc/100 lts. de agua.

La aplicación de las fitohormonas se hizo con mochila aspersora al follaje, haciendo las aspersiones cada 15 días hasta sumar un total de 5. La primera se realizó el 3/II/90 y la última el día 31/III/90, por lo que la evaluación duró 9 semanas.

Después de 5 días de la 1^a aspersión de las hormonas, se identificó el efecto indeseable del regulador Ethrel 250 (maduración prematura y caída de frutos y hojas); por lo que se acordó retirar de la investigación dicho producto y continuar con las otras 3 fitohormonas la evaluación.

Fueron 7 las variables o parámetros que se analizaron: a) peso total del fruto, b) peso promedio del fruto, c) volumen promedio del fruto, d) número de frutos, e) porcentaje de abscisiones, f) días de formación del fruto a la cosecha y g) crecimiento de guías. Las variables: peso total del fruto y número de frutos, se ajustaron con un factor o porcentaje que homogeneizó la superficie de follaje para todos los tratamientos, con el fin de reducir el error experimental.

Después de evaluar las variables citadas durante 9 semanas, se organizaron los datos obtenidos para someterlos al análisis estadístico de varianza, el cual se realizó en computadora, resultando que en los 7 parámetros estudiados no existieron diferencias significativas; es decir, que la dosis a que se aplicaron las fitohormonas, no produjeron un efecto superior deseable con respecto al tratamiento testigo.

Por lo anterior, se recomienda hacer estudios posteriores sobre el tema, utilizando dosis de los reguladores más elevadas a las empleadas en ésta investigación.

I.- INTRODUCCION

Actualmente, una de las preocupaciones primordiales de muchos países en proceso de desarrollo es lograr la autosu
ficiencia alimentaria, así como lograr excedentes de produ
cción que en el mercado internacional den recursos para
fortalecer la economía. Para llegar a tal situación, en nu
estro país existen varias instituciones encargadas de la
investigación científica agrícola, las cuales generan pa
quetes tecnológicos para cada cultivo, logrando así un in
cremento potencial de los productos.

Debido a las condiciones edáficas y ambientales de Mé
xico, existen posibilidades para la explotación de una
gran diversidad de cultivos, de los cuales sólo un pequeño
grupo de ellos se ha sometido a condiciones intensivas tan
to de estudio, investigación, tecnificación, como de pro
ducción; como sucede con el maíz, trigo, frijol, etc., que
dando rezagados algunos otros cultivos, como es el caso
del chayote (*Sesquium edule*), los cuales al ser incluidos
en un proceso de incorporación de técnicas, contribuirían
con importantes recursos, que hasta ahora no se están aprove
chando.

La tecnificación de un cultivo es un trabajo paulatino
que requiere ir ad cuando cada uno de los factores que in
tervienen en la producción: riego, fertilización, labores
culturales, etc. Por lo cual, la motivación original de la
presente investigación es, iniciar el camino de la técni
fi

cación para el cultivo del chayote, ya que existen en nuestro Estado y en el país importantes zonas para su explotación.

Dentro de las prácticas agrícolas utilizadas en la actualidad en la producción tradicional del chayote, ^{el uso del ANÁLISIS DEL SUELO} aún no se ha hecho extensivo el empleo de fitohormonas, mientras que los otros factores como: el uso de pesticidas, podas, fertilización, riego, etc., ya se practican por los productores, aunque no en forma completamente adecuada, debido a la falta de información y asesoría.

Con el presente trabajo se pretende como ya se mencionó, ~~empezar el estudio del cultivo, así como incorporar en forma técnica la aplicación de los reguladores del crecimiento.~~

Existen antecedentes en algunos otros cultivos sobre los resultados que se tienen al aplicar hormonas vegetales: Luevano y col. (1987), mencionan que la aplicación de ácido giberélico en la Espinaca, provoca incremento en la longitud del peciolo respecto al testigo; así como un acortamiento del período siembra-cosecha, sin causar daño al follaje. En otra investigación, Alba J. (1987) encontró significativo el empleo de 2 reguladores en el cultivo del frijol: Activol-ácido giberélico y Ergostim-folicisteína, ya que se demostró un incremento en el rendimiento.

Existen procesos como la iniciación de las raíces, el establecimiento y terminación de los períodos de letargo y reposo, la floración, formación y desarrollo de los frutos, abscisión, senescencia y ritmo de crecimiento, que se encuentran bajo control hormonal. Con frecuencia en muchas plantas puede modificarse esos procesos, en provecho del hombre, mediante la aplicación de sustancias reguladoras

del crecimiento vegetal. (Weaver, 1985).

Considerando todo lo que se ha descrito, resulta motivante el presente trabajo de experimentación.

OBJETIVO: Se pretende encontrar un regulador del crecimiento que contribuya a elevar la eficiencia de los procesos fisiológicos de la planta, con el fin de obtener un incremento en la producción de chayotes. Así como, generar información para contribuir a la tecnificación de dicho cultivo.

HIPOTESIS: Mediante la aplicación de un regulador del crecimiento se tendrá una disminución en el periodo de formación de los frutos; así como un incremento en la producción de chayotes, tanto en peso como en volumen, debido a una estimulación eficiente en los distintos procesos fisiológicos de la planta.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 - El Chayote.

2.1.1 - Descripción Botánica:

División: Embryophyta eichonógama (Fanerógamas).

Subdivisión: Angiospermae.

Clase: Dicotyledonae.

Orden: Cucurbitales.

Familia: Cucurbitaceae.

Género: Sesquium.

Especie: edule.

2.1.2 - Generalidades:

Camarena (1978), menciona que en la obra llamada "Historia Natural de la Nueva España" se interpreta la palabra chayote, como: Del chayotli, planta que da fruto semejante a erizos.

Es una planta de cultivo muy antiguo en América Central México, Antillas, Polinesia y Filipinas (Montaldo, 1977).

Actualmente se produce comercialmente en forma organizada y sistemática, en Brasil, Italia y en Costa Rica, siendo el fruto "Chayote" la parte más popular y apetecida (Casseres, 1980). El mismo autor cita que en el estado de Sao Pau

lo (Brasil), cada planta produce en promedio 800 frutos anualmente y ha existido producción en el mismo lugar por más de 15 años. Comercialmente una chayotera se arranca y reemplaza cada 3 años, pero en huertos familiares suele dejarse más tiempo. Aunque es perenne, en unos países se poda de 10 a 15 cm. sobre la base cada año antes de la nueva época de crecimiento.

2.1.3 - Descripción Morfológica:

La planta del chayote (*Sechium edule*) está provista al madurar, de una raíz tuberosa conocida como chinchayote, la cual es gruesa y voluminosa, ovoide e irregular de color amarillento.

De la raíz salen varios tallos, los que son estriados y trepan ramificándose rápidamente; los tallos se sujetan para trepar por medio de zarcillos largos que están divididos en 3 filamentos secundarios.

Las hojas son cordiformes, lobuladas, de superficie áspera y nervaduras de color claro.

Las flores son pequeñas unisexuales, de color crema; las masculinas están dispuestas en racimo, mientras que las flores femeninas son solitarias, naciendo con frecuencia de la misma axila que las masculinas.

El fruto ó chayote es una baya ovoide o piriforme, cuyo pericarpio es blanco a verde oscuro, con una superficie desde lisa hasta espinuda; interiormente es carnoso y lleva una semilla aplanada, lisa y feculenta con la particularidad de ser vivípara (germina en el fruto). Cabrales (1973) citado por Casseres (1980), indica que el contenido del mesocarpo es parénquima rico en almidón y agua, con numerosos

canales de mucílago, así como también gotitas de grasa en el protoplasma.

La semilla consiste en un fruto saasón, cuando aparecen los extremos de los cotiledones, la cual es el resultado de la fertilización cruzada, no siempre reproduce las características paternas. Las selecciones de semilla usualmente son locales, ya que no existen variedades mejoradas establecidas.

2.1.4 - Ecología de la planta:

De acuerdo a su origen geográfico, la planta chayotera encuentra su habitat favorable a una altura S.M.N. de 0 a 2500 mts. (Camarena, 1978), mientras que Mortensen (1975) indica que se desarrolla con éxito a 305 mts. o más de altitud.

En el manual para educación agropecuaria: "Cucurbitáceas" (1987), se menciona que dicha familia de plantas, se desarrollan bien en climas cálidos con temperaturas óptimas de 18 a 25°C, máximas de 32°C y mínimas de 10°C; no soportan heladas. Por lo tanto el chayote se cultiva en climas tropicales calientes, especialmente en suelos ricos y bien drenados.

Camarena (1978), describe que el fotoperíodo favorable es de 11 a 14 horas luz. El mismo autor menciona que las tierras mejores son las areno-arcillosas, pero si se destina la Sesuvium edule solamente a la producción de fruto, puede sembrarse en suelos arcillosos o pedregosos. Mientras tanto, el manual "Cucurbitáceas" (1987), reporta que los suelos deben ser fértiles, de textura de arenosa a franco-arenosa; de estructura suelta y granular, de buena profundi

dad y con un pH de 6 a 7.5.

La siembra se hace en hoyos mejorados con estiércol descompuesto, humus o fertilizantes (Casseres, 1980).

2.2 - Reguladores del Crecimiento.

2.2.1 - Aspectos históricos:

Devlin (1982), describe que la presencia en las plantas de hormonas reguladoras del crecimiento fue sugerida por primera vez por Julius Von Sachs en la segunda mitad del siglo XIX, cuando indicó que debían existir en las plantas sustancias formadoras de órganos que debían ser producidas en las hojas y transportadas hacia abajo al resto de la planta.

Mientras Sachs formulaba sus teorías, la misma cita menciona que otro famoso hombre de ciencia estudiaba los tropismos de las plantas. Charles Darwin, estudió el efecto de la gravedad y de la iluminación lateral sobre el movimiento de las plantas. Al igual que Sachs, sugirió que el crecimiento de las plantas debe estar regulado por sustancias especiales. Logró demostrar que los efectos de la luz y la gravedad sobre la incurvación tanto de las raíces como de los tallos estaban influenciados por los correspondientes ápices, y que su influencia podía transmitirse a las otras partes de la planta.

Una prueba real de la naturaleza material de los reguladores del crecimiento de las plantas fue dada por Boysen Jensen (1910; 1911; 1913), citado por el mismo Devlin (1982) haciendo ensayos con coleóptilos, pero aunque Boysen-Jensen demostró que alguna sustancia desconocida, que se origina

en el ápice, es la causante de la incurvación hacia la luz de los coleóptilos iluminados lateralmente, no llegó a afirmar que esta sustancia fuera un regulador del crecimiento. Según la misma cita, Paal (1919) decapitó coleóptilos, volvió a colocar el ápice de forma asimétrica, y descubrió que el coleóptilo se encurvaba alejándose del lado del ápice; con lo que demostró que lo que emanaba del ápice era una sustancia material capaz de estimular el crecimiento de las células situadas debajo del ápice. Los siguientes pasos debían consistir en aislar esta sustancia a partir de la planta y demostrar que podía estimular el crecimiento si se administraba a otra planta. Esta labor fue llevada a cabo según Devlin (1982), por el botánico holandés F. W. Went, quien colocó ápices de coleóptilos recién cortados sobre pequeños cubos de agar y, a continuación, colocó los bloquitos de agar de forma asimétrica sobre coleóptilos decapitados, con lo que desarrolló un método para determinar la cantidad de sustancia activa de los ápices de los coleóptilos; es decir encontró la prueba biológica de las "auxinas". Went encontró que el grado de curvatura de los coleóptilos era proporcional, dentro de ciertos límites, a la cantidad de sustancia activa contenida en los bloquitos de agar. Debido al empleo de plántulas de Avena, la prueba biológica terminó siendo conocida como: prueba de la Curvatura de Avena.

La aplicación de la mencionada prueba a una amplia variedad de sustancia condujo a varios hallazgos. Devlin (1982) describe que partiendo de unos 150 lts. de orina humana, Kügl y Haagen-Smit (1931) obtuvieron por purificaciones 40 mg. de cristales dotados de una actividad 50,000 veces más elevada que de la orina inicial. El producto final recibió

el nombre de auxina-A (ácido auxentriólico). Empleando aproximadamente la misma metodología, los mismos investigadores aislaron otra sustancia activa a partir del aceite de embriones de trigo (1934), y se le dio el nombre de auxina-B (ácido auxaplólico). Repitiendo el aislamiento de orina con el empleo del método de adsorción con carbón vegetal, los científicos (1934) aislaron otra auxina, la heteroauxina, ó como se la conoce actualmente, el ácido indolil-3-acético, abreviado generalmente con las letras IAA. En la actualidad el IAA ha sido aislado en forma cristalina varias veces a partir de distintos orígenes (Devlin, 1982).

Por otra parte, Hill (1977) menciona que en Japón se iniciaron las investigaciones sobre otro tipo de hormonas vegetales, como son las "giberelinas". Todo parte cuando se descubrió que el hongo *Gibberella fujikuroi* provoca una enfermedad del arroz llamada "Bakanae" ó plantita loca (plantas altas, cloróticas, hojas más largas, estrechas y delgadas). El mismo Hill (1977), menciona que en 1926, Kurosawa demostró que se podía reproducir el síntoma de Bakanae tratando a las plantas con el filtrado del cultivo del hongo. Durante los siguientes 30 años, en el Japón dedicaron esfuerzos a intentar identificar y determinar el posible compuesto implicado, y a descubrir las respuestas fisiológicas de las plantas a su aplicación.

Por otra parte, Miller (1981), describe que a principio de la década de los años cincuenta, investigadores de Estados Unidos y de Inglaterra reemprendieron el estudio de las giberelinas, y en 1955 Stodola y sus colaboradores en E.U., y Borrows en Inglaterra, aislaron un nuevo compuesto de los cultivos de *G. fujikuroi*, al que llamaron ácido giberélico (AG_3), y se comenzaron gran cantidad de estudios de sus e-

fectos sobre las plantas.

Desde entonces se han aislado, purificado y determinado químicamente un gran número de giberelinas. Algunas son de origen fúngico, otras proceden de plantas superiores, y otras de ambas fuentes.

Otro grupo importante de hormonas que regulan el crecimiento de las plantas son las "citoquininas", las cuales, según Miller (1981), inician su historia en 1954, cuando J. S. Jablonski y F. Skoog informaron que en ciertos productos naturales, como la malta y extractos de tejido vascular, se hallan factores químicos que estimulan la división de las células de la médula del tabaco en cultivos de tejidos. Por esa época, cita el mismo autor, F. C. Steward y S. M. Caplin aislaron factores de crecimiento en la leche de coco.

De acuerdo al mismo Miller (1981), poco tiempo después, un grupo de investigadores de la Universidad de Wisconsin se propusieron aislar de la leche de coco la hormona, pero no tuvieron éxito. El equipo se dedicó a estudiar la levadura como fuente de la hormona. A medida que se purificaba el extracto, la sustancia activa se asemejaba a una purina; por lo que concentraron su atención en una muestra de ADN (ácido desoxirribonucleico) guardada en el laboratorio por mucho tiempo, y aislaron una sustancia que era 4,000 veces más activa que el extracto original. Por lo tanto, los investigadores trataron de reproducir las alteraciones químicas que sufrió el ADN viejo, en una muestra nueva, teniendo éxito al aislar un compuesto cristalino que estimulaba la división celular. La sustancia fue denominada "cinetina".

Según Hill (1977), indica que fue hasta 1964 que por fin se pudo determinar químicamente la primera citoquinina natural.

El mismo autor menciona que todas las citoquininas descubiertas hasta el momento son derivados de la adenina y, ya que dichos derivados se pueden sintetizar con relativa facilidad, ha sido posible realizar muchos trabajos sobre la relación entre estructura y actividad biológica en dichas hormonas.

Por último, Weaver (1985), describe que se ha demostrado que el "etileno" es otra de las hormonas importantes que integran el control fisiológico de las plantas. Dicho autor menciona que en 1901, Meljubow demostró que el etileno es la porción activa del gas del alumbreado que provocaba una respuesta biológica en las plantas. Investigaciones efectuadas demuestran que el agente responsable de la coloración de algunos frutos es el etileno, producido al quemar aceite o cueroseno.

Múltiples experimentos con varios frutos cosechados indican que el etileno es un agente de maduración (Pratt y Goschl, 1969), citado por Weaver (1985). El mismo autor indica que Maxie y Crane (1968) demostraron que el etileno acelera la maduración de los higos, aún estando éstos en el árbol.

No se aceptó al etileno como hormona hasta la década de 1960, a pesar del gran número de datos que demostraban sus efectos fisiológicos en las plantas, y a pesar de las dudas respecto de su capacidad de translocación, que es uno de los atributos de las hormonas vegetales (Weaver, 1985).

De acuerdo a Hill (1977), fue en 1935 cuando se sugirió que se podía considerar al etileno como una hormona y, aproximadamente en esa época, se demostró la producción de etileno por diversas plantas.

2.2.2 - Conceptos y Generalidades:

Según Villee (1982), las hormonas vegetales son compuestos orgánicos que pueden producir efectos notables sobre el metabolismo y el crecimiento celular, aun en cantidades muy reducidas. Dichas hormonas son producidas sobre todo en los tejidos en crecimiento, especialmente el meristema de los casquetes en desarrollo en el extremo de tallos y raíces. Igual que las hormonas animales, las vegetales suelen ejercer sus efectos en lugares muy alejados del lugar de producción.

Para Devlin (1982), los reguladores vegetales son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de cualquier otro modo los procesos fisiológicos en las plantas. Mientras que las hormonas vegetales o fitohormonas son reguladores producidos por las plantas, que equilibran los procesos fisiológicos de las mismas. Normalmente las hormonas se desplazan dentro de la planta desde un centro de producción a un lugar de acción.

Hill (1977), menciona que las hormonas animales difieren de las vegetales en varios aspectos, y quizás el más importante sea el que, en los animales, se elaboran en glándulas u órganos especiales, y que, a menudo, tienen efectos altamente específicos. En cambio, las fitohormonas, aunque a veces se elaboran en regiones de las plantas más bien limitadas, se sintetizan en células indiferenciadas, y con frecuencia tienen efectos muy distintos sobre la planta, variando según las demás circunstancias.

A continuación se definen los diferentes grupos de hormonas empleadas en la presente investigación:

Según Devlin (1982), "auxina" es un término genérico que designa los compuestos caracterizados por su capacidad para inducir el alargamiento de las células del brote. Por su actividad fisiológica se parecen al ácido indolacético (AIA), el cual parece ser propiamente la auxina principal de muchas plantas. En general, las auxinas pueden actuar sobre otros procesos además del de alargamiento, pero el alargamiento se considera decisivo.

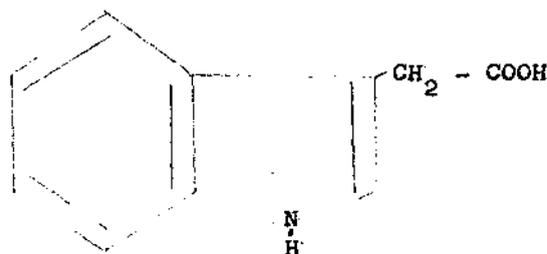


Figura 1.

Ac. indolacético (AIA).

Hill (1977), describe los otros grupos de fitohormonas mencionando que las "giberelinas" son sustancias químicamente relacionadas con el ácido giberélico (AG_3), que es un producto metabólico del hongo *Gibberella fujikuroi*, y se puede obtener a partir del medio líquido en que el hongo ha sido cultivado.

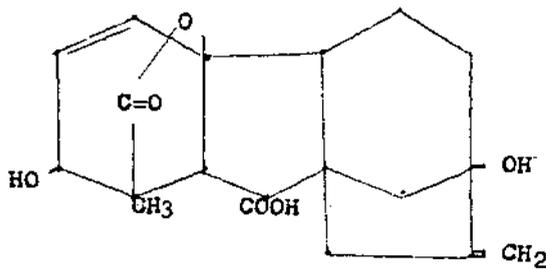


Figura 2.

Ac. giberélico (AG_3).

Las "citoquininas", según el mismo Hill (1977), son sustancias derivadas de la purina llamada adenina (que se conocen por ser una de las bases nitrogenadas de las moléculas de los ácidos nucleicos ADN y ARN). Se caracterizan por su capacidad para intervenir junto con el AIA, en la activación de la división celular en cultivos de células vegetales crecidos sobre medios artificiales, y especialmente por su propiedad de afectar las vías de diferenciación que se dan en dichos cultivos. Poseen otras propiedades, pero ésta es crítica. Por su actividad se asemejan a la cinetina, primera citoquinina descubierta.

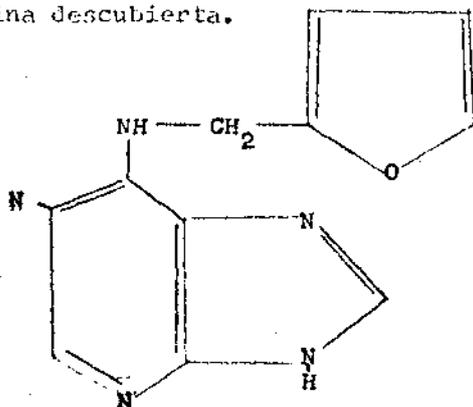


Figura 3.

Cinetina.

De acuerdo al mismo autor citado, se sabe desde hace mucho tiempo que el "etileno" afecta al crecimiento vegetal; parece estar relacionado con muchas respuestas de crecimiento provocadas por auxinas y también influye en la senescencia y abscisión de las hojas y en la maduración de algunos frutos.



Figura 4

Etileno.

3.2.3 - Presencia de las sustancias reguladoras:

Devlin (1982), menciona que las máximas concentraciones de "auxinas" se encuentran en los ápices en crecimiento (punta del coleóptilo, ápice de hojas, raíces y yemas). Sin embargo, se encuentran auxinas ampliamente distribuidas por la planta, sin duda procedente de las regiones meristemáticas. Esto fue claramente ilustrado por Thimann (1934), de acuerdo al autor citado.

El trabajo de Thimann y otros publicados más tarde, según el mismo Devlin (1982), demostraron que la auxina se encuentra en la planta en dos formas distintas: "auxina libre" y "auxina combinada". Actualmente se admite que la auxina combinada es la forma activa en el crecimiento, mientras que la libre corresponde al exceso de auxina que se encuentra en equilibrio con la auxina combinada. En conclusión, el crecimiento, su iniciación y su regulación, pueden ser controlados gracias a distintos equilibrios entre la auxina libre y la combinada en varios centros de crecimiento de la planta. Muy probablemente, la auxina es transportada en forma libre desde el lugar de formación a su zona de actividad.

Por otra parte, para el grupo de las "giberelinas", Hill (1977) describe que existen numerosas pruebas de que estas fitohormonas se encuentran en casi todas las plantas. Se ha demostrado que muchas plantas contienen varias giberelinas; Weaver (1975), reporta que en la actualidad existen cuando menos 37 giberelinas conocidas y la lista crece año con año (Macmillan y Takekoshi, 1963; Leng, 1970). Algunas giberelinas se encuentran solo en el hongo *Gibberella fujikuroi*, otras están presentes solo en plantas superiores y otras se encuentran en ambas.

Por otra parte, Hill (1977) describe que igual que las auxinas, las giberelinas se hallan en la forma "libre" o bien ligadas a otras sustancias, sobre todo a azúcares y, probablemente también a proteínas. A menudo se encuentran en cantidades abundantes en regiones jóvenes como puntos de crecimiento y hojas jóvenes en proceso de expansión, y algunos estudios sugieren que allí es donde se sintetizan. Con frecuencia se encuentran cantidades muy grandes de giberelinas en semillas en proceso de desarrollo.

En cuanto a las "citocininas", Letham (1967) citado por Weaver (1985), menciona que de más de 40 especies vegetales se han obtenido extractos cuyos compuestos manifiestan actividad citocinínica. Niveles relativamente altos de esos compuestos se han hallado sobre todo en tejidos que presentan una división celular activa, como las semillas en germinación y los frutos jóvenes.

Según el mismo autor citado, generalmente las actividades de las citocininas se correlacionan con la ubicación de las regiones de división celular activa y en los períodos de división celular activa. Se han encontrado citocininas en la savia exudada de varias especies, incluyendo el tabaco, la vid y el girasol.

Es probable que las citocininas se sinteticen en las puntas de las raíces y se desplacen por el xilema hacia las hojas, donde desempeñan importantes funciones en el metabolismo y envejecimiento.

Por último, en cuanto al "etileno", Weaver (1985) menciona lo siguiente; es posible que ésta fitohormona se produzca en todos los tejidos vivos. Los frutos en maduración son fuentes especialmente ricas de etileno. El *Penicillium digitatum* es un productor prolífico del etileno. Los limo-

nes almacenados que son infectados por ese hongo, provocan la maduración de los frutos adyacentes y no infectados.

Por otra parte, Hill (1977), reporta que uno de los órganos que parece producir mucho etileno es la flor; esto es desencadenado por la polinización, pero un suministro de etileno exógeno puede provocar el mismo incremento brusco de la producción endógena y, una vez iniciado el proceso, continúa de forma natural y se acompaña del marchitamiento de los pétalos.

De acuerdo al mismo autor, con frecuencia la producción de etileno es estimulada por las auxinas, y también se ha probado que puede quedar aumentada la producción de etileno en varios tipos de situaciones críticas, tales como heridas, exposición a radiaciones ionizantes, enfermedades y restricciones físicas.

2.2.4 - Efectos biológicos y mecanismos de acción.

En cuanto a los efectos biológicos que desempeñan las "auxinas", Weaver (1985) menciona la importante función en la expansión de las células de tallos y coleóptilos. Dos horas ó menos después de aplicar a las plantas auxina en concentraciones suficientes, se produce la epinastia, o sea, la inclinación hacia abajo de las hojas, provocada por el crecimiento excesivo del lado morfológicamente superior. Otros de los síntomas del tratamiento, según el mismo autor, son la torsión de los tallos y el desarrollo de efectos deformativos en hojas jóvenes (atrofia, presencia de una vena ción anormal, etc.). Además, las auxinas estimulan también la división celular; por ejemplo, fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a

raíces, por lo que dichas fitohormonas son efectivas en iniciar la formación de raíces de varias especies vegetales.

El mismo Weaver (1985), reporta que las auxinas pueden iniciar la floración (por ejemplo en la piña) o inducir el "amarre" de frutos y su desarrollo en algunas especies. El "amarre" de frutos se incrementa sobre todo en especies con frutos de muchas semillas, como los pimientos y las cucurbitáceas. La aplicación de auxinas a frutos jóvenes y en desarrollo, incrementa su tamaño. Además se adelanta la maduración de algunos frutos, como los higos.

El tratamiento con auxinas realiza con frecuencia la dominancia apical. Dichas hormonas estimulan también las actividades cambiales y pueden afectar los fenómenos de abscisión, aunque con frecuencia la retardan.

Por otra parte, Devlin (1982) describe que en algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas (cinetinas y giberelinas). El mismo autor atribuye a las auxinas algunos otros efectos fisiológicos, además de los ya mencionados influye también en la partenocarpia y en la respiración.

Villegas (1982), menciona que las auxinas pueden provocar la diferenciación de tejidos en las partes de las plantas por las que es transportada ó a las que es llevada; como sucede con la diferenciación de xilema. Esta diferenciación es dirigida en las regiones terminales del tallo por el mestistema apical, ya que es una fuente de auxina que desciende por los tejidos inferiores.

El mismo autor describe que la auxina producida en las hojas pasa por el peciolo e inhibe el desarrollo de la zona

de abscisión. La abscisión es un indicador natural de la reducida formación de auxina que normalmente acompaña al envejecimiento.

Miller (1981), indica que mientras una concentración baja de auxina produce un efecto estimulante en el crecimiento, una concentración relativamente alta causa inhibición; para ilustrar los niveles que causan la inhibición ó la aceleración del crecimiento, el mismo autor presenta la siguiente gráfica:

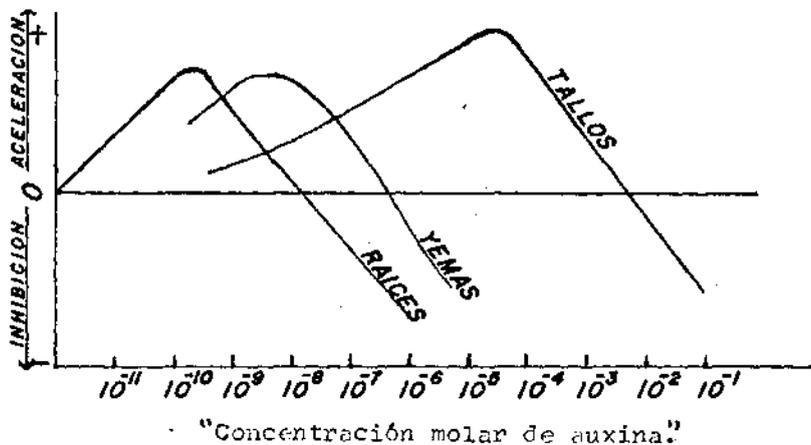


Figura 5.

"Relación de la concentración de auxina con el alargamiento de raíces, yemas y tallos". (cortesía de Thimann: "On the Nature of Inhibitions Caused by Auxin, 1937").

Por otra parte, Hill (1977) menciona que rara vez resulta tóxico el AIA (ác. indolacético) aplicado de fuente exó-

gena a las plantas. A pesar de que, a concentraciones elevadas, puede inhibir muchos procesos y provocar síntomas de toxicidad durante algún tiempo, éstos suelen desaparecer al destruirse el exceso de auxina por un complejo enzimático que se suele llamar "AIAoxidasa".

- Uno de los efectos primordiales que estimulan las auxinas es la expansión ó el alargamiento celular; y para explicar el mecanismos de acción de tal fenómeno, Heyn (1931) citado por Weaver (1985), indica que una de las primeras teorías es la de que la auxina incrementa la plasticidad de las paredes celulares. Cuando se incrementa la flexibilidad de las paredes, disminuye la presión de ésta alrededor de la célula y la presión de turgencia causada por las fuerzas osmóticas en la savia vacuolar, hace que el agua entre a las células, provocando su expansión.

La plasticidad es una deformación irreversible de las paredes, provocada probablemente por la ruptura de enlaces cruzados entre las microfibrillas de celulosa de las paredes celulares (Galston y Davies, 1969), citados por el mismo autor.

Resulta cada vez más evidente que las auxinas, al igual que otras hormonas, pueden actuar controlando el tipo de enzimas producidas en las células. Thimann (1969), según la misma fuente, sugirió que las auxinas pueden funcionar mediante la activación de un tipo mensajero de RNA, que provoca la síntesis de enzimas específicas. Dichas enzimas generan la inserción de nuevos materiales en las paredes celulares, lo cual da por resultado su expansión. El propio Weaver (1985), cita que la primera respuesta a las auxinas no es el crecimiento, sino algún proceso que afecta posteriormente a dicho crecimiento (Galston y Davies, 1969). En muchas

plantas y partes vegetales las auxinas provocan y fomentan la síntesis de RNA y proteínas (Sacher y Salminen, 1969; So leimani y col., 1970). Esa síntesis puede ser un requisito previo del crecimiento provocado por las auxinas.

Devlin (1982), describe que la acción de la auxina sobre el alargamiento celular debe comportar algún tipo de modificación del sistema osmótico de la célula. Las teorías propuestas a partir de estudios importantes, han indicado que las auxinas pueden: a) incrementar el contenido osmótico de la célula, b) incrementar la permeabilidad al agua de la célula, c) provocar una reducción de la presión de pared, d) ocasionar un aumento de la síntesis de pared ó e) inducir la síntesis de RNA ó proteínas (enzimas) específicas, lo cual, a su vez, acarrearía un aumento de plasticidad y de extensión de la pared celular.

Por otra parte, Villet (1982) explica que la inclinación del retoño de una planta como respuesta a la luz, o la inclinación de la raíz como respuesta a la fuerza de gravedad, se debe a diferente crecimiento como resultado de distinta distribución de auxina.

Otro efecto provocado por dicha hormona, es el de la dominancia apical, la cual se explica según Thimann (1937) citado por Devlin (1982), porque las yemas laterales responden a la auxina según concentraciones mínima, óptima y máxima. Dicho autor afirmó que las yemas laterales eran más sensibles que los tallos a la auxina, y que la concentración de auxina que estimula el crecimiento del tallo es inhibidora para el crecimiento de las yemas laterales.

Jackson (1960), según la misma fuente citada, explica algunos otros efectos; como el de la iniciación radicular, en la cual, la concentración de auxina estimuladora para el

crecimiento del tallo es inhibidora para el crecimiento de la raíz, y se puede obtener una estimulación del alargamiento de la raíz si se emplean concentraciones suficientemente bajas. De igual manera, las distintas concentraciones de auxina con el motivo de algunos otros fenómenos, como la producción de frutos partenocárpicos y la abscisión. Además la presencia de tal fitohormona estimula la división celular y la formación de collar e influye en el aumento de la ramificación.

En cuanto al grupo de las "Giberelinas", Stove y Yamaki (1959) citados por Weaver (1985), mencionan que uno de los efectos más sorprendentes de éstas hormonas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas acorrajadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal. Se estimula el crecimiento en los entrenudos más jóvenes, mientras que el número de ellos permanece sin cambios. Con frecuencia se asocia la palidez temporal de las hojas de plantas tratadas, con el aumento de la superficie de las mismas; sin embargo, el color verde normal vuelve al cabo de unos diez días.

De acuerdo al mismo autor, las giberelinas pueden provocar la floración de muchas especies que requieren temperaturas frías, o bien de día largo.

Según Sachs y col. (1960) citados por el propio Weaver (1985), la aplicación de tal fitohormona a los tallos produce un incremento de la división celular en el meristemo subapical, y provoca el crecimiento rápido de muchas plantas arrosetadas. Ese veloz crecimiento es resultado tanto del número mayor de células formadas como del aumento en expansión de las células individuales. De acuerdo a la misma fuente, uno de los efectos más notables de las giberelinas es

el de hacer crecer plantas enanas hasta alcanzar una altura normal.

Otros efectos que menciona el autor son, el que las giberelinas pueden terminar con el reposo de las semillas de varias especies. En muchas plantas, la dominancia apical se incrementa mediante el tratamiento con dicha fitohormona; además, aumenta el tamaño de muchos frutos jóvenes, como las uvas y los higos.

En los pastos y el apio, la aplicación de giberelinas produce aumentos del rendimiento.

En algunas enfermedades virosas, puede la planta superar el efecto mediante la aplicación de giberelinas.

Hill (1977), describe otros efectos, como: la inducción de la partenocarpia en algunas plantas; además, menciona que las giberelinas provocan la alteración de la expresión sexual en algunas plantas (pepino, musgo) hacia más masculinidad.

- En cuanto al mecanismo de acción de las giberelinas en la germinación de la semilla, Weaver (1985) menciona que el ácido giberélico (GA_3) puede reemplazar a un factor productor de α -amilasa, generado mediante la germinación de semillas de cebada. Los embriones de cebada producen una giberelina natural que se traslada al interior de las capas de aleuronas de los endospermos, donde se produce la síntesis de enzimas. Estas enzimas, incluyendo amilasas, proteasas y lipasas, descomponen rápidamente las paredes celulares de los endospermos e hidrolizan después los almidones y proteínas, liberando así los nutrientes y la energía necesaria para el desarrollo de los embriones.

Según Villee (1982), la resultante hidrólisis de proteínas libera triptófano, precursor del ácido indolacético (au

ESCUELA DE AGRICULTORES

xina) en la punta del coleóptilo.

Por otra parte, Varner y Chandra (1964) citados por Weaver (1985), mencionan que las giberelinas provocan la estimulación de la síntesis de RNA en las capas de aleuronas, dirigida por el DNA, en el núcleo. El propio autor describe que en la actualidad, se cree que las giberelinas modifican el RNA producido en los núcleos, y así puede éste ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal.

El mismo autor cita que con frecuencia las giberelinas incrementan el contenido de auxinas, explicando así un efecto indirecto de las giberelinas sobre la expansión celular, ya que las auxinas tienen esa propiedad.

Otro mecanismo para estimular la expansión celular, según la misma fuente, es mediante la hidrólisis de almidón resultante de la producción de α -amilasa generada por las giberelinas, pudiendo incrementar la concentración de azúcares y elevando así la presión osmótica en la savia celular, de modo que el agua entra a la célula, y tiende a expandirla. Kögli y Elema (1960) citados por Weaver (1985) consideran que las giberelinas estimulan la biosíntesis de ácidos polihidroxicinámicos que inhiben la oxidasa IAA, promoviendo por tanto los procesos mediados en las plantas por las auxinas.

Hablando de los efectos biológicos del tercer grupo de fitohormonas, "las citocininas ó citoquininas", Weaver (1985) menciona que dos de los efectos sorprendentes son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados. Se requiere citocinina tanto en la iniciación como en la continuación de la división celular.

En los bioanálisis de citocininas en cultivos de teji-

dos, deben agregarse auxinas al medio basal, debido a que esas hormonas ejercen una acción sinérgica en la inducción de la división celular y el crecimiento no diferenciado de los cultivos de tejidos. Las citocininas interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento (Skoog y Miller, 1957). Dichos autores citados por la misma fuente, encontraron que en cultivos de médula de tabaco, cuando la cantidad de citocininas es baja en proporción con las auxinas, se produce un desarrollo en las raíces; pero cuando es elevada, se desarrollan tanto las yemas como los brotes. Cuando la relación es intermedia, se desarrollan tejidos de callos no diferenciados.

Según Letham (1969) citado por el propio Weaver (1985), las citocininas provocan también la elongación de algunas hojas y de segmentos de tallo. Estas respuestas se deben, en gran parte, a la expansión celular.

Miller (1956) citado por el mismo autor, menciona que otro efecto de dichas hormonas es retrasar el envejecimiento de los tejidos vegetales. Aparentemente, los efectos antisenescentes de las citocininas se deben al mantenimiento de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos en la obscuridad.

Según la misma fuente, Letham (1969) indica que las citocininas son también importantes para el fenómeno de la movilización de las plantas. Cuando una parte de una hoja se trata con la hormona, los aminoácidos y otros elementos nutritivos se ven atraídos hacia la parte tratada. Del mismo modo, Miller (1956) describe que en ocasiones las citocininas afectan la germinación.

La aplicación de citocininas a las yemas axilares de los manzanos, permiten vencer la dominancia apical (Chvojka

y colaboradores, 1961; Williams y Stahly, 1968), citados por (Weaver, 1985).

Según el propio autor, Smith y Palmer (1970) indican que la formación de tubérculos en estolones de papa se estimula mediante las citocininas.

Hill (1970), describe además algunos otros efectos provocados por las citoquininas, como la inducción de la partenocarpia en algunos frutos, la activación de la división celular en algunos microorganismos y por último, la estimulación de la pérdida de agua por transpiración en algunas plantas.

Por otra parte, Villee (1982) menciona que la síntesis de DNA en la división de las células de tabaco es estimulada por la acción de citocinina.

- En cuanto al mecanismo de acción de las citocininas, Weaver (1985), cita que quizá dichas fitohormonas actúan a nivel molecular o de los genes, pero aún se desconoce su mecanismo de acción. Según la misma fuente, Hall (1968); Koivoort y Klämbt (1968), describen que se sabe que las citocininas pueden incorporarse a ácidos nucleicos en las células.

Hill (1977), menciona que las citoquininas tienen una acción asociada con la síntesis de RNA y de proteínas en la célula.

Por último, hablaremos del "etileno"; uno de los primeros efectos biológicos observados, según Weaver (1985), fue el de estimular la germinación y el crecimiento de brotes. Los tubérculos de papa en reposo, se ven estimulados a germinar cuando se les ha aplicado etileno a intervalos breves. También se estimula el crecimiento de varios granos, bulbos, estacas de madera dura y raíces, al aplicar el gas simplemente como pretratamiento breve. Otros tratamientos hechos después de la brotación o germinación, inhiben el crecimiento

de los brotes y las hojas.

Otros de los efectos del etileno, de acuerdo al mismo autor, es provocar la abscisión prematura de las hojas, frutos jóvenes y otros órganos. Se sabe desde hace tiempo que el etileno es un compuesto que hace madurar los frutos, se ha aplicado para acelerar la maduración de frutos cosechados, así como para quitar la coloración verde de frutos cítricos.

El etileno puede inducir también la floración; por ejemplo, realiza la formación de flores pistiladas en las plantas cucurbitáceas. Según el propio Weaver (1985), una de las técnicas que ha llegado a ser el principal método utilizado en Havai para inducir la floración en la piña, es rocíar la planta con etileno adsorbido en una suspensión de "bentónita" en agua.

Hill (1977), describe algunos otros efectos del etileno, como la inducción de la epinastia en las hojas, la inhibición del transporte de auxinas en el interior de la planta, la inhibición del crecimiento de la yema apical en vástagos de guisante; y por último, la estimulación de la síntesis de algunas enzimas. También estimula la liberación de la α -amilasa ya formada en granos de cebada en proceso de germinación.

- En cuanto al mecanismo de acción de algunos efectos producidos por el etileno, Weaver (1985) menciona que éste puede influir en la germinación y la brotación, al estimular el desplazamiento de las enzimas hidrolíticas en los tejidos de almacenamiento. También es posible que el etileno producido durante el crecimiento de una yema, pueda servir para controlar la movilización de reservas alimenticias en los tejidos circundantes.

El mismo autor explica sus efectos en la regulación del

crecimiento, mencionando que el etileno desempeña una función importante en la transcripción y traducción del código genético del DNA al RNA a las proteínas y puede incorporarse en el RNA, al igual que algunas de las otras hormonas. Si es así, contribuiría también a la regulación de otros fenómenos de desarrollo (floración, abscisión y maduración de los frutos).

Una de las hipótesis, según el propio Weaver (1985), es que el etileno regula el crecimiento, modificando el transporte o el metabolismo de las auxinas. Otras es que el etileno estimula sistemas enzimáticos, asociados con las membranas de las células, contribuyendo así a la escreción de las células de muchas enzimas importantes en el crecimiento.

En cuanto a la maduración de los frutos, el mismo autor menciona que una de las teorías es que el etileno cambia el estado físico de las células o membranas, permitiendo así que se produzcan reacciones que anteriormente se habían evitado (cambios en la permeabilidad de las células). El etileno estimula la respiración y la síntesis de proteínas en algunos frutos inmaduros, lo que puede activar toda una cadena de eventos bioquímicos que requiere la maduración.

Por otra parte, Villedo (1982) indica que la maduración prematura de la fruta en un almacén puede evitarse con ventilación para suprimir el etileno, e incrementando el contenido de CO_2 en el aire, pues el CO_2 contrarresta el efecto del etileno.

Para explicar la abscisión, Devlin (1982) describe que las hojas jóvenes producen cantidades importantes de etileno, lo cual explica el hecho de que la presencia de hojas jóvenes tienden a acelerar la abscisión de las más viejas.

El etileno puede difundirse hasta las hojas viejas, que además contienen poca auxina, induciendo así su abscisión. Si se cortan las hojas jóvenes de una planta se obtendrá un retardo de la abscisión de las hojas viejas.

Según Beyer (1973) citado por el mismo autor, indica que quizás el etileno provoca la disolución del tejido de la zona de abscisión. Asimismo, existen pruebas de que el etileno actúa en el fenómeno de la abscisión mediante reducción del transporte de auxina desde la hoja a la zona de abscisión.

III.- MATERIALES Y METODOS.

3.1 - Fisiografía:

La localización del predio donde se llevó a cabo el experimento, se ubica en el poblado "El Zapote", municipio de Poncitlán, Jalisco; cuyas coordenadas son:

20° 18' 45" LN.

102° 48' 11" LW.

1,532 mts. ASNM.

(Carta topográfica F-13-D-77, CETENAL, 1977).

El terreno en el sitio experimental tiene una pendiente de aproximadamente 1.5%, por lo que se presentan características diferentes en las condiciones del suelo. En el análisis del suelo, efectuado el día 10 de febrero de 1989 (previo al establecimiento del cultivo), se estudiaron muestras de la parte alta, media y baja del terreno, apreciándose que la textura del suelo era arcillosa en la parte alta, franca en la media y baja; en cuanto al pH, éste fue de 8.3, 8.5 y 8.0 respectivamente, de la parte alta, media y baja. Además, se clasificó como salina la parte baja (Laboratorio de suelos y apoyo técnico de la cuenca Lerma-Chapala Santiago, SARH).

En cuanto al clima, la Secretaría de Programación y Presupuesto (1980) en la síntesis geográfica de Jalisco, pre-

senta el clima en el sitio experimental, según Köppen como (A)C(W₀)(W) - semicálido % de lluvia invernal menor de 5 (Carta estatal de climas). De acuerdo a la misma fuente, se tiene en la zona los siguientes rangos: temperatura 18-20°C, heladas 0-20 días al año, precipitación 800-1000 mm, y granizadas 0-2 días al año (Carta estatal fenómenos climáticos). Por lo anterior, el clima es clasificado como semicálido subhúmedo.

3.2 - Materiales:

Para llevar a cabo la presente investigación, así como para el desarrollo del experimento realizado, se hizo uso de los siguientes materiales:

- Hilos con banderolas para la separación de tratamientos.
- Mochila aspersora de 15 lts., marca SWISSMEX-RAPID.
- Reguladores del crecimiento (Gapol, Kinekas, Activol, y Ethrel 250).
- Dispersante Agralplus.
- Botes recolectores de fruto de 20 lts. c/u, para medición del volumen.
- Costales de papel, recolectores de fruto, para identificación y separación de frutos de cada tratamiento.
- Báscula con capacidad de pesado de hasta 100 kgs., marca FAIR-BANKS.
- Material volumétrico; un litro, un medio litro y una probeta de 250 ml.
- Balanza analítica, marca Mettler H-10.
- Un canasto grande para el conteo y selección de frutos a evaluar.

- Etiquetas fosforescentes para identificación y señalización de frutos y guías a evaluar.
- Engrapadora con grapas, para la fijación de etiquetas de identificación
- Cinta métrica de 10 mts. de longitud.

3.3 - Material Genético:

La semilla que se utilizó para el establecimiento de la huerta chayotera, es una selección local criolla, de chayotes de pericarpio verde y sin espinas.

3.4 - Metodología:

Para seleccionar el diseño experimental adecuado, se tomaron en cuenta las condiciones del terreno; así como la disposición de las plantas de chayote.

Se optó por emplear el diseño experimental de "bloques al azar", debido a que mediante éste diseño se podría reducir el error experimental provocado por la pendiente topográfica del terreno, haciendo el bloqueo de los tratamientos a lo largo de dicha pendiente.

Por otra parte, se buscó evaluar un regulador del crecimiento de cada uno de los 4 principales grupos de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno), por lo que resultaron 5 tratamientos a probar:

<u>Tratamiento</u>	<u>Producto comercial</u>	<u>Dosis recomendada</u>
1.- Auxina	Gapol	150 cc/10 lts de agua
2.- Giberelina	Activol	15 ppm.
3.- Citoquinina	Kinekas	660 cc/Ha.

4.- Etileno	Ethrel 250	2.1 lts/Ha.
5.- Testigo	-	-

Debido a que en el sitio experimental se contaba con 30 plantas y por la disposición de éstas, se consideró establecer el experimento con 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos, integrándose cada unidad experimental con 2 plantas.

Las dimensiones del sitio experimental son de 15 x 100 mts., midiendo cada una de las 15 unidades experimentales 97.5 m^2 (6.5 x 15 mts). Se procuró dejar sin tomar datos un metro de orilla, así como medio metro entre el límite de cada tratamiento, con el fin de eliminar el efecto de orilla y la equivocación de datos entre tratamientos por el crecimiento de las guías en la enramada. Por lo anterior, se considera una área útil del follaje para la toma de datos (parcela útil) de 71.5 m^2 (5.5 x 13 mts.).

Para medir el efecto provocado por los reguladores del crecimiento, se determinó analizar 7 variables respuestas, dichos parámetros fueron: a) peso total del fruto, b) peso promedio del fruto, c) volumen promedio del fruto, d) número de frutos, e) porcentaje de abscisiones, f) días de formación del fruto a la cosecha y g) crecimiento de guías. Las variables: peso total del fruto y número de frutos, se ajustaron con un factor o porcentaje que homogeneizó o igualó la superficie de follaje para todos los tratamientos, con el objetivo de reducir el error experimental.

Una vez que se obtuvieron los resultados, éstos se organizaron para ser sometidos al análisis estadístico de varianza, realizado en computadora, para conocer si existían diferencias significativas entre los tratamientos para cada

parámetro evaluado. El estudio de dicho análisis se presenta en el capítulo de resultados.

A continuación se presenta el acomodo en campo de los tratamientos, el cual fue aleatorio en cada bloque, utilizando la tabla de números aleatorios (Thomas y Hills, 1985).

• Cuadro 1. Distribución de los tratamientos.

Unidades experimentales	Bloques	Distribución aleatoria de los tratamientos	
1		A	<u>Simbología:</u> A.- Gapol (auxina). B.- Activol (giberelina). C.- Kinekas (citoquinina). D.- Ethrel (etileno). E.- "Testigo".
2		E	
3	I	D	
4		B	
5		C	
6		B	
7		C	
8	II	E	
9		D	
10		A	
11		E	
12		A	
13	III	D	
14		C	
15		B	

3.5 - Desarrollo del experimento:

Primeramente se consiguieron los productos a probar, y, debido a que uno de ellos se presentaba en polvo (activol), se hizo el pesado de la dosis en una balanza analítica.

Por otra parte, la hueta choyutera tenía 10 meses de establecida, por lo que se contó con la superficie de la

arriada prácticamente cubierta de follaje, el cual se dividió para separar las 15 unidades experimentales con hilos, uniendo a ellos algunas banderitas de plástico blancas y rojas para hacer visibles las separaciones.

Después se hizo un ensayo de aspersión de agua a las 3 repeticiones de cada tratamiento, con el fin de determinar la cantidad de agua que se necesitaría para el cubrimiento del follaje con el fitorregulador a experimentar; con dicha prueba se determinó el volumen que se aplicaría, que fue de 13 lts. por tratamiento con sus 3 repeticiones.

Las dosis empleadas de cada fitohormona para un volumen de agua de 13 lts., sin alterar la concentración recomendada en cada producto, se presentan a continuación:

Genol 195.00 cc./13 lts. de agua.

Activol 1.95 grs./ "

Kinexos 28.60 cc./ "

Ethrel 31.00 cc./ "

Testigo: sin aspersión alguna.

En todos los casos de aspersión se utilizó además el dispersante "Agnalplus" a una dosis de 40 cc./100 lts de mezcla. Por lo que para un volumen de 13 lts de mezcla se emplearon 5.2 cc.; dicha dosis se recomienda en el folleto "Hormona vegetal Activol" (división agrícola, ICI).

La primera aspersión de los fitorreguladores se hizo el día 3 de febrero de 1990, haciendo en total 5 aplicaciones con un espaciamiento de 15 días entre cada una de ellas; por lo que la última aspersión se realizó el día 31 de marzo de 1990, durando la evaluación 9 semanas.

Las dosis empleadas de las fitohormonas en presentación líquida, se midieron con una probeta graduada de 250 ml. de

capacidad.

En seguida se explica como se midieron cada uno de los 7 parámetros elegidos para evaluar el efecto de los tratamientos a probar:

X_1 = Peso total del fruto: Se utilizaron 15 bultos de papel con una identificación para distinguir cada tratamiento. Se hacían 2 cortes por semana (martes y viernes); por lo que, en total fueron 18 cortes los que se evaluaron. En cada corte se colectaban los chayotes de cada unidad experimental en su correspondiente bulto de papel, para luego ser pesados en la báscula, destarando el peso de los bultos y anotándose el peso neto en los hojas de registro.

X_2 = Peso promedio del fruto: Dicha evaluación se hizo en cada corte, haciendo el vaciado de los frutos del costal identificado a un canasto, en donde se seleccionaron frutos regulares homogéneos, para luego ser contados y colocados en un bote para su pesado. Al destarar el peso del bote, se obtuvo el peso de los frutos, que al dividirlo entre el número de ellos se determinó el peso promedio de cada chayote.

X_3 = Volumen promedio del fruto: También éste parámetro se midió en cada corte. Teniendo los frutos contados y contenidos en un bote de volumen conocido, se agregó agua a dicho recipiente, midiendo el líquido que se vertía hasta el llenado del bote. Luego, por diferencia entre el volumen total conocido del recipiente, y el volumen medido y agregado hasta el llenado del mismo, se determinó el volumen total de los frutos, que al ser dividido entre el número de chayotes contenidos se obtuvo el volumen promedio de cada fruto.

X_4 = Número de frutos: Al conocer en cada corte los datos de peso total del fruto, así como peso promedio del fru

to de cada unidad experimental; mediante una división de éstos parámetros se determinó el número total de chayotes cosechados.

X_5 = Porcentaje de abscisiones: Este parámetro se midió semanalmente, analizando el extremo de 5 guías seleccionadas al azar en cada unidad experimental. En cada guía se clasificaron los 5 nudos visibles anteriores a la yema apical, observando el prendimiento o la abscisión del fruto en cada nudo revisado.

Sobre el total de nudos analizados en cada unidad experimental (25), se determinó el porcentaje de abscisiones al contabilizar el número de ellas.

X_6 = Días de formación del fruto a la cosecha: Esta evaluación se realizó, seleccionando 10 frutos al azar en cada unidad experimental, los cuales medían aproximadamente 1 cm de longitud, y fueron señalados con etiquetas fosforescentes, colocadas en el zarcillo del mismo nudo en donde se desarrollaba el fruto, para su identificación y localización posterior.

Una vez que los frutos maduraban para su cosecha, éstos se recolectaban, observando el color identificativo de su etiqueta, en donde se señalaba la fecha de inicio de su evaluación, con lo que se conocía los días de desarrollo del fruto hasta su cosecha. Después se promediaba la duración de todos los frutos identificados en cada unidad experimental, determinando los días de formación del fruto para cada tratamiento.

Este parámetro se utilizó para medir 3 generaciones de frutos, ya que las etiquetas identificativas se colocaron cada 3 semanas durante la evaluación, iniciando el mismo

dir en que se hizo la primera aplicación de los fitorreguladores.

X_7 = Crecimiento de guías: Este último parámetro se midió también cada 3 semanas, por lo que se evaluó 3 veces. Se colocó una etiqueta fluorescente identificativa en el primer nudo visible anterior a la yema apical de la guía seleccionada al azar, dicha operación se realizó en 3 guías de cada unidad experimental, iniciando la evaluación el día en que se hizo la primera aplicación de las fitohormonas.

Después de transcurrir 3 semanas, utilizando una cinta métrica se hizo la medición desde el nudo señalado por la etiqueta indicativa, hasta la punta de la guía en estudio (yema apical), determinándose así la longitud del crecimiento. Después se promedió el crecimiento de las 3 guías en la unidad experimental, conociendo así el crecimiento de las guías en cada uno de los tratamientos.

Debido a que en algunas unidades experimentales faltaba un poco de follaje en la enramada, con respecto a aquellas unidades en las que estaba cubierta toda su superficie de follaje; se determinó calcular un porcentaje o factor de corrección, con el fin de homogenizar la superficie del follaje para todos los tratamientos. Para calcular dicho factor, estando debajo de la enramada y observando el follaje, se calificó la superficie de éste para cada unidad experimental, mediante cuarteos de la superficie analizada y tratando de tener una atenta y cuidadosa apreciación. De esta forma se conoció apreciativamente la superficie de follaje en cada tratamiento, con lo que se determinó que factor tendría cada unidad experimental para igualar su superficie de follaje a la del tratamiento más cubierto por éste, quedando así igualado este detalle.

Debido al riesgo de caer en errores de apreciación, se calculó el mencionado porcentaje de corrección cada semana, con el objeto de disminuir el error experimental.

Ya que los parámetros "peso total del fruto y número de frutos cosechados" dependen del área de follaje en cada tratamiento, fueron éstas 2 variables las que se ajustaron con el factor de corrección. Esta determinación se hizo basándose en el siguiente razonamiento: el área de follaje faltante en alguna unidad experimental, podría producir frutos, considerando su propia capacidad genética, los cuales deben ser considerados para igualar las condiciones con los tratamientos de follaje completo.

Por otra parte, para apoyar más la evaluación, se hicieron observaciones semanales de las características del follaje, revisándose el color general de las hojas y la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Por último, el manejo del cultivo durante el período experimental fue completamente igual para todos los tratamientos, realizando las siguientes prácticas agrícolas generales:

La fertilización se hacía aproximadamente cada 12 días, aplicando en banda a cada planta de 300 a 350 gms. de Urea.

Los riegos se daban cada 72 a 84 hrs., dependiendo de las condiciones climáticas; tratando de mantener el suelo al 50% de la humedad aprovechable.

Durante el tiempo experimental se realizaron 2 deshojes generales moderados, con el propósito de permitir un mejor cubrimiento y la adecuada aspersion de las fitohormonas.

En cuanto a plagas y enfermedades, los problemas más serios los causaron la araña roja (*Tetranychus telarius*) y el hongo causante de la coquecilla vellosa (*Pseudoperonospora*

cubensis); para su control se utilizaron Kelthane (acaricida) 2 lts./Ha; Metasystox (insecticida) 1.5 lts./Ha., y Ridomil (fungicida sistémico) 2.5 kgs./Ha.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 - Resultados:

4.1.1 - Peso total del fruto.

Cuadro 2. Peso total de frutos para cada tratamiento en kilogramos.

Tratamiento	Bloques			Total de	
	I	II	III	tratamientos	\bar{X}
Gepol	193.86	155.88	140.94 =	490.68	163.56
Activol	150.48	205.56	225.72 =	581.76	193.92
Kinekak	145.26	133.42	198.18 =	526.86	175.62
Testigo	<u>219.78</u>	<u>129.78</u>	<u>189.54 =</u>	539.10	179.70
Total de bloques:	709.38	674.64	754.38	- Media general: =	178.20
\bar{X} :	177.34	168.66	188.59		

Cuadro 3. Análisis de varianza para el peso total de frutos de los tratamientos.

F.V.	Gl.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Treatamientos	3	1411.06	470.35	0.30	4.76 N.S.*
Bloques	2	799.19	399.59	0.25	5.14 N.S.
Error	6	9410.07	1568.34		
Total	11	11620.32			

Coef. variación = 22.22%

* N.S.: "No significativo"

4.1.2 - Peso promedio del fruto.

Cuadro 4. Peso promedio del fruto para cada tratamiento en gramos.

Tratamiento	Bloques			Total de tratamientos	\bar{X}
	I	II	III		
R. pol	206.61	216.11	212.03 =	635.55	211.85
Activol	211.11	214.50	223.50 =	649.11	216.37
Kinckas	209.50	209.55	216.72 =	635.77	211.92
Tortigo	<u>207.39</u>	<u>193.29</u>	<u>226.61</u> =	627.89	209.30
Total de bloques:	834.61	834.05	879.66	- Media general: =	212.36
\bar{X} :	208.65	208.51	219.91		

Cuadro 5. Análisis de varianza para el peso promedio del fruto de los tratamientos.

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Tratamientos	3	77.74	25.91	0.43	4.76 N.S.*
Bloques	2	342.51	171.25	2.84	5.14 N.S.
Error	6	361.32	60.22		
Total	11	781.58			

Coef. variación = 3.65%

* N.S.: "No significativo"

4.1.3 - Volumen promedio del fruto.

Cuadro 6. Volumen promedio del fruto para cada tratamiento en centímetros cúbicos.

Tratamiento	Bloques			Total de tratamientos	\bar{X}
	I	II	III		
Gapol	209.39	220.33	219.17 =	648.89	216.30
Activol	211.94	218.55	227.83 =	658.32	219.44
Kinckas	215.11	214.05	221.78 =	650.94	216.98
Testigo	<u>202.55</u>	<u>198.11</u>	<u>231.55</u> =	639.21	213.07
Total de bloques:	845.99	851.04	900.33	- Media general: =	216.45
\bar{X} ;	211.50	212.76	225.08		

Cuadro 7. Análisis de varianza para el volumen promedio del fruto de los tratamientos.

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Tratamientos	3	62.01	20.67	0.34	4.76 N.S.*
Bloques	2	450.65	225.33	3.74	5.14 N.S.
Error	6	361.83	60.30		
Total	11	874.49			

Coef. variación = 3.59%

* N.S.: "No significativo"

4.1.4 - Número total de frutos.

Cuadro 8. Número total de frutos para cada tratamiento.

Tratamiento	Bloques			Total de tratamientos	\bar{X}
	I	II	III		
Gepol	912.42	700.92	654.84 =	2268.18	756.06
Activol	700.02	939.24	988.20 =	2627.46	875.82
Kinekas	667.44	860.94	902.16 =	2430.54	810.18
Testigo	<u>1040.76</u>	<u>661.32</u>	<u>829.62 =</u>	2531.70	843.90
Total de bloques:	3320.64	3162.42	3374.82	- Media general: =	821.49
\bar{X} :	880.16	790.60	843.70		

Cuadro 9. Análisis de varianza para el número total de frutos de los tratamientos.

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Tratamientos	3	23583.87	7862.96	0.26	4.76 N.S.*
Bloques	2	6090.23	3045.12	0.10	5.14 N.S.
Error	6	182905.96	30484.33		
Total	11	212585.07			

Coef. variación = 21.25%

* N.S.: "No significativo"

4.1.5 - Porcentaje de abscisiones.

Cuadro 10. Porcentaje de abscisiones para cada tratamiento (%).

Tratamiento	Bloques			Total de tratamientos	\bar{x}
	I	II	III		
Gapol	20.89	25.78	22.67 =	69.34	23.11
Activol	22.22	24.44	13.33 =	59.99	20.00
Kinekas	23.11	26.67	18.22 =	68.00	22.67
Testigo	<u>20.44</u>	<u>26.22</u>	<u>16.89</u> =	63.55	21.18
Total de bloques:	86.66	103.11	71.11	- Media general: =	21.74
\bar{x} :	21.66	25.78	17.78		

Cuadro 11. Análisis de varianza para el porcentaje de abscisiones de los tratamientos.

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Tratamientos	3	18.28	6.09	1.09	4.76 N.S.*
Bloques	2	128.03	64.02	11.40	5.14 S*
Error	6	39.70	5.62		
Total	11	180.01			

Coef. variación = 10.90%

* N.S.: "No significativo"

* S.: "Significativo"

4.1.6 - Días de formación del fruto a la cosecha.

Cuadro 12. Días de formación del fruto a la cosecha para cada tratamiento.

Tratamiento	I	Bloques II	III	Total de tratamientos	\bar{x}
Gapol	21.25	20.00	20.00	= 61.25	20.42
Activol	23.20	24.20	20.00	= 67.40	22.47
Kinckas	23.00	27.00	22.75	= 67.75	22.58
Testigo	<u>25.50</u>	<u>21.30</u>	<u>26.00</u>	= 72.80	24.27
Total de bloques:	92.95	87.50	88.75	- Media general: =	22.43
\bar{x} :	23.24	21.87	22.19		

Cuadro 13. Análisis de Varianza para días de formación del fruto a la cosecha de los tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.P.(0.05)
Tratamientos	3	22.35	7.45	2.19	4.76 N.S.*
Bloques	2	4.07	2.04	0.60	5.14 N.S.
Error	6	20.46	3.41		
Total	11	46.89			

Coef. variación = 8.23%

* N.S.: "No significativo"

4.1.7 - Crecimiento promedio de guías.

Cuadro 14. Crecimiento de guías para cada tratamiento en centímetros.

Tratamiento	Bloques			Total de tratamientos	\bar{x}
	I	II	III		
Gapol	125.33	140.67	115.00 =	381.00	127.00
Activol	88.33	121.00	124.33 =	333.66	111.22
Kinekas	133.00	119.33	116.67 =	369.00	123.00
Testigo	<u>140.67</u>	<u>113.67</u>	<u>147.33</u> =	401.67	133.89
Total de bloques:	347.33	494.67	503.33	- Media general: =	123.78
\bar{x} :	121.83	123.67	125.83		

Cuadro 15. Análisis de varianza para el crecimiento de guías de los tratamientos.

F.V.	Gl.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.(0.05)
Tratamientos	3	812.83	270.94	0.86	4.76 N.S.*
Bloques	2	32.07	16.04	0.05	5.14 N.S.
Errores	6	1882.05	313.67		
Total	11	2726.95			

Coef. variación = 14.31%

* N.S.: "No significativo"

4.2 - Discusión:

Mediante el análisis de varianza, podemos apreciar que algunas de las 7 variables presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Lo que significa, que la varianza existente entre los tratamientos, se debió a algunos otros factores, pero no al efecto de los reguladores del crecimiento aplicados.

Algunos de los factores que pudieran ver influido en que no hubo diferencias entre los efectos de las fitohormonas y el testigo, se describen a continuación:

Debido a que en los productos comerciales utilizados como fuente de las fitohormonas a investigar, no mencionaban recomendaciones en la dosificación específicamente para chayote, se acordó emplear las dosis de cada producto recomendadas en general para la familia cucurbitácea (pepino, calabreita, sandía, etc.); y considerando el gran porte de la planta chayotera, así como su acelerada actividad fructificadora con respecto a las otras cucurbitáceas cultivadas, se pudiera considerar posible que las dosis de los fitoreguladores utilizados en el experimento fueron bajas; por lo que no presentaron efectos significativos.

Otro factor importante es la diversidad o variabilidad genérica presente en el cultivo del chayote. Debido a la falta de tecnificación, no se han hecho investigaciones que apoyen el mejoramiento, selección y purificación de la calidad genética en las semillas del cultivo. De tal manera que, algunas de las características medidas en el experimento, tienden a tener cierta varianza de origen genético, lo que podría enmascarar o confundir el verdadero efecto de los tratamientos probados; posiblemente provocando en éste caso,

que halla sido mayor la varianza genética a la varianza relacionada con el efecto de los fitoreguladores, ocasionando que no se presentara diferencia significativa debida a los tratamientos.

Para poder descartar, afirmar o incluir los factores que ocasionaron el resultado obtenido en la evaluación realizada, se hace necesaria más investigación relacionada con el tema.

4.3 - Observaciones complementarias:

- Aproximadamente 5 días después de la primera aspersión de los fitoreguladores a evaluar, se apreció en el follaje tratado con "ethe-rel 250" varios fenómenos indeseables, como: manchado del fruto, caída prematura del fruto, clorosis general del follaje, abscisión de hojas y frutos, y disminución en el vigor de la planta. Debido al efecto improductivo que presentó la fitohormona descrita (Etileno), se determinó retirarla de la evaluación; por lo que la investigación continuó, evaluando tan solo a los otros 3 reguladores del crecimiento y al testigo.

Los efectos de ethrel 250 (Etileno) en la planta chayotera, se explica debido a que ésta fitohormona provoca, según la bibliografía consultada, aceleración en la maduración, coloración del fruto, y abscisión de frutos y hojas; todo esto como resultado de la influencia del etileno en el metabolismo y transporte de las auxinas, así como cambios en la respiración, en la permeabilidad de las células y en la sintesis de proteínas, que determina la maduración prematura de los frutos.

Ya que se perdió una superficie considerable de follaje

debido a la abscisión de hojas y frutos, las plantas tratadas iniciaron a las pocas semanas una nueva brotación de guías, recuperando al término de las 9 semanas de evaluación aproximadamente el 95% de su follaje inicial.

En otros resultados, en cuanto a la coloración del follaje, después de cada aspersión del producto "Activol" (gibberelina), se presenta una ligera clorosis general, la cual duraba aproximadamente 5 días, luego recobrando el follaje su color verde normal. Lo mismo ocurría con la aplicación de "Kinokas" (citoquinina), aunque en éste caso la clorosis era más marcada, localizándose principalmente en la parte terminal de las guías; además de durar un tiempo más prolongado.

Por otra parte, durante las últimas 4 semanas del período experimental se presentó una disminución importante en la producción, la cual se atribuye a varios factores, como: elevadas temperaturas que provocan el aborto en las flores femeninas, la presencia de fuertes vientos que causan la caída de flores y frutos secos; así como el ataque considerable de araña roja (*Tetranychus telarius*), que debilita el vigor de la planta.

La mencionada reducción en la producción de chayotes, no se considera como un efecto relacionado a la acción de los fitoreguladores aplicados, ya que el fenómeno se presentó en forma general y en la mayoría de las huertas establecidas en la zona.

Como un detalle interesante de reportar y comentar resulta, la detección que se hizo en la última semana de la

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA AGRICOLA
 ESTADÍSTICA AGRICOLA

evaluación, de 2 plantas que presentaron un fenómeno conocido por los productores de la zona como "injertación de la planta"; dicho fenómeno según los propios productores, se aprecia sólo en algunas plantas, y entre los 6 a los 12 meses de iniciado su período de producción. Las características fenológicas de tal fenómeno son: el crecimiento desordenado de muchas guías de tallos muy delgados, las cuales no producen en sus nudos flores, ni frutos; aunque en algunas ocasiones aparecen flores deformadas (distinto color y forma a las normales), las cuales producen algunos frutos anormales (de color verde muy oscuro y de consistencia muy dura, así como de un tamaño reducido). Otra característica es la deformación de las hojas, las cuales se presentan de un tamaño mucho más reducido y con una forma más redondeada y menos lobulada. Además, se aprecia una considerable reducción de los entrenudos.

El fenómeno de la "injertación", presenta su crecimiento anormal tanto en la base de la planta, como en algunas guías ya desarrolladas en la enramada; por lo que va decreciendo la producción de la planta al ir incrementándose cada vez más el fenómeno.

Existen plantas de chayote que jamás presentan el mencionado fenómeno, por lo que su producción dura varios años después de poderse anualmente.

Aunque los productores afirman que la "injertación" se ha presentado desde hace muchos años, no se han hecho estudios científicos acerca del caso, ni las bibliografías consultadas comentan algo parecido.

Como hipótesis personal, se considera que la deformación sufrida por algunas plantas de chayote, o la "injertación", es de origen genético, ya que no se reconoce algún daño viral o de otro tipo.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 - Conclusiones:

Después de analizar los resultados obtenidos en el experimento realizado, surgen algunas conclusiones importantes que a continuación se describen:

- Los productos comerciales Gapol, Activol y Kinexas, utilizados como fuentes respectivas de los reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citoquininas, no presentan efectos de incremento productivo en el cultivo del chayote (*Sechium edule*), cuando dichos productos se aplican a las dosis probadas en el presente experimento (Gapol: 150 cc/10 lts. agua; Activol: 15 ppm. ó 15 grs. del producto/100 lts. agua; Kinexas: 660 cc/Ha.).
- El producto Ethrel 250, fuente del regulador del crecimiento "Etileno", produce efectos negativos o indeseables a la producción de la planta chayotera (maduración prematura y manchado del fruto, clorosis general, abscisión de hojas y frutos pequeños), cuando la aplicación del mencionado producto se hace en el período productivo del cultivo, y a la dosis de 2.1 lts/Ha.

- Con las conclusiones anteriores, se genera información científica que contribuye al inicio de la tecnificación del cultivo del chayote, tratando de motivar nuevas investigaciones sobre el cultivo.

5.2 - Recomendaciones:

A partir de las experiencias obtenidas en la realización de la presente investigación; y tomando en cuenta los resultados y las conclusiones del trabajo, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere repetir el experimento realizado, empleando dosis considerablemente más elevadas de los productos: Gapol, Activol y Kinakas.
- No se recomienda hacer aplicaciones del producto Ethrel 250, debido a los efectos indeseables que provoca en el chayote.
- Para complementar el estudio de los efectos de las fitohormonas en el cultivo del chayote, se sugiere realizar experimentos que evalúen mezclas de 2 reguladores diferentes, haciendo combinaciones con los 3 productos recomendados, probando además un tratamiento que contenga a los 3 productos.
Esta recomendación se basa en que las fitohormonas en forma natural interaccionan en las plantas para producir los distintos efectos fisiológicos.
- En forma general, se sugiere establecer líneas de in-

investigación que tiendan a adecuar todos los factores productivos de éste y otros cultivos poco investigados, ya que se generarían opciones de producción, y por lo tanto más recursos.

- Por último, resulta conveniente el que se hagan estudios sobre el fenómeno conocido en la zona como "injer-tación de la planta de chayote", ya que debido a la deformación que presentan las grías, la producción general disminuye al presentarse el fenómeno en varias plantas, teniendo éstas que desecharse por perder la condición de producción perenne que caracteriza al cultivo del chayote.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alba, O.J. 1987. Evaluación de dos fitorreguladores en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* sp.). Tesis profesional. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. 75p.
- 2.- Alvarez, G.A. 1988. Apuntes de experimentación Agrícola. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal.
- 3.- Campres, H.A.T. 1978. El cultivo de la planta *Scochium edule* (planta chayotera) y su aprovechamiento. Tesis profesional. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. 55p.
- 4.- Caseres, E. 1980. Producción de Hortalizas. 3a. Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. pp. 140-145.
- 5.- Devlin, M.R. 1982. Fisiología Vegetal. Editorial OMEGA. Barcelona, España. pp. 353-376.
- 6.- Hill, T.A. 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Cuadernos de biología. Editorial OMEGA. Barcelona, España. pp. 1-66.
- 7.- ICI, División Agrícola. 1990. Folleto recomendativo:

Hormona vegetal "Activol". Guadalajara, Jal.

- 8.- Laboratorio de suelos y apoyo técnico de la cuenca Lerma - Chapala Santiago. Sub-secretaría de planeación. (SARH). Guadalajara, Jal.
- 9.- Little, H.T. y Hills, J.F. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 6a. reimpresión. Editorial Trillas. México. pp. 235-237.
- 10.- Luevano, G.J.A. y col. 1987. Respuesta a la aplicación foliar de ác. giberélico en la espinaca (*Spinacia oleracea*), realizado en campo experimental "Rancho San Agustín", Lagos de Moreno, Jal. Tesis profesional. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. 85p.
- 11.- Manuales para educación agropecuaria. 1987. Cucurbitáceas. 6a. reimpresión. Editorial Trillas/sep. México pp. 14-24.
- 12.- Miller, V.E. 1981. Fisiología vegetal. Editorial UTEHA. México. pp. 205-223.
- 13.- Montaldo, A. 1977. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA. San José, Costa Rica. pp. 22-224.
- 14.- Mortensen, E. y Bullard, E. 1985. Horticultura Tropical y subtropical. 3a. edición. Editorial PAX. México. pp. 87-88.
- 15.- Pérez, S.J.J. y col. 1984. Guía para la escritura de trabajos científicos agropecuarios y/o tesis. Facultad

- de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. 25p.
- 16.- Sánchez, S.O. 1980. La flora del valle de México. 6a. edición. Editorial Herrero, S.A. México. pp. 4-15.
- 17.- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1977. Carta Topográfica: Coatlán F-13-D-77. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), México.
- 18.- Síntesis geográfica de Jalisco (SPP). 1980. Carta estatal fenómenos climáticos y carta de climas. INEGI.
- 19.- Villee, C.A. 1982. Biología. 7a. edición. Editorial Interamericana S.A. México. pp. 207-212.
- 20.- Weaver, R.J. 1985. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. 4a. reimposición. Editorial Trillas. México. pp. 5-137.