

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EFECTO DE ETHEPHON (ácido 2-Haloethanophosfonico) SOBRE
INDUCCION DE LA FLORACION EN PIÑA.**

(Ananas comosus Merr.).

TESIS

Presentada a la

*Honorable Junta Directiva
de la*

*Facultad de Agronomía
de la*

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

FRANCISCO JAVIER MONTENEGRO VALLADARES

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Mayo de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T(658)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Raúl Osegueda Palala

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar R. Leiva
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enríquez Durán
Vocal 5o.	P. A. Roberto Morales
Secretario	Ing. Agr. Carlos Fernández

**TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador	Dr. David Monterroso
Examinador	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1546

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

Guatemala,
10. de abril de 1982

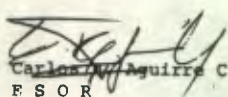
Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Edificio

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para comunicarle que de acuerdo con lo emanado de ese Decanato, he asesorado al estudiante Francisco Javier Montenegro Valladares en su trabajo de tesis titulado "EFECTO DEL ETHEFON (ácido 2-haloetanofosfónico) sobre la inducción de floración en la piña (Ananas comosus).

Concluido el trabajo y efectuadas las revisiones y - correcciones pertinentes, solicito a usted dar su aprobación para que pueda ser publicada.

" ID Y ENSEÑAR A TODOS "

Ing. Agr. M.C.  Aguirre C.
A S E S O R

CHAC/amvg

UNICAR, S. A.

TORRE MASVAL, NIVEL 11
AV. REFORMA 1-80, ZONA 9
GUATEMALA, C. A.

TELS. 319906 Y 322805
APARTADO POSTAL 1567
CABLE: UNICAR
TELEX 8294 UNICAR GU

Guatemala, 4 de mayo de 1982

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval
Su Despacho

Señor Decano:

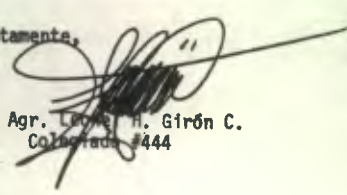
Me complace informar a usted que he concluido la revisión y corrección del trabajo de tesis asignado al estudiante Francisco Javier Montenegro Valladares, titulado "EFECTO DE ETHEPHON (ácido 2 - Halohethano fosfonico) SOBRE LA INDUCCION DE FLORACION EN PIRA (Ananas comusus Merr.)" de acuerdo al mandato emanado de esa Decanatura.

El contenido del estudio realizado aporta una serie de nuevos conocimientos de inmediata utilización práctica, por lo que recomiendo a usted su aprobación.

Agradeciendo de antemano la atención a la presente, me suscribo.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Atentamente,



Ing. Agr. Carlos H. Girón C.
Colegiado #444

Guatemala,
4 de mayo de 1982

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, constituye para mí un alto honor, someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado "EFECTO DE ETHEPHON (ácido 2-Halohethanophosfonico) SOBRE LA INDUCCION DE LA FLORACION EN PIÑA (Ananas comosus Merr.). Ultimo requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

Francisco Javier Montenegro V.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Pedro Marcial Montenegro y Albertina Valladares de Montenegro, respeto y gratitud por los múltiples esfuerzos hechos en beneficio de mi superación personal.

A mis hermanos y hermanas que siempre estuvieron prestos a brindarme su colaboración.

A Lucky que en forma cariñosa me brindó su apoyo moral y material.

Al Dr. Luis F. Molina Galvez, Al Ing. Agr. Luis F. Molina Castellán y a su Señora Carmencita de Molina por su gran colaboración y orientación prestada en la realización de la parte experimental de campo.

A los Ing. Agr. Carlos H. Aguirre C. y Leonel H. Girón C., por su acertada asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

A los Ing. Agr. Marino Barrientos y Luis Reyes por su valiosa ayuda prestada en el análisis estadístico de los datos obtenidos.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de esta tesis.

CONTENIDO

RESUMEN

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. HIPOTESIS
4. REVISION DE LITERATURA
5. MATERIALES Y METODOS
6. RESULTADOS
7. DISCUSION
8. CONCLUSIONES
9. SUGERENCIAS
10. BIBLIOGRAFIA

APENDICE

RESUMEN

La cosecha de piña en Guatemala se lleva a cabo en mayor escala principalmente durante los meses de abril, mayo y junio; lo cual se debe a que la planta de piña cuando ha alcanzado su máximo desarrollo vegetativo, necesita de condiciones climáticas especiales para desarrollar su floración.

La mayoría de agricultores dedicados al cultivo de la piña en Guatemala, no conocen el uso de productos químicos que permiten cambiar el ciclo natural de la planta y por consiguiente planificar la cosecha.

La mayor parte de la producción de piña sale al mercado en una misma época provocando saturación del mismo y por consiguiente, una disminución en el precio. Otro problema es la dificultad de producir frutos del peso y tamaño deseado en el exterior, así como su producción durante épocas no tradicionales que aseguren abastecer a un mercado fuera de Guatemala.

Esta situación nos aleja de los múltiples beneficios socio-económicos que el cultivo de piña en gran escala puede proporcionar al país.

La Industria de Agroquímicos ha desarrollado un producto químico, el ethephon, que mediante la liberación de etileno es capaz de inducir a la planta de piña a producir flor.

Con el objeto de conocer el efecto del producto y la influencia del desarrollo de la planta en el peso del fruto; se procedió a evaluar el producto en tres diferentes dosis: 0.5 ml/litro, 1.25 ml/litro, 2.00 ml/litro, incluyendo además un testigo completándose 4 tratamientos que fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar.

Se practicó un registro del desarrollo de las plantas, mediante la medición de la altura y número de hojas de cada una de las plantas utilizadas para el experimento.

Se efectuaron observaciones periódicas durante todo el desarrollo del experimento que nos permitieran emitir conclusiones que aportaran datos importantes en la planificación de la cosecha de piña.

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se concluye que desde el punto de vista técnico y económico se justifica el uso de ethephon para inducir floración artificial en piña, por las razones siguientes: La planta de piña cambió su fisiología por efecto de la aplicación de ethephon, ya que se vió forzada a inducir su floración en época en que normalmente no puede hacerlo. Como consecuencia de lo anterior se obtuvo fruta en época de escasez.

El producto demostró igual eficiencia en la inducción de las plantas tratadas con las tres dosis evaluadas, sin embargo si existió diferencia con las plantas no tratadas.

Al realizar el análisis de regresión se comprobó que el peso del fruto está intimamente ligado al desarrollo de la planta en el momento de ser inducida.

En base a lo anterior se recomienda el uso de ethephon en dosis de 0.5 a 2.00 ml/litro para inducir floración cuando las plantas de piña no pueden hacerlo en forma natural, aplicando 50 ml de la solución en el centro de la planta. Realizar la aplicación planificando obtener la producción en época de escasez o cuando se requiera; pero en todo caso es importantísimo tomar en cuenta el desarrollo de la planta en el momento de ser inducida con el fin de obtener el fruto del peso deseado. En el presente trabajo, la curva de correlación entre el peso del fruto y el desarrollo vegetativo de la planta, estuvo expresada por una ecuación que permite conocer aproximadamente el tamaño que debe tener la planta en el momento de la inducción.

El aspecto económico de la actividad se aprecia en el análisis económico que nos demuestra que el uso de ethephon para inducir plantas de piña, es sumamente rentable, debido principalmente a la ganancia en precio de la fruta, el cual se duplica en época de escasez.

1. INTRODUCCION

La demanda creciente de alimentos provocada por un aumento poblacional en el mundo obliga a investigar técnicas intensivas de producción para cultivos frutícolas, que permitan obtener altos rendimientos por unidad de area así como productos de buena calidad que satisfagan las exigencias del mercado.

El cultivo de la piña (*Ananas comosus* Merr.), representa una buena alternativa para Guatemala por sus múltiples beneficios socio-económicos, pues siendo un cultivo altamente rentable, y con una demanda interna y externa en constante aumento, se perfila como un buen renglón de exportación aumentando el ingreso de divisas al país. El cultivo tecnificado de piña necesita gran cantidad de mano de obra permanente, lo que constituye una buena fuente de trabajo.

Además es una fruta que contribuye a mejorar la dieta alimenticia del guatemalteco proporcionándole, entre otras sustancias alimenticias: Hidratos de Carbono, Vitaminas y Minerales.

En nuestro medio el agricultor no cuenta con suficientes recursos técnicos que le permitan llevar a cabo una explotación intensiva de piña, ya que un aspecto muy importante para dicha explotación intensiva lo constituye la planificación adecuada de la cosecha de acuerdo a las condiciones de mercadeo. Para hacer una buena planificación de la cosecha es necesario modificar el ciclo de floración natural en la planta mediante el uso de ciertas sustancias químicas llamadas reguladores de crecimiento.

La piña es una planta susceptible a inducir flor por aplicación de reguladores de crecimiento (13) y está comprobado que varios de estos productos químicos pueden forzar a la planta a producir flor en época en que normalmente no la produce. El acetileno, etileno y el ethephon, son algunos productos de los mas usados.

Actualmente se esta usando comercialmente el ethephon

(ácido 2 Haloethanophosphónico), en plantaciones de piña en países como Hawai, Puerto Rico, Honduras, Florida y otros, con el propósito de inducir floración. En el presente trabajo se investigará el efecto del mencionado producto, tratando de contribuir a la tecnificación del cultivo de la piña en Guatemala.

JUSTIFICACION

El cultivo de la piña presenta grandes ventajas para el agricultor guatemalteco, así mismo constituye una importante fuente de ingreso de divisas para el país.

La SIECA, en el análisis de perspectivas para el Desarrollo y la integración de la agricultura centroamericana, estima que para satisfacer la demanda interna del país en 1980, la producción de 1974, debió incrementarse en 3,000 TM. Se puede apreciar en el anuario de comercio exterior de SIECA, que el mayor comprador de piña que es USA, ha incrementado grandemente sus importaciones, lo mismo que Inglaterra, Francia, Alemania y otros países Europeos. (8).

El Banco de Guatemala, en su estudio de prefactibilidad para el cultivo y enlatado de piña en forma cooperativa, estima que la rentabilidad total del cultivo es de 920/o, lo cual se considera bastante alta, y esto tomando para su cálculo solamente precio del mercado local. También determinaron que se utilizan como mínimo 213 jornales por manzana, lo que representa buena fuente de trabajo. (7).

La investigación planteada en el presente trabajo, está encaminada a procurar un aumento de producción por unidad de área y proporcionar la posibilidad de que se cultive piña en áreas potenciales que no se explotan apropiadamente en la actualidad, mediante la obtención de piña que sea fácilmente comercializable, por tamaño, calidad así como por cosecharse en la época que lo requiere el mercado local o exterior.

El manejo eficiente del ethephon permite al agricultor elaborar un programa de cosecha que optimice la producción de fruta fresca para el consumo local o para exportación, proporcionando economía de mano de obra por evitar el escalonamiento de la cosecha, aumentando la rentabilidad del cultivo al elevarse los rendimientos por unidad de área, ya que muchas plantas no producen frutos en condiciones normales, y además por producir floración fuera de la época natural

y por ende fruta en época de escases, logrando de esta manera, mejores precios y mejor control de la producción.

2. OBJETIVOS:

- 2.1 *Determinar la mejor dosis de ethephon para inducir la floración de piña en Guatemala.*
- 2.2 *Establecer la influencia del desarrollo vegetativo de la planta tratada con ethephon en el peso de la piña.*

4. REVISION DE LITERATURA.

La piña o ananás (Ananas comosus Merr.) es una planta herbacea, de la familia Bromeliacea (10) se cultiva para aprovechar su fruto, falso fruto constituido por un conjunto de bayas de la inflorescencia unidas por las brácteas. (7,10).

Es una planta de hábitos terrestres, con un tallo corto y grueso generalmente menor de 30 cms. de altura, hojas angostas de 60-100 cms. de longitud, de base envolvente, bordes espinosos aserrados. La planta forma una roseta plana por arriba, bien adaptada para captar y retener rocío o agua de lluvia. Existe un solo punto de crecimiento activo, localizado en el ápice del tallo, el cual se diferencia al formar la inflorescencia; más tarde reasume su carácter vegetativo. La inflorescencia, es una espiga formada lateralmente por bracteas de color rojo o verde y flor de color blanco o violeta claro. (10) La planta de piña que ha llegado a un nivel de crecimiento suficiente, inicia su inflorescencia cuando los días son más cortos. La floración, además de la duración del día es afectada por otros factores ecológicos, principalmente la temperatura, siendo en Hawai la media mínima entre 18°C y 20°C. También la floración es afectada por factores congénitos del propio material vegetal, tales como las reservas del retoño. El acortamiento de la duración del día puede ser el más importante de los factores que la afectan. (2,9).

Todas las plantas que estando suficientemente desarrolladas durante fin de año, inician su inflorescencia durante la temporada en que los días son más cortos, florecen dos meses mas tarde y son origen de la cosecha que se efectúa de junio a julio, éstas pueden proceder de pequeños brotes de tallo (100 grs.) plantados en enero, medianos (450 grs.) plantados en mayo o brotes más voluminosos (800 grs.) plantados en septiembre. La duración del ciclo es por tanto de once a diez y nueve meses según la fecha de efectuada la plantación. Las plantas que son demasiado pequeñas para responder al acortamiento del día a fines del año, diferencian su inflorescencia de abril a junio dando como resultado la cosecha de fin de año. Dichas plantas pueden proceder de

brotes de tallo pequeño (100 grs.) plantados en mayo, de brotes de peso medio (450 grs.) plantados en septiembre-octubre, o de mayor peso (800 grs.) plantados en febrero; este ciclo es habitualmente más largo porque el período más frío del año interviene en plena fase vegetativa de la planta, retardando por consiguiente la época de floración, mientras que en el primer caso tiene lugar a fines de la fase vegetativa. (10)

Durante el proceso de floración en la planta de piña, se verifica una etapa transicional desde la diferenciación en las estructuras vegetativas hasta la formación de la inflorescencia en el meristemo apical. (4) La primera manifestación visible de un cambio en el meristemo terminal, es su engrosamiento, luego es producida la yema del primordio floral en lugar del primordio de hoja y el pedúnculo se alarga. La anchura del meristemo es máximo cuando el pedúnculo solo tiene algunos milímetros y comienza la primera hilera de bayas, luego se va contrayendo nuevamente y finalmente reanuda la diferenciación del primordio de hoja, el cual cede el surgimiento de la corona. (4,10)

Py Guyot y Teisson, (2) indican que es necesario realizar numerosos experimentos conducidos a determinar cuales son los factores climáticos responsables de la inducción natural de la floración. Ellos afirman que el tamaño de la planta determina también en gran parte la susceptibilidad de *Cayyene lisa* a florecer y que la floración ocurre predominantemente en otoño.

Oberbeek, (9) indica que se notan diferencias entre variedades a la susceptibilidad de inducir flor. En Puerto Rico, por ejemplo cerca del 100o/o de plantas Española Roja florecieron en otoño en respuesta a días cortos y bajas temperaturas, sin considerar el tamaño de la planta. Bajo las mismas condiciones, menos del 50o/o de la variedad Cabezona floreció naturalmente sin tomar en cuenta el tamaño y la época.

En experimentos adicionales se determinó que la Española Roja no responde a reducción del largo del día, pero florecerá si se expone a bajas temperaturas nocturnas. (2)

Según Py, Guyot, Mightlinge, Evans y Gaillard, (2) la estimulación del crecimiento por aplicación de nitrógeno, irrigación o lluvia inhiben la floración. Así, una vez la planta halla alcanzado suficiente tamaño, es susceptible a inducción floral, ya que los factores ambientales que fomentan la floración, son los que tienden a retardar el crecimiento vegetativo. Estos factores incluyen: disminución de la nutrición y agua; reducción de la temperatura, largo del día y radiación solar. (2)

En Hawai el período de diferenciación natural hasta que la joven inflorescencia se hace visible externamente en el centro de la planta, requiere alrededor de 60 días. (2,4)

El desarrollo adicional de la inflorescencia y fruto al tiempo de cosecha requiere 5 meses adicionales, para hacer un período total hasta la cosecha de 7 meses. Según Sanfort (2) en regiones de climas calurosos, el período entre la inducción floral y el apareamiento de la inflorescencia está entre 40-45 días. El desarrollo adicional de los frutos requiere menos de 5 meses, resultando un período total de 6 meses.

La floración provocada en piña, se obtuvo por primera vez accidentalmente en Azores, gracias al humo del fuego de leña tratando de evitar los daños causados por las heladas. (10, 13) Observaciones de Rodríguez (2,9,13), condujeron al descubrimiento del Etileno como constituyente activo del humo.

más tarde comprobaron que otros gases de los hidrocarburos no saturados, como el acetileno, producían también efectos similares. (10,13)

Clark y Kerns (3,4), demostraron posteriormente que las auxinas pueden forzar la iniciación floral en piña. Así mismo algunos botánicos consideran que la floración en la piña se debe a la acumulación de auxinas en el tallo. Sostienen que si la planta se coloca horizontalmente, se hace aumentar el nivel de auxinas en la parte inferior del tallo, induciendo la floración de la planta. (13) En

oposición a ésta teoría Leopold (2), evidencia que los gases saturados tales como el etileno y acetileno inducen la floración en piña, sin aumentar el contenido de auxinas.

El etileno y acetileno se han aplicado comercialmente en solución saturada de agua. El método práctico para la aplicación del acetileno consiste en dejar caer en el corazón de la planta de piña 1 gramo de carburo de calcio que al reaccionar con el agua libera el gas. (13).

En Puerto Rico Overbeek (9), indujo la floración en piña exitosamente utilizando 5-10 ppm de ácido Naftalenacético y ácido 2-4, Dicloro-fenoxiacético, resultando ambas sustancias efectivas, aplicadas en el centro de la planta.

Gowing y Leepert (13), han informado de la utilización de 39 derivados de hidrazina para inducir floración, siendo el más usado de ellos el BOH (betahidroxietilhidracina) que tiene el inconveniente del elevado costo.

Cooke y Randall (5), experimentalmente han demostrado que el ácido 2- Haloethanofosfónico (ethephon) es altamente efectivo en forzar la floración de las piñas.

Según Terry (2), el acetileno, etileno, betahidroxietilhidracina y ethephon, son más efectivos para forzar floración varias veces en el año, que el A.N.A., A.I.A., 2-4 Diclorofenoxiacético, además relacionando los dos grupos producen resultados diferentes. Un fruto resultado del forzamiento con A.N.A. forma un cilindro más puntiagudo y la corona del fruto es inmadura, cuando la base está completamente madura.

Frutos de plantas forzadas con etileno y compuestos relacionados dan cilindros más o menos uniformes, los cuales maduran más uniformemente que los provenientes de A.N.A. y la maduración apical es restringida.

Según Py et-al (2), han sido observadas diferencias en plantas suceptibles a hormonas. Las plantas grandes son más susceptibles a inducción floral. Un crecimiento rápido hace más difícil el forzado, mientras que si hace un período de sequía severo que retarde el crecimiento, lo favorece. Plantas no susceptibles, según Anderson (2), pueden inducirse a florecer con aplicaciones de ethephon a altas concentraciones.

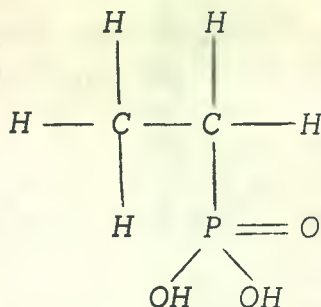
Bartholomew (2), forzó con ethephon plantas Cayenne lisa de 7 y 9 meses de edad bajo días largos y con nitrógeno alto; aunque sólo 2 ó 4 plantas fueron forzadas en cada tratamiento, ethephon fue 100o/o efectivo en todos los termoperíodos donde las temperaturas nocturnas estuvieron abajo de 26°C con temperaturas diurnas entre 34°C y 22°C.

Cooke y Randall (5,13) en un ensayo de campo, asperjaron plantas de Cayenne lisa, con una solución de ácido 2 Haloethanofosfónico, a razón de 1, 2 y 4 libra/acre en volúmenes de 50 y 200 galones/acre. Todos los tratamientos produjeron un 100o/o de floración. Las plantas tratadas con 4 libras/acre maduraron 2-3 semanas más temprano que aquellas con 1 libra/acre.

Todos los frutos maduros presentaron buena condición y ningún deterioro por efecto del tratamiento químico.

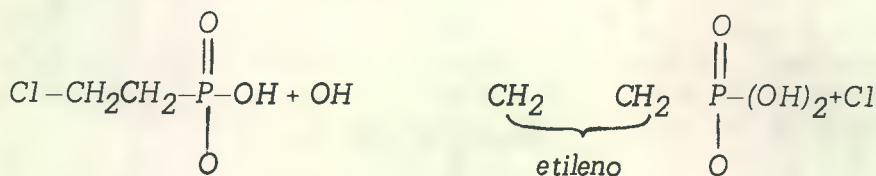
Ethephon es el nombre común de ácido 2-Haloethanoetil-fosfónico o dimetil-fosfónico (5), que es un regulador de crecimiento que causa múltiples efectos en la fisiología de las plantas(1). Está clasificado dentro de los inhibidores del crecimiento y liberador de etileno (13). Sus efectos principales sobre la planta son: epinastia, iniciación de raíces, estimulación de la madurés en frutas, defoliación y otros efectos parecidos a los obtenidos con el etileno. (4).

Ethephon es una mezcla del ácido 2 Cloroetanofosfónico y el éster mono 2 cloroetilfosfónico. Su fórmula química empírica es $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}_3\text{H}_2$ y su fórmula estructural:



Según Cooke y Randall (5); éste ácido permanece estable a pH bajo (menos de 4); y al entrar en los tejidos de la planta, debido a que el protoplasma de la célula tiene un pH mayor que 4, es degradado con la consiguiente liberación de etileno, que es el responsable de toda la actividad biológica.

La reacción es la siguiente:



No resulta práctico tratar las plantas con gas etileno, responsable de inducir floración, en plantas cultivadas a campo abierto por disiparse con demasiada rapidez. (13).

Cooke y Randall (1); concluyeron que el ethephon ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno como producto de descomposición. Así, el ethephon ofrece un medio para tratar con etileno las plantas, ya que sus efectos son similares a los ejercidos en la floración, maduración de los frutos y abscisión.

El etileno en su estructura química, es un producto natural del metabolismo vegetal, siendo la hormona de crecimiento vegetal más simple químicamente. (13). El mecanismo de acción del etileno en la

planta aún no se conoce exactamente, se cree que el etileno desempeña una función importante en la transcripción y traducción del código genético del ADN al ARN a las proteínas y puede incorporarse en el ARN, al igual que algunas de las otras hormonas. (13).

5. MATERIALES Y METODOS:

La parte experimental de campo, fue desarrollada en la Finca El Caney, localizada en el municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla; comprendida entre las coordenadas geográficas 14°10' latitud Norte y 91°45' longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

Según Hodridge, (6) se encuentra localizada dentro de la zona bosque húmedo sub-tropical (cálido), con precipitaciones de 1200 hasta 2,000 mm y una temperatura media de 27°C.

Los suelos de la Finca El Caney, están dentro de la serie Torolita, ubicados dentro de la zona fisiográfica del declive del pacífico, situados sobre relieves casi planos y se han formado sobre flujo lodoso gravoso aluvial que está cementado. (11).

Para llevar a cabo el experimento se utilizó una plantación establecida, de la variedad Cayenne lisa.

Los tratamientos estuvieron constituidos por:

—Preparado comercial de Ethepon con 480 gramos de ingrediente activo (ácido 2-Haloethanofosfónico) por litro, en tres diferentes dosis, para inducir floración en piña, tomando como punto de partida las especificaciones de la casa comercial.

CLAVE

A
B
C
D

TRATAMIENTOS

0.50 ml/litro
1.25 ml/litro
2.00 ml/litro
Testigo

El diseño experimental que se utilizó fué el de Bloques al azar

con 6 repeticiones, las unidades experimentales estuvieron constituidas por 20 plantas, distanciadas 1.00 mts. por 0.5 metros haciendo un área por parcela de 6 metros cuadrados. Se efectuó la delimitación de parcelas de acuerdo al diseño experimental planteado, para luego proceder a medir la altura así como el número de hojas de cada planta, para determinar el estado de desarrollo vegetativo de cada planta a tratar. Ya tomado el registro de todas las plantas por parcela, se procedió a la aplicación del producto, para lo cual las diferentes dosis a evaluar se diluyeron en agua y se aplicaron 50 ml de la solución en el centro (cogoyo) de cada planta. Esto se llevó a cabo en el mes de junio de 1981, época en la que las condiciones climáticas no son propicias para que se dé la inducción de la floración de piña en forma natural.

La evaluación de las diferentes dosis de ethephon, así como la influencia del desarrollo de la planta tratada sobre el peso del fruto se llevó a cabo por medición de las siguientes variables:

- A— Días a floración
- B— Número de plantas con flor
- C— Días a la cosecha
- D— Peso del fruto cosechado

Tomandose además como covariables:

- E— Altura de la planta y
- F— Número de hojas por planta

Durante el desarrollo de la etapa experimental se realizaron observaciones semanales a cada planta para determinar el momento de diferenciación de la inflorescencia. Estas observaciones se continuaron hasta el 2 de septiembre, fecha en que casi la totalidad de plantas tratadas habían producido su flor. Cuando se formó el fruto se puso una etiqueta con la descripción de la planta a cada pequeño fruto, con lo que se facilitó la toma de datos de cada planta, así como su localización dentro del ensayo. Los últimos frutos fueron cosechados en el mes

de enero de 1982.

A las diferentes variables se les efectuó un análisis de varianza individual. Para corregir cualquier variación por efecto de diferencias en altura y número de hojas de las plantas de las parcelas, así como por no haberse cosechado el mismo número de frutos por unidad experimental, se realizó análisis de covarianza, entre la covariable peso del fruto y las covariables altura y número de hojas por planta. Para medir el efecto del desarrollo de la planta sobre el peso del fruto, se hizo un análisis de regresión, con lo cual se cuantificó en qué grado el peso del fruto depende de la altura y el número de hojas de la planta que lo produce.

6. RESULTADOS.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las plantas tratadas con 3 diferentes dosis de ethephon, no demostraron diferencia significativa entre si, en cuanto a los días a floración desde la aplicación del producto. (cuadro 1).

CUADRO 1

Análisis de varianza del efecto de tres diferentes dosis de ethephon sobre los días a floración de piña. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 5o/o
Tratamientos	2	62.53	31.26	4.40*	4.10
Bloques	5	350.93	70.19	9.88**	3.33
Error	10	71.03			
Total	17	484.49			

Efectuado el análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo al aplicarles la prueba de Tuckey, no existió ninguna diferencia significativa entre las medias, por lo tanto los 3 tratamientos se comportaron en forma similar.

En el cuadro 2 se pueden apreciar los promedios del tiempo que se llevaron los distintos tratamientos para florecer, exceptuando el testigo que no floró sino hasta los últimos meses del año.

CUADRO 2

Variación del promedio de días a floración en piña para cada tratamiento. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

Tratamiento	Promedio días a floración
0.50 ml/litro	53
1.25 ml/litro	53
2.00 ml/litro	57
Testigo	—

Estos resultados nos muestran la eficacia del regulador de crecimiento ethephon en la inducción de la floración en piña. En este caso no existió diferencia en cuanto a porcentaje de floración entre los distintos tratamientos, salvo el testigo que se manifestó casi nulo frente a las tres dosis de ethephon evaluadas tal como puede observarse en el cuadro 3.

CUADRO 3

Variación del porcentaje de floración en piña para cada tratamiento. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

Tratamiento	Porcentaje de floración
0.50 ml/litro	100.00o/o
1.25 ml/litro	97.50o/o
2.00 ml/litro	98.33o/o
Testigo	1.66o/o

Al observar las medias del cuadro 3 se detecta fácilmente que no existe diferencia entre las tres dosis probadas, pero sí puede observarse la existencia de dos grupos bien diferenciados: El primer grupo constituido por las plantas tratadas y el segundo grupo constituido por las plantas no tratadas o testigos; entre los que si existe

una diferencia altamente significativa. Evidentemente el ethephon si tuvo efecto en la inducción de la floración.

La cosecha del experimento se llevó a cabo durante el mes de diciembre, pero los tratamientos no mostraron ninguna diferencia según lo muestra el análisis de varianza del cuadro 4.

CUADRO 4

Análisis de varianza del efecto de tres diferente dosis de ethephon sobre los días a la cosecha. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 5o/o
				Ns	
Tratamientos	2	6.74	3.37	0.45	4.10
Bloques	5	146.76	29.35	3.92*	3.33
Error	10	74.89	7.49		
Total	17	228.39			

Al analizar las medias de las plantas tratadas es evidente que la mayor diferencia entre tratamientos es de un día, cosa que desde el punto de vista práctico no tiene ninguna importancia (cuadro 5). No obstante si interesa hacer resaltar que transcurrieron entre 174 y 175 días (más o menos 6 meses) como promedio desde el momento de la aplicación del producto hasta la cosecha del cultivo.

CUADRO 5

Variación promedio de los días a la cosecha para cada tratamiento. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

Tratamiento	Promedio días a la cosecha
0.50 ml/litro	174
1.25 ml/litro	174
2.00 ml/litro	175

Al efectuar el análisis de varianza (cuadro 6) para detectar el efecto de los tratamientos sobre el peso del fruto, ésta demuestra que el ethephon en ninguna de las tres dosis evaluadas ejerció efecto sobre el peso del fruto.

CUADRO 6

Análisis de varianza del efecto de tres diferentes dosis de ethephon sobre el peso del fruto. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 5o/o
Tratamientos	2	232546.83	116323.42	1.83 NS	4.10
Bloques	5	2639155.06	527831.01	8.29**	3.33
Error	10	666881.76	63688.18		
Total	17	3508683.65			

Los pesos obtenidos fueron variados pero el promedio por tratamiento no mostró ninguna diferencia estadística y solo se aprecia diferencia aparente entre tratamientos, tal como lo muestran las medias del cuadro 7.

CUADRO 7

*Variación del peso del fruto para cada tratamiento en promedio.
Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.*

Tratamiento	Promedio peso de frutos
0.50 ml/litro	2,1196.9 gramos
1.25 ml/litro	2,066.1 gramos
2.00 ml/litro	2,341.9 gramos

Los datos obtenidos en cuanto a la altura de planta y el número de hojas por planta fueron diferentes en cada unidad experimental, por lo que se tomaron como covariables. Para corregir cualquier efecto de éstas sobre los tratamientos, principalmente en el peso del fruto, se realizaron ANDEVAS individuales de la altura de planta y número de hojas en los diferentes tratamientos.

En ningún caso hubo significancia estadística. Sin embargo, para confirmar la no influencia de las covariables sobre el efecto que pudieran tener los tratamientos sobre el peso del fruto se realizó un análisis de covarianza entre el peso del fruto y el número de hojas, resultando no significativo por lo que en el presente trabajo no se incluirá el número de hojas como covariable.

En el segundo caso, o sea el ANCOVA altura de la planta sobre el peso del fruto, también mostró iguales resultados.

El cuadro 8 nos muestra los promedios de las variables, altura de planta y número de hojas por planta, de cada parcela experimental, a los cuales se les realizó un análisis de regresión múltiple, para cuantificar el grado de dependencia de la variable PESO DEL FRUTO, de las variables que determinan el desarrollo vegetativo de la planta, Altura y número de hojas por planta.

CUADRO 8

Promedio de altura de planta en cms., número de hojas y peso del fruto en gramos. Guanagazapa, Escuintla. Guatemala, 1981.

X_1	X_2	Y
74.05	22.80	1657.05
82.20	28.75	2225.95
86.30	36.40	3097.15
80.10	28.65	2102.60
83.75	34.90	2456.00
73.45	28.10	1642.70
68.50	22.90	1500.95
75.18	30.53	1907.59
83.40	33.60	2885.50
75.75	28.00	2038.55
82.00	32.40	2259.95
76.45	25.19	1786.00
88.40	26.35	2147.58
80.20	33.50	2540.08
79.11	34.95	2447.58
80.63	27.05	2362.37
91.50	34.40	2804.75
77.25	24.00	1746.30

Al efectuar el análisis de regresión nos arrojó un coeficiente de correlación $r = 0.927$, bastante cercano a 1, lo que nos indica una relación muy estrecha entre las variables.

La línea de regresión está descrita por una ecuación de tendencia positiva, donde:

$$y = -2408.1713 \text{ mas } 35.2987 X_1 \text{ mas } 60.4515 X_2$$

Con ésta ecuación podemos determinar el desarrollo promedio, en altura de planta y número de hojas, que debe tener la planta en el

momento de ser inducida para que nos produzca un peso determinado de fruto.

7. DISCUSION.

El efecto de ethephon sobre el proceso de inducción floral en piña es claramente visible, pues aunque no se detectó diferencia significativa marcada entre las diferentes dosificaciones de ethephon utilizadas, si demostraron eficiencia las 3 dosis evaluadas sobre el testigo que no manifestó ninguna alteración en el comportamiento de la planta. En lo que respecta a los días a floración, después del tratamiento, las dosis evaluadas muestran resultados similares, únicamente existe diferencia promedio de 4 días entre el tratamiento A que floró a los 53 días y el C que floró a los 57 días. En Hawai el período de diferenciación, hasta que la inflorescencia se hace visible está alrededor de los 60 días (4); en el presente trabajo el período de diferenciación por aplicación de ethephon está entre los 53 y 57 días. Se pudieron observar casos excepcionales, no influyentes en el promedio, tales como un mínimo de 21 días en el apareamiento de la inflorescencia y un máximo de 70 días para el mismo proceso fisiológico. Es de hacer notar que las plantas que tardaron menos días en hacer visible su inflorescencia, fueron mas tardías en la formación del fruto; mientras que por el contrario, plantas que florecieron relativamente mas tarde, formaron su fruto en menos tiempo, por lo que el ciclo total de formación del fruto en las plantas no mostró gran diferencia. Esto posiblemente debido a los diferentes estados de madurez fisiológica de las plantas tratadas.

También es importante indicar que las plantas testigo, a las cuales no se les hizo ninguna aplicación, hicieron visible su inflorescencia, durante el mes de noviembre y diciembre, 5 a 6 meses más tarde que las plantas tratadas.

La eficiencia del producto para inducir flor se puede apreciar en el cuadro 3, que nos muestra los porcentajes de floración promedio de los diferentes tratamientos. Este comportamiento es similar para las 3 dosis, sin embargo existe gran diferencia entre las dosis de ethephon evaluadas con respecto al testigo con 1.66o/o de floración contra el 98o/o de inducción floral en el tratamiento B y C y el 100o/o en el

tratamiento A. Las condiciones climáticas de la zona, en el momento de la aplicación, días lluviosos, largos y calurosos; noches cortas con altas temperaturas, no son las condiciones óptimas que requiere la planta para inducir flor en forma natural; de acuerdo a ello era de esperarse que el testigo tuviera bajo porcentaje de floración. Los días a la cosecha, o sea el tiempo que transcurrió desde la aplicación del producto hasta el corte del fruto maduro, tampoco fué afectada por el producto en ninguna de las 3 dosis evaluadas. El tiempo promedio a la cosecha estuvo entre los 174 y 175 días, una diferencia poco apreciable, aunque hubo excepciones, pues la planta más rápida fué cosecha en 157 días y la más tardía en 188 días. En el momento de la cosecha todos los frutos fueron observados detenidamente, no encontrándose malformaciones o cambios en el sabor por efecto de la aplicación del producto. El peso del fruto, como se observa en el cuadro 6, tampoco fue afectado por ninguna de las 3 dosis. Al realizar el análisis de varianza no existieron diferencias significativas. Esto demuestra que el efecto liberador del ethephon a etileno, no puede considerarse residual pues el etileno es volátil y no afecta a la planta más que en el momento de su aplicación.

En el presente trabajo se usaron parcelas diferentes en cuanto a desarrollo de planta, por lo que para corregir cualquier alteración en el resultado provocado por esta variación se efectuó el análisis de covarianza entre el número de hojas, altura de planta y el peso del fruto; sin embargo dichos análisis demuestran que tanto el número de hojas como la altura de planta no influyeron en el efecto que pudieron causar las aplicaciones de los tratamientos en la planta.

Lo anterior indica que el peso del fruto estuvo afectado únicamente por el desarrollo de la planta, y se confirma con el análisis de regresión realizado a los promedios de las parcelas, que nos cuantifica la correlación que existe entre el peso del fruto, la altura de planta y número de hojas por planta. El coeficiente de correlación de $r = 0.97$ nos indica una dependencia bastante estrecha entre el peso del fruto y el desarrollo de la planta. El análisis de regresión cuantifica la correlación existente mediante la ecuación siguiente:

$$Y = -2408.1713 \text{ más } 35.2987 X_1 \text{ más } 60.4515 X_2$$

Donde: Y = Peso del fruto en gramos

X_1 = Altura de la planta en cms.

X_2 = Número de hojas por planta

La ecuación muestra una tendencia positiva, lo cual indica que el peso del fruto va a ser mayor cuanto mayor sean el número de hojas y la altura de la planta. Se nota también que el número de hojas afecta en mayor proporción al peso del fruto que la altura de planta. La proporción en que afecta la ganancia de una hoja al peso del fruto es casi el 100o/o más de lo que puede afectarlo la ganancia de 1 cm. de altura en el desarrollo vegetativo de la planta.

Al realizar el análisis de regresión para cada una de las variables individualmente, el coeficiente de correlación baja considerablemente, por lo que no se pueden tomar las variables independientemente para cuantificar el peso promedio aproximado del fruto.

8. CONCLUSIONES:

1. *El ethephon induce la floración en piña, en época que el cultivo se encuentra imposibilitado de producirla normalmente.*
2. *Las tres dosis de ethephon evaluadas muestran el mismo efecto respecto a días a la floración, días a la cosecha y peso de fruto.*
3. *En la zona de Guanagazapa Escuintla, durante los meses de junio, julio y agosto, no se produce inducción de flor naturalmente.*
4. *El peso del fruto está relacionado directamente con el desarrollo vegetativo de la planta en el momento de ser inducida a producir flor.*
5. *No hubo ningún deterioro o malformación de los frutos, por la aplicación del producto evaluado.*

9. SUGERENCIAS:

1. *Aplicar de 0.5 a 2.00 ml/litro de ethephon durante los meses de mayo y junio, época en que las plantas de piña no pueden inducir naturalmente su floración para obtener fruto durante octubre, noviembre y diciembre.*
2. *Evitar la aplicación de fertilizantes nitrogenados como mínimo dos meses antes de llevar a cabo la inducción de la floración de la piña.*
3. *Realizar estudios que conduzcan a establecer, prácticas de cultivo (siembra, fertilización, limpias), mediante las cuales se logre el desarrollo vegetativo deseado de la planta a ser inducida en el menor tiempo posible.*
4. *Continuar las investigaciones de inducción artificial de la floración en piña, que conduzcan a encontrar el desarrollo de planta más adecuado para producir el fruto del peso deseado; tomando como base el presente trabajo.*

10. BIBLIOGRAFIA:

1. AGUIRRE C, C. H. Ethrel, regulador del crecimiento. *Agro-nomía (Guatemala)* 12: 33-35. 1978.
2. ALVIM. de T. P. and KOZLOWSKI, T. T. *Ecophysiology of tropical crops*. New York, Academic Press. 1977. p 139- 140.
3. BURG, S. P. and BURG, E. A. Auxin-induced ethylene formation: Its relation to flowering in pineapple. *Science* 152: 1269. 1966.
4. CLARK, H. E. and KERNS. K. R. Control of flowering with phytohormones. *Science* 95: 536. 1942.
5. COOKE, A. R. and RANDALL, D. L. 2-Haloethanophosphonic acids as ethylene releasing agents for the induction of flowering in pineapples. *Nature* 218: 974 - 975. 1968.
6. CRUZ, J. R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1973. 83 pp.
7. Guatemala. BANCO DE GUATEMALA. Estudio de prefactibilidad para desarrollar en forma cooperativa el cultivo y enlatado de la piña en Guatemala. Guatemala, 1975. 85pp.
8. INSTITUTO CENTRAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. Guía para exportación de productos agrícolas no tradicionales. Piña. Guatemala, 1976. 57 pp.
9. OVERBEEK, J. VAN. Flower formation in the pineapple plant as controlled by 2-4-D and Naphthaleneacetic acid.

Science 102: 621. 1945.

10. PY, C. *La piña tropical*. Barcelona, Blume, 1969. 278 pp.
11. SIMONS, C., TARAMO, J. M. y PINTO, J. H. *Estudio de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp 297-328.
12. TOBAR P, L. A. *Evaluación de la absorción de N.P.K. y sus efectos en la sintomatología de deficiencias en el cultivo de la piña (Ananas comosus Merr.) en la localidad de Mazatenango*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 111 pp.
13. WEVER, R. J. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México, Trillas. 1976. 622 pp.

Vo. Bo.

Lic. Olga Ramírez

**Jefe Centro de Documentación é
Información Agrícola**

APENDICE

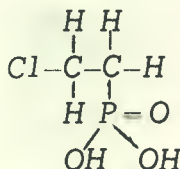
APENDICE I

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL EVALUADO

Nombre: *Ehephon, Ethrel*
acido 2- Haloethanophosfónico

Fórmula química empírica: $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{PO}_3\text{H}_2$

Fórmula estructural:



Tipo: *Regulador de crecimiento clasificado como inhibidor de crecimiento y liberador de etileno.*

Presentación: *Líquido, cristalino y completamente soluble en agua. Se suministra en galones (3.78 lts.) con 480 gr/ de ingrediente activo por litro.*

Origen: *(AMCHEN)*

APENDICE II

COSTO DE PRODUCCION POR Ha.

Cultivo: Piña

Variedad: Cayenne lisa

Finca El Caney, Guanagazapa, Escuintla. 1981

I. COSTOS DIRECTOS:

1.	Renta de la tierra.	Q 336.00	
2.	Preparación de la tierra.	60.00	
3.	Siembra.	235.00	
4.	Cuidados culturales:		
4.1	Limpías.	212.80	
4.2	Control de plagas.	105.00	
4.3	Control de enfermedades.	20.00	
4.4	Fertilización.	80.00	
4.5	Inducción de floración.	128.00	
4.6	Riego.	75.00	
5.	Cosecha.	200.00	
6.	Insumos:		
6.1	Semilla.	400.00	
6.2	Insecticidas.	134.50	
6.3	Herbicidas.	80.00	
6.4	Fungicidas.	258.00	
6.5	Fertilizante.	400.00	
6.6	Regulador de crecimiento.	79.26	
6.7	Diesel y lubricantes.	250.00	Q 3453.56

II. COSTOS INDIRECTOS:

Administración, prestaciones,
ciación de maquinaria y equipo. Q 673.41

COSTO TOTAL Q 4126.97

APENDICE III

ANALISIS ECONOMICO

- densidad de población: 20,000 plantas/Ha
- precio de 1 galón de Ethrel: Q.150.00
- 1 jornal Q.3.20: 500 plantas.

Costo por Ha. de la actividad:

dosis	costo/Ha.
A	Q.148.00
B	Q.177.60
C	Q.223.20

Precios época de cosecha común:

Tamaño	docena	unidad
Super	Q6.00	Q0.50
Primera	5.00	0.42
Segunda	4.00	0.33
Tercera y cuarta	1.00	0.08

Precio promedio por unidad: Q.0.33

Precios época de escasez:

Tamaño	docena	unidad
Super	Q12.00	Q1.00
Primera	8.00	0.67
Segunda	6.00	0.50
Tercera y cuarta	4.00	0.33

Precio promedio por unidad: Q.0.63

COMPARACION POR Ha.

Sin Aplicación:

Producción	Precio promedio por unidad	Ing. bruto Ha.	Costo
20,000 piñas	Q.0.33	Q6,600.00	0

Ingreso bruto por Ha: Q6,600.00

Aplicando E thephon:

Producción	Precio promedio por unidad	Ing. bruto Ha.	Costo de la aplicación.
20,000 piñas	Q.063	Q12,600.00	Q223.20

Ingreso: Q12,600.00 menos Q223.20 = Q12,376.80

Utilidad por concepto de aplicación: Q12,376.80 - Q6,600 = Q5,776.80

" " " " "
Q5,776.80

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertura Postal No. 1045

GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA

Referencia
Remite

" I M P R I M A S E "

Dr. Antonio A. Sandoval S.
DECANO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis