# INFLUENCIA DE LA MEZCLA DEL ETHREL CON UREA Y CARBONATO DE SODIO EN LA FLORACION, CALIDAD DEL FRUTO Y PRODUCCION DE HIJOS EN LA PIÑA (Ananas comosus L.Merr) Var. ESPAÑOLA ROJA

R. IGLESIAS

INSTITUTO DE CIENCIA AGRICOLA
GAVETA POSTAL Nº 1,
SAN JOSE DE LAS LAJAS, LA HABANA

Se estudió la influencia de varias mezclas de Ethrel (10, 25, 40 ppm) y urea (1, 2, 4%) con el pH regulado a 8,6 con carbonato de sodio, Ethrel a 480 ppm, carburo de calcio sólido y solución saturada de acetileno, sobre la inducción de la floración, calidad del fruto y producción de hijos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 4 réplicas. Los tratamientos carburo de calcio sólido y solución saturada de acetileno se usaron como control. Las mezclas utilizadas produjeron la inducción de la floración en las plantas tratadas y no afectaron la calidad del fruto, ni la producción de hijos.

Se destacaron las mezclas de 10, 25 y 40 ppm de Ethrel combinadas con urea al 4%, así como el Ethrel solo, el carburo de calcio sólido y la solución de acetileno que produjeron altos por cientos de floración, difiriendo significativamente ($P < 0,05$) del resto de los tratamientos. La concentración alta de nitrógeno favoreció la respuesta a la floración en las plantas del ensayo con bajo contenido de N% en la hoja "D"

El tratamiento con Ethrel solo, afectó el largo y peso de los frutos, produjo las mayores coronas del fruto y afectó la producción de hijos basales y claveles difiriendo significativamente ($P < 0,05$) del resto de los tratamientos estudiados. La alta efectividad de las mezclas en la inducción floral aumenta la eficiencia económica del Ethrel como regulador de la floración en la piña.

El uso de diferentes reguladores del crecimiento, para inducir artificialmente la floración en la piña, se remonta a los primeros trabajos realizados por Rodríguez (1932), en Puerto Rico, con etileno. Sin embargo, la evolución en el campo de los reguladores del crecimiento en los tiempos actuales, nos presenta diversos productos químicos capaces de inducir la floración de la piña con una gran eficiencia. El uso de esos diferentes inductores se ha generalizado entre los productores por las grandes ventajas que se obtienen, desde el punto de vista económico y práctico.

Entre los principales inductores de la floración en la piña se encuentra el Ethrel (ácido 2-Cloro ethil fosfórico) que al aplicarlo sobre la planta libera etileno en el interior de los tejidos vegetales, produciendo la inducción floral de la planta de piña (Cook y Randall, 1968, y Palmer, 1969).

El uso de Ethrel como inductor de la floración en la piña ha sido extensamente estudiado por diversos autores.

Citaremos entre ellos a Amchen (1970), Chacko y col. (1972), Cook y Randall (1968), Guyot y Py (1970), Ng (1967), Py y -- Guyot (1970), Randhawa y col. (1970) y We y Ng, en 1970 y -- 1971. Todos estos autores coinciden en que el Ethrel es un inductor floral efectivo en casi todas las variedades de - - piña utilizadas. Sin embargo, a las dosis recomendadas por la mayoría de los autores (entre 800 y 1200 ppm.) se les han observado diversos trastornos fisiológicos que afectan en -- algunos casos la forma del fruto (Norman, 1977), así como su calidad (González, 1976 C). Sin embargo, una de las principales dificultades que se han presentado con el Ethrel, es - la afectación que se produce sobre los hijos emitidos por la planta en prácticamente todas las concentraciones estudiadas entre 800-1200 ppm.

Amchen n.d.2 (1969) y Jingo (comunicación personal, - - 1972), citados por Bondad en 1976, sugirieron que la canti-- dad efectiva de Ethrel podía ser reducida manteniendo aún -- los efectos sobre la floración, si se añadía urea a razón de 40 lb de N/acre y 2 g de $Co_3Ca$/gal de solución de Ethrel.

Dass y col., en 1975 y 1976, obtuvieron buenos resultados utilizando la mezcla de Ethrel con urea y aumentando el pH de la solución con carbonato de calcio o carbonato de - - sodio.

Los mejores tratamientos obtenidos por ellos fueron - - urea al 2% y Ethrel a 10 y 25 ppm, en que lograron más de un 90% de floración, después de los 50 días de la aplicación en la Var. Kew.

Esta drástica reducción de las cantidades de Ethrel necesarias para lograr una buena inducción floral, disminuiría el costo de las aplicaciones en numerosas plantaciones co- - merciales y podría eliminar los riesgos de afectaciones so-- bre la planta.

La investigación que se presenta fue realizada para determinar las mejores concentraciones de Ethrel y Urea en una mezcla, con un pH de la solución constante, regulado con - - carbonato de sodio y su influencia sobre la inducción floral calidad del fruto y producción del material vegetativo en la variedad Española Roja.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en plantas de la variedad Española Roja de 12 meses de edad, con un peso promedio de la hoja D de 80 g, en la Empresa de Cultivos Varios de San Antonio, Provincia Habana, sobre un suelo ferralítico rojo compactado (Hernández y col. 1975).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 4 réplicas. Se observó, además, una parcela sin tratar, para controlar las posibles floraciones naturales. Cada parcela tenía 20 plantas como área de cálculo y se utilizaron un total de 980 plantas en el ensayo.

Los tratamientos consistieron en mezclas de Ethrel con urea en las siguientes concentraciones: Ethrel (480 g/l) a 10,25 y 40 ppm combinadas con urea (46%) al 1,2 y 4%; la totalidad de las soluciones mezcladas fueron reguladas a un pH de 8,6 con carbonato de sodio al 0,04%. Además, se utilizó Ethrel solo (480 g/l) a 480 ppm, y como control se hicieron aplicaciones de carburo de calcio sólido 1 g/planta y solución de acetileno al 0,3%; se aplicó 50 ml por planta de cada solución, con un equipo de aspersión manual.

Se realizó un arranque de las hojas "D" de cada planta de las parcelas, para determinar su peso en gramos y el contenido de los principales nutrientes en %.

La aplicación de los tratamientos se realizó el 31-3-78, entre las 7 A.M. y las 8 A.M., con una temperatura de las soluciones de 20°C. La mañana se presentó nublada con una temperatura de 24,2°C.

Las atenciones culturales se efectuaron según las Normas Técnicas del Cultivo (Min. Agricultura, 1976).

Los conteos de las plantas inducidas se realizaron a los 30 y 40 días de la aplicación de los reguladores.

Se determinó la emisión del material reproductor vegetativo de los diferentes tratamientos, así como los pesos individuales, largo y ancho de frutos con y sin corona, los análisis de frutos se realizaron de forma individual en todas las plantas de la parcela, determinándose el brix% y acidez meq/100 ml de jugo por valoración con Na OH 0.1N.

El experimento se cosechó el 5-9-78, cuando los frutos presentaron una coloración amarilla uniforme.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis de la floración

En todos los tratamientos se obtuvo una respuesta a la inducción floral a los 35 días de la aplicación de los regulados.

Los tratamientos de Ethrel solo (480 ppm), acetileno líquido, carburo de calcio sólido y las mezclas 10-4, 25-4 y 40-4 presentaron los mayores por cientos de plantas inducidas, difiriendo significativamente ($P < 0,05$) del resto de los tratamientos.

Las buenas respuestas obtenidas con acetileno líquido (100% de floración) constrastan con la respuesta de las plantas a la inducción con carburo de calcio sólido en una aplicación (88% de floración), aunque el mismo no presentó diferencias significativas con los mejores tratamientos. Se confirma lo propuesto por Aldrich en 1975, en relación con la necesidad de 2 ó 3 aplicaciones de carburo de calcio sólido en horas del día para obtener respuestas de más del 90%.

En las respuestas de inducción obtenidas con las mezclas sobresalen los tratamientos 10-4, 25-4 y 40-4. Si observamos el Gráfico 1 veremos cómo se destaca la influencia que presentaron las concentraciones crecientes de urea sobre la respuesta de la planta a la inducción floral.

Si tenemos en cuenta que el contenido de N% en la hoja "D" en los momentos de la aplicación de los inductores era bajo ($<1,2\%$), y que la urea es rápidamente absorbida por las hojas, posibilitando la entrada de otros compuestos (en este caso el Ethrel), con una gran rapidez en los tejidos de las llantas (Teiwes y Gruneberg, 1963), existe la posibilidad de plantear que las plantas absorbieron las mayores concentraciones de urea, con una mayor efectividad.

La eficiencia de la acción inductora de las mezclas de Ethrel con urea y 8,6 de la solución pudiera deberse en lo -

fundamental a la rápida penetración del Ethrel dentro del -- tejido vegetal, lo que favorece una mayor liberación de etileno por unidad de tiempo.

El Ethrel libera etileno a pH $\geqslant 3,5$ (Cook y Randall, -- 1968; Palmer et al., 1969), pero con un pH de la soluoión -- aún mayor (pH 8,6), la liberación del etileno dentro de la - planta es tan efectiva como la liberación lenta del gas - -- cuando se aplica Ethrel solo y a dosis muchos mayores (Bon-- dad, 1976).

Es conocido que el nitrógeno modifica sensiblemente el- estado fisiológico de las plantas de piña y tiene una in- - fluencia muy marcada en el éxito de la respuesta a la flora- ción con inductores (Aldrich, 1975; Py y Guyot, 1970, entre- otros). Sin embargo, el N aplicado conjuntamente con el - - Ethrel no afectó la inducción de la floración de las plantas, como puede observarse en el Gráfico 1. El hecho de que el N requiere más de 15 días después de su aplicación para modi-- ficar el estado fisiológico de las plantas y que la respues- ta de inducción floral, producto de los reguladores del cre- cimiento, necesita solamente 3 días (Gifford, 1969, Bartho-- lomew, 1977), parece ser decisivo para que no se produzcan - afectaciones negativas del N sobre la inducción floral.

Análisis de las características del fruto

De los caracteres físicos del fruto estudiado, sólo se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre el - tratamiento Ethrel solo (480 ppm) y el resto de los trata- - mientos en el largo, peso del fruto y peso de la corona. - - (Tabla 1).

Wee (1971), encontró en la var. Singapore Spanish una - notable reducción del largo del fruto. Sin embargo, no en-- contró diferencias significativas en el diámetro y peso del- fruto. González (1976 C) reportó un alto crecimiento de la corona en la variedad Española Roja, a causa de aplicaciones de Ethrel. Norman (1977) encontró deformaciones del fruto,- que afectaban su largo y diámetro en la Variedad Sugar Loaf.

La concentración de Ethrel sólo utilizada en el experi- mento fue relativamente baja comparada con las dosis aplica- das por los autores señalados. Sin embargo, se encontraron-

algunas afectaciones similares a las producidas por altas -- concentraciones de Ethrel.

Análisis de las características químicas del fruto

No se encontraron diferencias significativas entre los- distintos tratamientos y los índices químicos del fruto - -- (brix y acidez). Wee, en 1971, no encontró diferencias significativas entre el brix y la acidez, después de utilizar - diferentes concentraciones de Ethrel en la variedad Singapore Spanish. Sin embargo González, en 1976, encontró un - - aumento de la acidez en los frutos de la var. Española Roja- al aplicar Ethrel, pero a dosis mayores que las utilizadas - en la presente investigación.

Las combinaciones de Ethrel y urea con el pH regulado - por el carbonato de sodio, no influyeron en la calidad del - fruto, no obstante conocerse la influencia del N sobre el -- aumento del contenido de azúcares en el fruto de la piña. - Quizás los contenidos de N alcanzados por la planta no fue-- ron suficientes para propiciar el incremento de azúcares en- el fruto.

La relación brix/acidez se mantuvo en 1 ó sobre 1 en -- todos los tratamientos, relación que podemos considerar buena para la var. Española Roja en la época del año en que se- cosechó el experimento.

Análisis sobre la producción de hijos

En la Tabla 2 se puede observar que el tratamiento - -- Ethrel (480 ppm) presentó diferencias significativas ($p < 0,05$ y $P < 0,01$) en la producción de hijos basales y claveles, - respectivamente, con el resto de los tratamientos estudiados incluyendo el control.

La negativa influencia del Ethrel sobre la producción - de hijos por la planta de piña ha sido observada por dife- - rentes investigadores. Bondad, en 1973, obtuvo una reduc- - ción significativa del número, peso y tamaño de los hijos -- basales, al tratar las plantas con Ethrel a 1000 ppm en la - variedad Cayena Lisa; Norman, en 1977, observó afectación en la producción de hijos basales, aplicando altas concentra- - ciones de Ethrel (800-1200 ppm) en la variedad Sugar Loaf, y

González (1976) reportó afectación sobre la producción de -- hijos basales en la variedad Española Roja.

Resalta el hecho de que ninguna de las mezclas estudiadas presentaron diferencias significativas con el tratamiento control, lo que hace suponer que las dosis bajas de Ethrel utilizadas en la mezcla no produjeron un efecto secundario - de inhibición de la producción de hijos en las plantas.

CONCLUSIONES

1. Las mezclas de Ethrel y urea en las dosis probadas y con el pH regulado a 8,6 produjeron la inducción de la flo-- ración en las plantas y no afectaron la calidad del fruto, - ni la producción de hijos.

2. Las mezclas 10-4,25-4 y 40-4 fueron las más efecti-- vas para inducir la floración, en plantas con un contenido - de N de la hoja "D" $<$ 1,2%.

3. El Ethrel solo (480 ppm) afectó las características- físicas del fruto y la producción de hijos.

4. La efectividad de las mezclas de Ethrel y urea en la inducción floral, posibilita una mayor eficiencia económica- del Ethrel como regulador de la floración.

5. Se debe continuar estos trabajos utilizando plantas- con una fertilización diferenciada en N, al observarse la -- influencia de las dosis crecientes de este elemento en la -- absorción del Ethrel.

INFLUENCE OF THE MIXTURE OF ETHREL WITH UREA AND SODIUM CARBONATE UPON FLOWERING FRUIT QUALITY AND SLIP PRODUCTION OF THE PINEAPPLE (ANANAS COMOSUS L. MERR) VARIETY RED SPANISH

The influence of several mixtures of - -- (10, 25, 40 ppm) and Urea (1, 2, 4%) with pH adjusted to 8,6 using Sodium Carbonate, Ethrel at 480 ppm, Solid Calcium Carbide- and a saturated solution of Acetylene - - upon flowering induction, fruit quality - and slip production was studied. A ran--

domized block design with 12 treatments - and 4 replications was used. The treat-- ments Solid Calcium Carbide as well as -- saturated solution of Acetylene were used as control. Such mixtures caused flower- ing induction in the plants under treat-- ment and affected neither its fruit qual- ity nor its slip production. Mixtures of 10, 25 and 40 ppm of Ethrel combined with Urea at 4% as well as Ethrel alone, Sol Calcium Carbide and the solution of Acet- ylene were considered remarkable, since - they produced high percentages of flower- ing, differing in this way significantly- ($P < 0,05$) from the rest of the treat- - ments. The high concentration of nitro-- gen favoured the response of the testing- plants with low content of N% in the leaf "D" to flowering. The treatment of Ethrel alone affected fruit size and weight, - - producing the largest crowns. Besides, - it affected slip and shoot production; -- thus, differing significantly ($P < 0,05$)- from the rest of the treatments studied.- The high effectivity of the mixtures in - the flowering induction increases the - - economic efficiency of Ethrel as pineap-- ple - flowering regulator.

TABLA 1. Efecto de la mezcla de Ethrel y urea sobre las características físicas del fruto.

| Ethrel ppm<br>Urea % | 10<br>1 | 10<br>2 | 10<br>4 | 25<br>1 | 25<br>2 | 25<br>4 | 40<br>1 | 40<br>2 | 40<br>4 | 480 | Acetileno líquido | Carburo de calcio sólido | Sign. | E.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Largo (cm) | 13,4 | 13,5 | 12,7 | 13,5 | 12,4 | 12,1 | 12,4 | 12,1 | 12,6 | 10,6 | 13,1 | 12,4 | * | 0,534 |
| Diámetro (cm) | 11,5 | 11,5 | 11,3 | 11,2 | 11,6 | 10,9 | 10,9 | 10,8 | 10,4 | 10,5 | 10,1 | 10,4 | NS | - |
| Peso con corona (kg) | 1,17 | 1,20 | 1,23 | 1,15 | 1,11 | 1,14 | 1,11 | 1,12 | 1,11 | 0,92 | 1,18 | 1,16 | * | 0,447 |
| Peso de la corona (g) | 95 | 85 | 90 | 97 | 89 | 101 | 98 | 88 | 96 | 160 | 87 | 97 | * | 0,624 |

Sign $* < P$ 0,05

TABLA 2. Influencia de la mezcla del Ethrel y urea sobre la producción de hijos.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basales planta | 1,10 | 1,30 | 1,23 | 1,22 | 1,20 | 1,20 | 1,23 | 1,10 | 1,20 | 0,71 | 1,10 | 1,30 | * | 0,345 |
| Claveles planta | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,50 | 0,80 | 0,90 | ** | 0,846 |
| Criollos planta | 0,70 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 0,80 | 0,90 | 0,80 | NS | -- |

Sign. *<P 0,05

Sign. **<P 0,05

REFERENCIAS

AMCHEN, N.D.: Suggested research and adaptive field trials - with Ethrel growth regulator. Amchen Prod. Inc. - Inf. Sheet 54, p. 9, 1970.

AMCHEN: Potential uses of Ethrel in pineapples. Amchen - -- Prod. Inc. Inf. Sheet 47, 1970.

BARTOLOMEW, D.P.: Inflorescence development of pineapple - - (Ananas comosus (L)-Merr) inducced to flower with- ethephon. Bot. Gaz. 138 (3): 312 - 320, 1977.

BONDAD, N.D.: Effect of ethephon on flowering, fruting and - slip production of "Smooth Cayenne" pineapple. - - Philippine Geographical Journal, vol. XVII, N. 1:- 1-10, 1973.

BONDAD, N.D.: Response of some tropical and subtropical - -- fruits to pre and post-harvest application of - -- ethephon. Economic Botany 30: 67-80, 1976.

COOK, A.R. y D.I. RANDALL: 2- Haloethanephosphonic Acid as - ethylene- releasing agents for the induction of -- flowering in pineapples. Nature 218: 974-975,- -- 1968.

CHACKO, E.K., H.C. DASS, G.S. RANDHAWA y S.P. NEGI: Use of - growth regulators for regulation of flowering in - pineapple. Int. Symp. Sub-Trop. Trop. Hort. 3: 62- (Abstract), 1972.

DASS, H.C., G.S. RANDHAWA y S.P. NEGI: Flowering in pineap-- ple as influenced by ethephon and its oombinations with urea and Calcium Carbonate, Science Horticul- tural, vol. 3: 231-239, 1975.

DASS, H.C., G.S. RANDHAWA, H.P. SINGH y K.M. GANAPATHY: Ef-- fect of pH and urea on the efficacy of ethephon -- for induction of flowering in pineapple, Science - Horticul., 5 (3): 265 - 268, 1976.

GIFFORD, E.M.: Initiation and early development of the in-- florescence in pineapple (Annas comosus, Smooth -- Cayenne) treated with acetylene. Amer. J. Bot. -- 56: 892-897, 1969.

GONZALEZ, S., M. GARCIA, I. MARTINEZ y FONTICIELLA: Control- del ciclo de vida de la piña mediante el Ethrel. - IV Comportamiento de la var. Española Roja. Cien-- cias. Serie 10. Bot. Univ. Habana, 1976. (En - -- prensa).

GUYOT, A. y C. PHY: Controlling the flowering of pineapple - with Ethrel. A new growth regulator. Fruits 25:- 289 (Part II), 1970.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. Normas Técnicas para el cul-- tivo de la piña, La Habana, 1976.

NG, J.C.: ACP 66 - 239 as a flower inductant (Pineapple Res. Sta (Malaysia) Tech. p. 40, 1967.

NORMAN, J.C.: Chemical regulation of growth, flowering and - fruiting in Sugar Loaf pineapple. Sci. Hort. 7 - - (2): 143 - 152, 1977.

HERNANDEZ, A., O. ASCANIO, F. ORTEGA, L. AVILA, A. CARDENAS- y A. MARRERO: II Clasificación genética de los - - suelos de Cuba. Serie Suelos. N. 23, Academia - - Ciencias de Cuba, 1975.

PALMER, R.L., H.Z. HIELD y L.N. LEWIS: Citrus leaf and fruit abscission. Proc. Int. Citrus Symp. 1 (3): 1135- - 1146, 1969.

PY, C. y A. GUYOT: Controlling the flowering of pineapple -- with Ethrel. A new growth regulator. Fruits 25: 303 (Part I), 1970.

RANDHAWA, G.S., H.C. DASS y E.K. CHACKO: Effects of Ethrel,- NAA and NAD on the induction of flowering in pine- apple (Ananas comosus L.) Curr. Sci. 39:530-531, - 1970.

RODRIGUEZ, A.G.: Influence of smoke and ethylene on the - -- flowering of the pineapple (Ananas sativus Shult)- Jour. Dept Agr., Puerto Rico 26: 5-18, 1932.

TEIWES G. y F. GRUNEBERG: Science and practice of manuring - pineapples Green Bul. 3: 1-64, 1963.

W.W. Aldrich y H.Y NAKASONE: Day versus night application of Calcium Carbide for flower induction in pineapple. J. Amer. Soc. Hort. Sci 100 (4): 410-413, 1975.

WEE, Y.C. y J.C. NG: The effects of Ethrel on the Singapore- pineapple Malays Pineapples 1: 5-10, 1971.

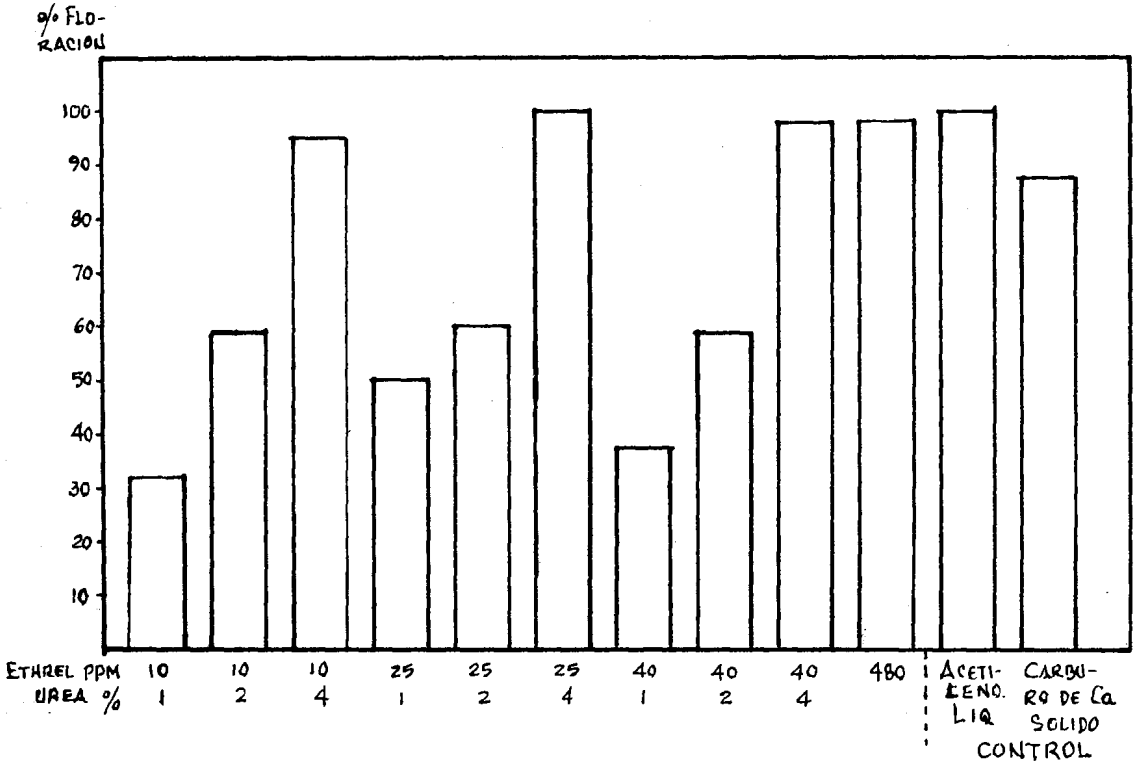


**FIGURA 1. Influencia de las mezclas de Ethrel y urea sobre la floración.**