

EFFECTO DE CUATRO REGULADORES DE CRECIMIENTO EN MEZCLA CON NITROGENO Y CARBONATO DE CALCIO SOBRE LA PRODUCCION Y RENTABILIDAD DE LA PISA (Ananas comosus L. Merr) EN ALAJUELA. COSTA RICA.

Nelson Herrera Villalobos
Walter R. González Mora **
Ramón L. Hernández López **

ABSTRACT

EFFECT OF FOUR GROWTH REGULATORS MIXED WITH NITROGEN AND CALCIUM CARBONATE ON PRODUCTION AND PROFITABILITY OF PINEAPPLE (Ananas comosus L. Merr) IN ALAJUELA, COSTA RICA.

An assay was conducted to study the effect of four growth regulators, a physiologic activator and a neutralizing agent on the growth, blooming and profitability of the pineapple (Ananas comosus L. Merr), Monte Lirio cultivar. The trial was conducted from June 24 th through December 14 th, 1986 in Jesus Maria de San Mateo, Alajuela-Costa Rica.

The treatments resulted from the factorial combination of the growth regulators, the physiologic activator (nitrogen at the rate of 0.64 g/plant) and the neutralizing agent (calcium carbonate at the rate of 32.2 mg/plant). The growth regulators used were: naphthaleneacetic acid (NAA), 2,4 dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D), 2-chlorethylphosphonic acid (Ethephon) and calcium carbide at the rates of 0.041 mg/plant, 0.70 mg/plant, 0.020 mg/plant and 0.46 g/plant, respectively.

The 2,4-D induced a lesser blooming when it was mixed with nitrogen and calcium carbonate, although there was no difference with NAA, Ethephon and calcium carbide. The 2,4-D when mixed with nitrogen and calcium carbonate affected negatively its blooming.

The calcium carbide produced the largest number of fruits. The nitrogen and 2,4-D increased the fruit size, but reduced the number of the B grade fruits. The mixture of Ethephon, 2,4-D or NAA with nitrogen affected negatively the total number of fruits, but the calcium carbonate did not produced that effect. The mixing of nitrogen and calcium carbonate enhanced the production of injured fruits of the A and A+B grades. The 2,4-D produced the largest amount of juice.

The mixture of nitrogen with calcium carbonate increased the Brix degrees and the Index Brix degrees/acidity of the fruit juice, with respect to Ethephon. The 2,4-D and calcium carbonate produced the largest number of off-shaped fruits and Ethephon the smallest number.

* Extracto de la tesis Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Sede Occidente, Recinto Universitario de Grecia, Universidad de Costa Rica.

** Ing. Agr. Programa de Investigación en Economía Agrícola y Programa de Frutales Tropicales respectivamente, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Apartado 183-4050 Alajuela, Costa Rica.

The treatment that produced the highest profitability at the wholesale market was the application of calcium carbide with nitrogen and calcium carbonate; while at the processing plant level, the most profitable treatment was Ethepon with nitrogen and calcium carbonate.

INTRODUCCION

La piña (Ananas comosus L. Merr) presenta una excelente adaptación a varias zonas de Costa Rica. En 1986, el volumen de comercialización en el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA) fue de 3270, 1511 y 791 toneladas de piña de primera, segunda y tercera calidad respectivamente, que equivale a 13,4, 0,86, y 52,72 millones de piñas y a 52,63 millones de colones. Es muy apetecida principalmente en los países desarrollados, donde la consumen fresca e industrializada.

El control del número de cosechas, del abastecimiento de la planta de procesamiento y de la saturación en el mercado se puede realizar con la inducción de la floración mediante la aplicación de sustancias hormonales agroquímicas que permiten que los frutos maduren homogéneamente. Algunas prácticas culturales como aspersiones en el combate de plagas y enfermedades pueden distribuirse en el tiempo, para facilitar la labor en el campo y el rendimiento es mayor, debido a que muchas plantas no producen cuando no reciben la aplicación de tales sustancias. No obstante, no se conoce la acción de algunos reguladores de crecimiento, de uso frecuente, bajo las condiciones de clima de la zona de estudio, algunos no se ofrecen regularmente en el mercado y otros son costosos.

Los factores endógenos y exógenos de las plantas como el genotipo, las sustancias vegetales (giberelinas, auxinas y citocininas), bajas temperaturas (vernalización), márgenes específicos de iluminación (fotoperiodismo), la estimulación de crecimiento mediante la poda de brotes y la aplicación de sustancias químicas sintéticas comunmente llamadas reguladores de crecimiento influyen en la iniciación floral (Weaver, 1980).

El etefón es una sustancia que al aplicarse en los tejidos vegetales se descompone y libera etileno cerca del sitio de acción (Cooke; Rodall, 1968; Norman; et al 1977). Se ha encontrado que si se aumenta el PH hasta 8,6, la liberación de etileno dentro de la planta es tan efectiva, como la liberación lenta del gas, cuando se aplica etefón solo y a dosis mucho mayores (Cooke; Rodall, 1968).

La mezcla de etefón a dosis crecientes de nitrógeno, a

un pH de 8,6 regulado con la adición de carbonato de sodio produjo frutos de mayor longitud y peso, mayor número de hijos aéreos y basales, coronas de menor tamaño (Iglesias, 1979) y un aumento significativo en la floración (Domingo; Reinharot, 1982). El nitrógeno es rápidamente absorbido por las hojas, lo que aumenta la penetración del etefón y libera mayor cantidad de etileno por unidad de tiempo (Bondad, 1976; Das; et al 1975; Domingo; Reinharot, 1982; Iglesias, 1979). Se puede mantener la efectividad del etefón sobre la floración si se añade nitrógeno y carbonato de calcio (Bondad, 1976). También se han obtenido altos porcentajes de floración con la aplicación adicional de carbonato de calcio (Aldrich; Nakasone, 1975; Norman, 1977).

La acción de otros productos como el ácido naftalen-acético (ANA) promueve la formación de etileno después del sétimo día de aplicado (Burg; Berg, 1966). El 2,4-D estimula la floración de la piña (Bidwell, 1979; Pérez, 1949; Weaver, 1980), lo que se debe a su composición auxínica, que hace aumentar la cantidad de esta hormona en el meristemo terminal del tallo e induce a la floración de la planta (Bidwell, 1979); no obstante, puede causar deformaciones como retorcimiento de los tallos y peciolas (National Academy of Sciencies, 1980), quemaduras en las hojas y frutas de menor tamaño (Chandler, 1985).

Un método fácil de inducir floración en piña consiste en dejar caer un gramo de carburo de calcio en el meristemo del tallo de cada planta, lo cual libera gas acetileno al reaccionar el carburo con el agua de lluvia (Weaver, 1980). Su aplicación ha provocado mejor calidad del fruto a las 18 y 19 semanas después de la brotación de la cabeza de la infrutescencia, con mayor total de sólidos solubles, acidez cerca de 0,3 % y pH del jugo de 3,3 a 3,5 (Norman; et al 1980).

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de cuatro reguladores de crecimiento en mezcla con el nitrógeno y carbonato de calcio sobre el crecimiento, floración, producción, calidad y rentabilidad de la piña en San Mateo, Alajuela.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó del 24 de junio al 14 de diciembre de 1986, en Jesús María de San Mateo, Alajuela, ubicado a 9º 56 latitud norte y 84º 31 longitud oeste, a una altitud de 254 m. Durante ese periodo las condiciones de clima en la zona de estudio se caracterizaron por tener precipitación baja en julio y diciembre (51,8 y 40,1 mm, respectivamente); mientras que en los otros meses varió entre 103,2 (Nov.) y 266,1 mm (Oct.). La temperatura, la

humedad relativa y el brillo solar fueron estables: 27,16°C, 84,43% y 5,83 h, respectivamente.

El suelo experimental fue de textura areno-arcillosa, cuyo contenido de nutrimentos fue el siguiente: de Al, Ca, Mg y K, 1,0; 3,0; 0,30 y 0,23 meq/100 ml de suelo, respectivamente; de P, Zn, Mn, Cu y Fe, 29; 1,6; 10; 55 y 55 meq/ml de suelo, respectivamente y pH de 5,3.

El estado nutricional de las plantas sembradas de piña a los 16 meses de edad fue el siguiente: de N, P, K, Ca y Mg, 1,01; 0,13; 3,48; 0,81 y 0,45 %, respectivamente; de Cu, Zn, Mn, y Fe, 9; 40; 44 y 42 ppm, respectivamente.

Se utilizó como material de siembra hijos provenientes de una plantación de 16 meses de edad, del cultivar 'Monte Lirio'. El terreno se preparó con una arada, una rastreada y un emparejamiento superficial del suelo. La siembra se realizó el 20 de mayo de 1985.

Se fertilizó a los dos meses de la siembra con 36, 72 y 36 Kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, con base en la fórmula comercial 12-24-12. También se aplicó clorpirifos (Lorsban 10% G), en proporción de 0,7 Kg/ha, para combatir plagas de suelo. La semilla se trató con captafol (Difolatán) y benomil (Benlate), a razón de 0,80 y 0,75 g/l de agua, respectivamente.

Se realizaron tres aplicaciones adicionales de fertilizante aplicado en las axilas de las hojas inferiores de la planta a razón de 60, 6 y 60 Kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente con la fórmula comercial 20-3-20, distribuidas en los primeros 15 meses de la siembra. También se efectuaron tres aplicaciones de fertilizante foliar (N, Bo, Zn) a los cuatro, ocho y catorce meses después de la siembra, a razón de 6,9; 1,7 y 1,3 g/l de agua, cuyas fuentes fueron Urea, Poliboro y NuZ, respectivamente.

Para el combate de enfermedades, se aplicaron tres aspersiones con fungicidas: clorotalonil (Daconil), ferban (Fermate), en dosis de 0,94 y 1,31 g/l de agua, respectivamente a las cuatro, cinco y seis semanas después de la floración.

Las malezas se combatieron con la aplicación de diurón (Karmex) en dosis de 1,6 Kg de i.a./ha.

Se usó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial $4 \times 2 \times 2$ y tres repeticiones. La unidad experimental consistió de cuatro surcos de 2,4 m de largo, espaciados a 0,6 m con una área total y útil de 7,2 y 6,3 m² (28 plantas), respectivamente; la distancia entre plantas fue de 0,3 m.

Los tratamientos correspondieron a la combinación factorial de los reguladores de crecimiento, activador fisiológico (sin o con N, en dosis de 0,46 g/planta) y agente neutralizante (sin o con carbonato de calcio en dosis de 32,2 mg/planta). Los reguladores de crecimiento fueron: ácido naftalen-acético (ANA), ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido 2 cloroetilfosfónico (Etefón) y carburo de calcio, en dosis de 0,041 mg/planta, 0,70 mg/planta, 0,020 mg/planta y 0,46 g/planta, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Código y descripción de los tratamientos aplicados a la piña para inducir a floración. San Mateo, Alajuela. 1986.

Código	Tratamiento		
	Regulador de crecimiento	Activador fisiológico	Agente neutralizante
1 1 1	ANA	con N	con Ca CO ₃
1 1 2	ANA	con N	sin Ca CO ₃
1 2 1	ANA	sin N	con Ca CO ₃
1 2 2	ANA	sin N	sin Ca CO ₃
2 1 1	2,4-D	con N	con Ca CO ₃
2 1 2	2,4-D	con N	sin Ca CO ₃
2 2 1	2,4-D	sin N	con Ca CO ₃
2 2 2	2,4-D	sin N	sin Ca CO ₃
3 1 1	Etefón	con N	con Ca CO ₃
3 1 2	Etefón	con N	sin Ca CO ₃
3 2 1	Etefón	sin N	con Ca CO ₃
3 2 2	Etefón	sin N	sin Ca CO ₃
4 1 1	Carburo de Calcio	con N	con Ca CO ₃
4 1 2	Carburo de Calcio	con N	sin Ca CO ₃
4 2 1	Carburo de Calcio	sin N	con Ca CO ₃
4 2 2	Carburo de Calcio	sin N	sin Ca CO ₃

Se utilizó como fuente de ANA, 2,4-D, Etefón y Carburo de calcio los productos comerciales Phymone (18,2% i.a.), 2,4-D (720 g i.a./l), Ethrel (480 g i.a./l) y Carburo (100% i. a.), respectivamente. La fuente de nitrógeno fue urea (46% N) y de Carbonato de calcio (carbonato 100%). La aplicación de los tratamientos se realizó el 24 de junio de 1986, al depositarse 50 cc de solución del regulador de crecimiento en agua de acuerdo a su dosis, en el cogollo de la planta.

Se evaluó: a) porcentaje de floración por semana durante ese periodo; b) variables de crecimiento: altura de planta, diámetro de la fruta; altura, diámetro y peso del pedúnculo interno de la fruta, peso de la cáscara, número de hijos basales y aéreos, días a maduración; c) variables de producción: número total de infrutescencias de clase A (fruto normalmente desarrollado, limpio, sin materias extrañas ni manchas, peso mayor que 2 kg), B (fruto de

iguales condiciones a la clase A, pero con peso entre 1,5 y 2 kg; peso promedio de 1,69 kg), A y B, dañadas y sanas por parcela, peso promedio de la infrutescencia y cantidad de jugo por fruta; d) variables de calidad: grados brix, acidez del jugo, índice de grados brix/porcentaje de acidez del jugo y porcentaje de infrutescencias deformes, con base en una muestra de cuatro plantas y e) variables económicas: ingreso total, costo variable y margen bruto.

El análisis estadístico consistió de un análisis de variancia para cada variable, excepto las económicas, previa transformación de datos cuando se consideró necesario y aplicación de prueba de Duncan o Tukey 5%. También se realizó análisis de correlación lineal de variables de crecimiento respecto a la floración, a las de producción y calidad; variables de producción respecto a las de calidad; y variables de crecimiento entre sí.

Para el análisis económico se incluyeron dos alternativas de venta: a) en el mercado mayorista y b) en la planta procesadora de jugo. En la primera, los ingresos se determinaron con base en la producción por categoría y sus respectivos precios en el mercado mayorista (Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos) en el período de cosecha (Clase A, fruta sana, \$ 27/u; Clase A, dañada, \$ 10/u; Clase B, sana, \$ 15/u; Clase B, dañada, \$ 5/u). Además, se incluyó en los ingresos, la venta de los hijos basales como unidades de propagación a un precio de dos colones por unidad, en la zona de estudio. Para la segunda alternativa, se propuso la venta en la planta empacadora de la Empresa El Fruta, ubicada en la misma zona de producción, la que recibía toda la producción sin importar daños que daban mala apariencia (lesiones leves) a un precio de ocho colones por kilogramo de fruta. Se utilizó para el análisis el método de presupuesto parcial descrito por Perrin et al 1979.

RESULTADOS

FLORACION

La adición de nitrógeno en la solución con 2,4-D indujo menor floración; con ANA y etefón no hubo efecto y con carburo de Calcio se obtuvo mayor floración (Cuadro 2).

El etefón y carburo de calcio fueron los mejores en inducir floración y además, los que la provocaron en menor tiempo (Cuadro 3).

El carbonato de calcio afectó negativamente la floración a los 42 y 49 días después de la aplicación (Cuadro 4).

CUADRO 2. Efecto del regulador de crecimiento y el activador fisiológico sobre el porcentaje de floración* de la piña. San Mateo, Alajuela, 1986.

Regulador de crecimiento	Con nitrógeno	Sin nitrógeno
ANA	23,87 B**	28,89 B
2,4-D	12,50 C	25,89 B
Etefón	40,00 A	37,15 A
Carburo de Calcio	34,13 A	30,39 B

*Promedio por semana.

**Medias con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 3. Efecto del regulador de crecimiento respecto al tiempo, sobre el porcentaje de floración promedio de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Días después de la aplicación	ANA	2,4 D	Etefón	Carburo de Calcio
14	1,82 Da	2,07 Da	1,56 Ca	1,04 Da
21	1,82 Da	2,59 Da	1,82 Ca	1,56 Da
28	1,82 Da	2,59 Da	1,99 Ca	1,04 Da
35	16,43 Cc	9,09 Cc	65,54 Ba	33,84 Cb
42	76,53 Bc	54,12 Bd	99,44 Aa	91,20 Bb
49	86,25 Ab	63,90 Ac	99,70 Aa	97,13 Aa

*Medias con igual letra mayúscula en cada columna e igual letra minúscula en cada hilera no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 4. Efecto del agente neutralizante respecto al tiempo sobre el porcentaje de floración de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Días después de la floración	Con Carbonato de calcio	Sin Carbonato de calcio
14	2,08 Da*	1,17 Da
21	2,20 Da	1,69 Da
28	2,29 Da	1,43 Da
35	34,34 Ca	28,11 Ca
42	75,77 Bb	84,89 Ba
49	84,21 Ab	89,28 Aa

* Medias con igual letra mayúscula en cada columna e igual letra minúscula en cada hilera no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CRECIMIENTO

Unicamente para etefón la altura de la planta y la altura del pedúnculo fue menor cuando se mezcló con nitrógeno (Cuadro 5).

CUADRO 5. Efecto del regulador de crecimiento y activador fisiológico sobre el crecimiento de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador	<u>Altura del pedúnculo*</u>		<u>Altura de la planta*</u>	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N
ANA	18,57 AB**	18,25 B	93,35 A	90,63 AB
2,4-D	18,85 AB	18,29 B	93,58 A	89,70 AB
Etefón	18,25 B	19,13 A	88,58 B	90,53 A
Carburo de Calcio	18,30 B	18,63 AB	90,55 AB	92,10 AB

*Media por semana en centímetros.

**Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

Con el carburo de calcio y el ANA se obtuvo el mayor diámetro del pedúnculo externo y en contraposición dieron el menor peso de pedúnculo interno (Cuadro 6). El 2,4-D presentó el mayor diámetro de la fruta, los otros reguladores no tuvieron diferencias entre sí (Cuadro 6). Respecto a los días a maduración, el 2,4-D fue más precoz que carburo de calcio (Cuadro 6). El 2,4-D dio mayor peso de cáscara que ANA (Cuadro 6).

CUADRO 6. Efecto de los reguladores de crecimiento de la fruta de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador	Diámetro del pedúnculo externo (cm)	Diámetro de la fruta (cm)	Días a maduración	Peso de cáscara por frutecencia(kg)	Peso de pedúnculo interno (Kg)
ANA	4,06 AB§	13,95 B	166,67 AB	0,50 B	0,29 B
2,4-D	3,96 B	14,79 A	164,09 B	0,63 A	0,33 A
Etefón	3,96 B	14,15 B	165,67 AB	0,62 AB	0,31 AB
Carburo	4,47 A	14,28 B	168,50 B	0,59 AB	0,29 B

§ Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

Con la aplicación de nitrógeno, el efecto de los reguladores sobre el peso del pedúnculo interno se presenta sin diferencias entre sí (Cuadro 7). También el nitrógeno produjo mayor peso de cáscara de la fruta y mayor peso de pedúnculo interno (Cuadro 8).

CUADRO 7. Efecto del regulador de crecimiento y el agente neutralizante sobre el peso del pedúnculo interno de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador	Peso del pedúnculo interno (Kg)	
	con nitrógeno	sin nitrógeno
ANA	0,29 BC*	0,28 C
2,4-D	0,31 ABC	0,34 A
Etefón	0,33 AB	0,30 ABC
Carburo de Calcio	0,30 ABC	0,29 BC

* Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 8. Efecto del activador fisiológico sobre el crecimiento del pedúnculo y cáscara de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Variable	Con nitrógeno	Sin nitrógeno
Peso promedio de la cáscara	0.63 A*	0.58 B
Peso pedúnculo interno	0.32 A	0.30 B

* Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

El número de hijos aéreos por planta se afectó negativamente cuando se aplicó 2,4-D con nitrógeno (Cuadro 9) y cuando se aplicó ANA o carburo de calcio con carbonato de calcio (Cuadro 10).

CUADRO 9. Efecto de reguladores de crecimiento y activador fisiológico sobre el número de hijos aéreos por planta de piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador de crecimiento	Con nitrógeno	Sin nitrógeno
ANA	11,67 B*	11,83 AB
2,4-D	11,50 B	13,67 A
Etefón	12,00 AB	10,83 B
Carburo de Calcio	12,50 AB	11,67 B

* Medias con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 10. Efecto de los reguladores de crecimiento y agente neutralizante sobre el número de hijos por planta de piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Reguladores de crecimiento	con carbonato de calcio	sin carbonato de calcio
ANA	10,50 B*	13,00 A
2,4-D	12,17 AB	13,00 A
Etefón	11,83 AB	11,00 B
Carburo de Calcio	11,00 B	13,17 A

* Medias con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

PRODUCCION

Con la aplicación de carburo de calcio se produjo mayor número total de infrutescencias por parcela (Cuadro 11). La mezcla de etefón, 2,4-D o ANA con el nitrógeno afectó negativamente el número total de infrutescencias. Solo el carburo de calcio no tuvo ese efecto (Cuadro 11).

CUADRO 11. Efecto de los reguladores de crecimiento y activador fisiológico sobre el rendimiento de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador	Acti- vador	Kg/6,3 m ²	Número de infrutescencias	
			sanas clase A+B /6,3 m ²	total/6,3 m ²
ANA	con N	52,72 B*	13,17 D	24,67 F
ANA	sin N	55,12 AB	15,17 C	27,83 D
2,4-D	con N	28,90 C	8,5 E	12,33 G
2,4-D	sin N	58,08 AB	17,33 B	26,00 E
Etefón	con N	68,46 A	17,17 B	29,83 B
Carburo	con N	63,14 AB	17,33 B	30,83 A
Carburo	sin N	56,58 AB	18,33 A	27,67 D

* Medias con igual letra para cada variable no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

El nitrógeno y el 2,4-D aumentaron el tamaño de la fruta y disminuyeron el número de frutas sanas de la clase B (Cuadros 12 y 13). El 2,4-D provocó la producción de una mayor cantidad de jugo por fruta; los demás reguladores no difirieron entre sí (Cuadro 13).

CUADRO 12. Efecto del activador fisiológico sobre el tamaño y número de infrutescencias sanas clase B de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Variable	con nitrógeno	sin nitrógeno
Peso promedio de la infrutescencia	2,26 A	2,09 B
Número de infrutescencias sanas clase B (u/6,3 m ²)	2,5 B	3,54 A

* Medias con igual letra para cada variable no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 13. Efecto de los reguladores de crecimiento sobre el tamaño, cantidad de jugo y número de infrutescencias sanas y dañadas por clase de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador	Peso promedio de la infrutescencia (kg)	Cantidad de jugo por infrutescencia (cc)	Número de infrutescencias sanas clase B	Número de infrutescencias dañadas clase A	Número de infrutescencias dañadas más clase B
ANA	2,06 C†	574,83 B	2,75 AB	6,75 A	5,33 A
2,4-D	2,30 A	630,54 A	1,75 E	3,17 B	2,25 B
Etefón	2,23 AB	562,00 B	3,75 A	5,50 A	5,83 A
Carburo	2,13 BC	569,75 B	3,83 A	5,25 A	5,83 A

† Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

Al mezclarse el nitrógeno con el carbonato de calcio se favoreció la producción en número de frutas dañadas de las clases A y A+B (frutas comerciales) (Cuadro 14).

CUADRO 14. Efecto del activador fisiológico y el agente neutralizante sobre el número de infrutescencias dañadas por clase de piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Activador fisiológico	Agente neutra-	Número de infrutescencias clase A dañadas.	Número de infrutescencias clase A+B dañadas
con nitrógeno	con CaCO ₃	6,92 A*	17,58 A
con nitrógeno	sin CaCO ₃	4,08 B	8,67 B
sin nitrógeno	con CaCO ₃	4,75 AB	9,92 AB
sin nitrógeno	sin CaCO ₃	4,92 AB	11,08 AB

* Medias con igual letra para cada variable no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CALIDAD

El nitrógeno mezclado con Carburo de Calcio aumentó los grados Brix e índice de grados Brix/Acidez del jugo de la infrutescencia respecto al Etefón (Cuadro 15).

El 2,4-D y el Carburo de Calcio produjeron mayor cantidad de infrutescencias deformes; el Etefón produjo la menor cantidad (Cuadro 16).

El mayor peso de cáscara la produjo el 2,4-D que superó al ANA pero no difirió con respecto al Etefón y Carburo de Calcio (Cuadro 16).

CUADRO 15. Efecto de los reguladores de crecimiento y activador fisiológico. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador de Crecimiento	<u>Grados Brix</u>		<u>Índice *brix/porcentaje de acidez del jugo</u>	
	con nitrógeno	sin nitrógeno	con nitrógeno	sin nitrógeno
ANA	14,17 ABC*	14,37 ABC	3,50 AB	3,58 AB
2,4-D	13,92 C	14,37 ABC	3,43 B	3,52 AB
Etefón	14,17 ABC	14,73 AB	3,50 AB	3,66 A
Carburo	14,90 A	14,10 BC	3,68 A	3,50 AB

* Medias con igual letra para cada variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 16. Efecto de los reguladores de crecimiento sobre las infrutescencias deformes y el peso de la cáscara de la piña. San Mateo, Alajuela, 1986.

Regulador	Porcentaje de infrutescencias deformes	Peso promedio cáscara (Kg/fruta)
ANA	1,04 B*	0,58 B
2,4-D	3,67 A	0,63 A
Etefón	0,56 B	0,62 AB
Carburo de calcio	2,38 AB	0,59 AB

* Medias con igual letra para la variable, no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

El ANA produjo el menor peso del pedúnculo interno cuando no se aplicó Carbonato de Calcio. Al aplicarse Carbonato de Calcio los reguladores no presentaron diferencias sobre el peso del pedúnculo interno (Cuadro 17).

CUADRO 17. Efecto de los reguladores de crecimiento y agente neutralizante sobre el peso del pedúnculo interno de la infrutescencia de la piña. San Mateo, Alajuela. 1986.

Regulador de crecimiento	Neutralizante	
	con carbonato de calcio	sin carbonato de calcio
ANA	0,59 AB*	0,28 B
2,4-D	0,31 AB	0,34 A
Ethrel	0,33 AB	0,30 AB
Carburo de Calcio	0,30 AB	0,29 AB

* Medias con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

ANALISIS DE CORRELACION

Se encontró correlación lineal del diámetro del pedúnculo respecto al número de hijos basales por infrutescencia y longitud de la fruta ($r = 0,516$; $P \leq 0,05$ y $r = 0,725$; $P \leq 0,01$ respectivamente). También se encontró correlación lineal negativa entre longitud de la fruta y peso de la corona ($r = -0,561$; $P \leq 0,05$).

El porcentaje de floración tuvo correlación lineal negativa respecto a la altura de la planta ($r = -0,622$; $P \leq 0,05$), diámetro de la fruta ($r = -0,496$; $P \leq 0,05$) y longitud de la fruta ($r = -0,587$; $P \leq 0,05$); no obstante, tuvo correlación positiva respecto a número de hijos aéreos por planta ($r = 0,503$; $P \leq 0,05$).

La producción en número total de infrutescencias tuvo correlación lineal negativa respecto a la altura de la planta ($r = 0,513$; $P \leq 0,05$), diámetro del fruto ($r = -0,656$; $P \leq 0,01$), longitud del fruto ($r = -0,656$; $P \leq 0,01$). Lo mismo ocurrió con el peso de infrutescencias para jugo con respecto a estas variables ($r = -0,497$; $P \leq 0,05$; $r = -0,552$; $P \leq 0,05$ y $r = -0,621$; $P \leq 0,05$ respectivamente). La producción de jugo por fruta tuvo correlación negativa respecto a los días de maduración ($r = -0,557$; $P \leq 0,05$) y correlación positiva con el diámetro, longitud de la fruta y la altura de la planta ($r = 0,629$; $P \leq 0,01$; $r = 0,508$; $P \leq 0,05$; $r = 0,467$; $P \leq 0,05$ respectivamente).

El número de infrutescencias sanas clase B y clase A+B tuvo correlación lineal negativa respecto a la altura de la planta ($r = -0,479$; $P \leq 0,05$; $r = -0,479$; $P \leq 0,05$ respectivamente).

Un mayor diámetro de la fruta disminuyó el número de infrutescencias sanas clases A y B ($r = 0,554$; $P \leq 0,05$;

$r = -0,813$; $P \leq 0,01$ respectivamente). También a mayor altura de la planta se disminuye el número de infrutescencias dañadas clase B ($r = -0,509$; $P \leq 0,05$) y a mayor longitud del fruto, menor número de infrutescencias dañadas clase A + B ($r = 0,544$; $P \leq 0,05$).

De las variables de calidad, la acidez del jugo tuvo correlación lineal negativa respecto al peso de las coronas ($r = -0,560$; $P \leq 0,05$). Los grados brix aumentaron conforme se aumentó el número de infrutescencias dañadas de la clase A ($r = 0,553$; $P \leq 0,05$).

ANALISIS ECONOMICO

De acuerdo a la producción que se obtuvo con los tratamientos no dominados para la venta en el mercado mayorista, la piña clase A constituyó de un 41,51% a 59,12% de los ingresos, que variaron de 1,38 a 1,42 millones de colones; la de clase B estuvo entre 4,58 y 11,57% para dichos tratamientos; la producción de hijos representó de un 36,31% a un 50,13% de los ingresos, lo que indica su importancia (Cuadro 19).

CUADRO 19. Producción e ingresos por clase de piña de los tratamientos no dominados para la alternativa de venta en el mercado mayorista. Diciembre 1986.†

PRODUCTO	TRATAMIENTO							
	411		412		422		222	
	u/ha	¢/ha	u/ha	¢/ha	u/ha	¢/ha	u/ha	¢/ha
Clase A	32.804	696.821	28.571	591.523	28.042	658.194	37.037	820.105
Sanas	21.693	585.711	17.989	485.703	22.222	599.994	26.455	714.285
Dañadas	11.111	111.110	10.582	105.820	5.820	58.200	10.582	105.820
Clase B	11.639	100.515	15.343	119.035	16.401	161.365	7.407	63.495
Sanas	4.232	63.480	4.232	63.480	7.936	119.040	2.646	39.690
Dañadas	7.407	37.035	11.111	55.555	8.465	42.325	4.761	23.805
Subtotal	44.443	797.336	43.914	710.558	44.443	819.559	44.444	883.600
No de hijos	314.285	628.570	357.142	714.284	287.301	574.602	251.851	503.702
Total		1.425.906		1.424.842		1.394.161		1.387.302

† 1 U.S. \$ = ¢ 56,42.

‡ El tratamiento se describe en el Cuadro 1.

El tratamiento Carburo de Calcio, sin nitrógeno ni Carbonato de Calcio (Código 422) a pesar de que produjo el mayor porcentaje de frutas sanas de clase A y B (79,25 y 48,39%, respectivamente), no generó la mayor cantidad de ingresos, debido a una producción menor de hijos en relación a los otros tratamientos. El tratamiento 2,4-D, sin nitrógeno y sin Carbonato de Calcio (Código 222) produjo alto porcentaje de frutas clase A (71,43%) y bajo porcentaje de clase B (16,67%), lo que indica que favoreció el tamaño de la fruta; no obstante, su producción en términos absolutos fue la más baja, tanto en frutos como en hijos (Cuadro 19).

Las variables económicas evaluadas para la alternativa de venta en el mercado mayorista y en la planta procesadora de jugo se presentan en los Cuadros 19 y 20. El tratamiento que dio mayor rentabilidad para la venta en el mercado mayorista fue la aplicación de Carburo de Calcio con Nitrógeno y Carbonato de Calcio; mientras que para la venta en la planta procesadora el tratamiento más rentable fue Etefón con Nitrógeno y Carbonato de Calcio (Cuadros 20 y 21). Cabe aclarar que el Carburo de Calcio con Nitrógeno y Carbonato de Calcio ocupó un segundo lugar en este último mercado.

CUADRO 20. Valores promedio de algunas variables económicas por tratamientos no dominados para la alternativa de venta de Piña en el mercado mayorista. Diciembre 1986†.

Código†† de tratamiento	Ingreso total \$/ha	Costo Variable \$/ha	Beneficio neto \$/ha	Beneficio neto mar- ginal \$/ha	Ingreso Marginal \$/ha	Costo Marginal \$/ha	Tasa Interna del re- torno %
4 1 1	1.425.906	4.059	1.421.847	1.058	1.064	6	17.633
4 1 2	1.424.842	4.043	1.420.789	29.064	30.683	1.617	1.797
4 2 2	1.394.161	2.436	1.391.725	5.230	6.859	1.629	321
2 2 2	1.387.302	807	1.386.495	-	-	-	-

† 1 U.S.\$ = ₡ 56,42

†† El tratamiento de describe en el Cuadro 1.

CUADRO 21. Valores promedio de algunas variables económicas por tratamientos no dominados para la alternativa de venta de Piña en la planta procesadora de jugo de exportación. Diciembre 1986.

Código de tratamiento	Producción de Infrutescencias (t/ha)	Nº de hijos u/ha	Ingreso total miles \$/ha	Costo Variable miles \$/ha	Beneficio neto miles \$/ha	Beneficio Marginal miles \$/ha	Ingreso Marginal miles \$/ha	Costo Marginal miles \$/ha	Tasa marginal del retorno (%)
3 1 1	118,11	389.523	1.563,89	9,57	1.554,33	48,84	45,54	5,51	727
4 1 1	111,11	314.285	1.518,35	4,86	1.514,29	45,96	45,97	0,006	766.000
4 1 2	94,76	357.142	1.472,38	4,85	1.468,33	79,68	82,92	3,25	2.452
2 2 2	118,71	251.851	1.389,46	0,81	1.388,65	-	-	-	-

‡ 1 U.S.\$ = \$56,42

‡‡ El tratamiento se describe en el Cuadro 1.

DISCUSION

El mayor porcentaje de floración que se obtuvo con el uso de reguladores de crecimiento ocurrió entre los 42 y 49 días después de la aplicación, con valores superiores al 90% para Etefón y Carburo de Calcio y al 80% con el uso de ANA; sin embargo con el 2,4-D se obtuvo un porcentaje bajo (63.90%). En relación a los resultados que obtuvo Chavez (1982), en Buenos Aires de Puntarenas, el efecto de los reguladores de crecimiento sobre la floración fue más efectivo en la localidad bajo estudio, pero similar en el tiempo requerido para alcanzar el mayor porcentaje de floración, debido a que el mayor número de flores se obtuvo de los 35 a los 49 días después de la aplicación con una floración promedio del 79%.

No resultó conveniente mezclar un producto como el 2,4-D que se ha utilizado como regulador de crecimiento (Bidwell 1979) en dosis bajas, con el nitrógeno utilizado como activador fisiológico. El nitrógeno normalmente se absorbe con rapidez en las hojas y posibilita con mayor eficacia, la entrada de otras sustancias en los tejidos (Teiwes, Gruneber 1963) lo que puede causar anomalías en cualquier parte de la planta, raíces, flores y frutos (National Academy of Sciences, 1980). Por su parte el 2,4-D produjo menos porcentaje de floración, deformaciones en la planta y fruta y menor número de hijos aéreos.

La adición del nitrógeno contribuyó también en la mayor eficiencia del etefón y Carburo de Calcio en la inducción floral, que concuerda con los resultados de Iglesias (1979). Esto se explica por la precocidad en la floración y a la forma rápida y eficiente de liberar y aprovechar etileno en los tejidos de la planta; mientras que los compuestos auxínicos como el 2,4-D y ANA, actúan estimulando a la planta

a producir etileno en sus tejidos, (Bidwell 1979; Burg, Berg 1966).

El mayor número total de infrutescencias obtenido al aplicar el Carburo de Calcio tiene relación directa con su porcentaje de floración, pero contrasta con Aldrich; Nakasone 1975; Pye (1972), respecto a la necesidad de realizar dos o tres aplicaciones de Carburo de Calcio en horas del día, para obtener respuestas de más de 90% de floración, debido a que es más eficiente cuando se aplica en ausencia de luz. Es probable que su aplicación con nitrógeno permitió superar estas diferencias.

El aumento del tamaño de las infrutescencias al aplicar 2,4-D tiene relación con lo expuesto por Evans (1959) al usar un herbicida, a base de 2,4-D, en cantidades de 0,72 mg en 500 ml de agua, lo que disminuyó la fructificación, pero incrementó el peso de la infrutescencia; de ahí, el menor número de infrutescencias de la clase B, que se clasificaron con pesos inferiores a los dos kilos. Sin embargo, Chandler (1985) informa que el 2,4-D induce la floración pero que la infrutescencia es más pequeña que la obtenida de los tratamientos con ANA, debido a que, posiblemente ejerce un efecto de quema sobre las hojas, por lo que su empleo no resultó muy eficiente. Al igual que el 2,4-D, el nitrógeno influyó en el mayor desarrollo de las infrutescencias y por consiguiente, en un menor número de de la clase B. Esto explica el mayor peso de la cáscara y pedúnculo de la infrutescencia al utilizarse el nitrógeno y la mayor cantidad de jugo por fruta al utilizarse el 2,4-D.

La menor altura de la planta y del pedúnculo externo, que se obtuvo con el Etefón mezclado con nitrógeno concuerda con los resultados obtenidos por González et al 1977. A medida que los reguladores son más eficientes para inducir la floración, tienden a desfavorecer el desarrollo vegetativo. No obstante, no se encontró correlación entre el peso promedio de la infrutescencia y la altura de la planta. A pesar de esto, Gadelha et al (1977), encontraron correlación positiva del peso del fruto respecto al número de hojas y altura de la planta.

Aunque el Carbonato de Calcio tiene su acción reguladora de PH que favorece la acción del regulador de crecimiento, en este caso, provocó un menor porcentaje de floración a los 42 y 49 días de aplicado.

La presencia del Carbonato de Calcio con ANA o Carburo de Calcio causó una producción menor del número de hijos aéreos debido a su efecto en brindar una mejor acción de los reguladores en la floración y fructificación en contraposición con el desarrollo vegetativo. Por otra parte González et al (1977), obtuvieron que el Carburo de Calcio y el etefón produjeron menor número de hijos.

El nitrógeno con Carburo de Calcio aumentó los grados Brix y el índice grados brix/acidez del jugo respecto al etefón, lo que pudo deberse al efecto del nitrógeno sobre el aumento del contenido de azúcares en la fruta.

Al aumentarse el porcentaje de floración y así, el número de infrutescencias por área, se produjo disminución en el diámetro y longitud de la fruta debido al efecto de competencia durante su desarrollo. Las frutas que maduraron en forma precoz, produjeron más cantidad de fruta lo que se debió al vigor y disposición de la planta para florecer.

Es de esperar que un fruto de mayor longitud tenga un diámetro del pedúnculo mayor, como lo obtuvo Norman (1977), al comparar el etefón respecto al testigo en que encontró un incremento en el peso y tamaño de los hijos, tamaño del pedúnculo y de los frutos.

Tanto para el mercado interno como para el mercado externo se requiere que la floración sea lo más homogénea posible, para poder ajustar la cosecha a una época deseada; ya sea por mejores precios en el mercado interno o para evitar sobrecargas en las empacadoras que exportan ya sea la fruta fresca o procesada. Si se toma en cuenta esta necesidad se concluye que el etefón y el Carburo de Calcio son los reguladores de crecimiento que mejores resultados dieron en la inducción floral, por su eficiencia y precocidad. Por su parte, el uso del Etefón puede resultar ventajoso cuando se facilita la aplicación por medio de avioneta en plantaciones extensas; además de que se puede aplicar a cualquier hora del día, en cuanto a su efectividad; no obstante sus efectos pueden no ser constantes y producir problemas fisiológicos (González; Fonticella 1975), aunque esto no ocurrió en el presente estudio.

El uso del nitrógeno en la inducción floral juega un papel importante, principalmente cuando la producción + se destina para el mercado interno; ya que este producto aumentó el tamaño de las infrutescencias lo que es un factor determinante para lograr mayores ganancias. Esto se debió a que el consumidor prefiere infrutescencias de la clase primera, que clasifican con pesos superiores a los 2 Kg, y que tienen mayor precio con respecto a la clase segunda. Con respecto al mercado externo, el uso del nitrógeno tiene menor importancia, ya que se paga el peso total de las frutas sin tomarse en cuenta el tamaño, debido a que se exporta el jugo. No obstante, aún si se exportara fruto fresco en este mercado se prefieren tamaños medianos con peso entre 1,8 y 2,2 Kg.

El 2,4-D ofrece la misma característica en esta variable con la desventaja que el porcentaje de floración es muy bajo lo cual lo hace inapropiado para la inducción floral.

El nitrógeno en mezcla con el Carburo de Calcio, mejora las características de sabor de la piña, a causa del aumento de los grados Brix e índice Grados Brix/Acidez del jugo, factor que es de importancia tanto en el mercado interno como en el de exportación. El etefón no mostró diferencias en esta variable con respecto a los demás reguladores de crecimiento (2,4-D y ANA).

El número de hijos aéreos y basales no fueron afectados con el uso de nitrógeno Etefón o Carburo de Calcio. Pero si se dió un aumento en el número de infrutescencias deformes al usar el Carburo de Calcio, no obstante esto no tiene repercusión negativa cuando el producto se destina para el mercado externo, como fruta procesada, debido a que se vende por peso sin importar las deformaciones. En cuanto al mercado interno, cuando el porcentaje de deformaciones es bajo (5%), no representa problema, más aún cuando el Carburo de Calcio obtuvo un 2.38% de infrutescencias deformes; el mayor valor fue de 3,67% obtenido para el 2,4-D.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de cuatro reguladores de crecimiento, un activador fisiológico y un agente neutralizante sobre el crecimiento, floración, producción y rentabilidad de la piña (Ananas comosus L. Merr).

El experimento se realizó en Jesús María de San Mateo, Alajuela, del 24 de junio al 14 de diciembre de 1986.

Los tratamientos resultaron de la combinación factorial de los reguladores de crecimiento, activador fisiológico (Nitrógeno en dosis de 0,64 g/planta) y agente neutralizante (Carbonato de Calcio en dosis de 32,2 mg/planta). Los reguladores de crecimiento fueron: ácido naftalen-acético (ANA), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido 2, cloroetilfosfónico (Etefón) y Carburo de Calcio en dosis de 0.041 mg/planta, 0.70mg/planta, 0,020 mg/planta y 0.46 g/planta respectivamente.

El 2,4-D indujo menor floración cuando se mezcló con el nitrógeno y Carbonato de Calcio; no obstante con ANA, Etefón y Carburo de Calcio no hubo diferencias.

El Carburo de Calcio dió mayor número de infrutescencias. El nitrógeno y el 2,4-D aumentaron el tamaño de las infrutescencias, pero disminuyeron el número de la clase B. La mezcla de Etefón, 2,4-D o ANA con nitrógeno afectó negativamente el número total de infrutescencias, pero el Carburo de Calcio no tuvo ese efecto. Al mezclarse el nitrógeno y el Carbonato de Calcio se favoreció la producción de infrutescencias dañadas de la clase A y A + B. El 2,4-D produjo la mayor cantidad de jugo.

El nitrógeno mezclado con el Carburo de Calcio aumentó los grados brix e índice de grados brix/acidez del jugo de la infrutescencia respecto al Etefón. El 2,4-D y el Carburo de Calcio produjeron mayor cantidad de infrutescencias deformes; el Etefón produjo la menor cantidad.

El tratamiento que dió mayor rentabilidad para la venta en el mercado mayorista fue la aplicación de Carburo de Calcio con Nitrógeno y Carbonato de Calcio; mientras que para la venta en la planta procesadora el tratamiento más rentable fue Etefón con Nitrógeno y Carbonato de Calcio

LITERATURA CITADA

- ALDRICH, W. W.; NAKASONE, H. Y. 1975. Day versus night application of calcium carbide for flower induction in pineapple. *Journal American Society Horticulture Science*. 100(4): 410-3.
- BIDWELL, R.G.S. 1979. *Fisiología Vegetal*. Editorial A. G. T. Editor S.A. México. 784 p.
- BONDAD, N.D. 1976. Response of some tropical and subtropical fruits to pre and pos-harvest application of ethephon. *Economic Botany*. 30: 67-80.
- BURG, S. P.; BERG, E. A. 1966. Auxin-induced ethylene formation its relation to flowering in the pineapples. *Science* 152: 1269.
- COOKE, A. R.; RODALL, D. 1968. 2-Haloethane Phosphonic acids as ethylene relasing agents for the induccion of flowering. *Natur* 218: 974-75.
- CHANDLER, W.H. 1985. *Evergreen Orchards*. 2 ed. Phyladelphia, Lea Fabiger. 475 p.
- CHAVEZ, F. 1982. Evaluación de cinco reguladores de crecimiento en la inducción de la floración en piña (Ananas comusus L. Merr.). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 124p.
- DAS, H. C.; et al. 1975. Flowering and fruit Formation of pineapples whith the aid of Acetylene an Calcium Carbonate. *Scientia Horticulture* 3: 231-238.
- DOMINGO, H. R.; REINHAROT, P. C. 1982. Efeitos do etefon combinado con ureia na inducao floral do abacaxizeiro. *American Society for Horticultural Science* 25: 29-31.
- EVANS, H. R. 1959. The influence of growth-promoting substances on pineapples. *Tropical Agriculture*. 36(2): 108-117.

- GADELHA, R. S.; VASCONCELLOS, H. G. 1977. Efeito do carbureto do calcio pero la de varias idades. Pesquisa Agropecuaria 12:161-164.
- GONZALEZ, S.; FONTICELLA, O. 1975. Estudio comparativo de la aplicación de Ethrel sobre dos variedades de piña (Ananas comosus L. Merr.) en Cuba. Ciencias 10(6): 25-43.
- GONZALES, S.; TRETO, E.; FONTICELLA, O. 1977. Efecto de varios productos químicos sobre la floración de (Ananas comosus L. Merr.) var. Cayena Lisa. Cuba. Ciencia 10(6): 25-42.
- IGLESIAS, R. 1979. Influencia de la mezcla de Ethrel con Urea y Carbonato de Calcio de socio en la floración, calidad del fruto y la producción de hijos en la piña (Ananas Comosus L. Merr.) var. Española Roja. Cultivos Tropicales (Cuba). 1 (2): 117-130.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Plantas nocivas y como combatirlas. Editorial Limusa. México. Vol. 2. 574 p.
- NORMAN, J. C. 1977. Chemical regulation of growth flowering and fruiting in Sugarloaf pineapple. Scienti Horticulturæ. 7(2): 143-151.
- NORMAN, J. C.; et al. 1980. Studie on the development of Sugarloaf pineapple after inflorescence head emergence. Beitrage Zur Tropischen Landwirts Chaft und Veterinarmedizin. 18(4): 33-343.
- PEREZ, V. M. 1949. Algunos parámetros para mejorar el cultivo de la Piña. Tesis de Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 124 p.
- PERRIN, R.K.; WINKELMAN, D.L.; MOSCARDI, E.R.; ANDERSON, J. R. 1981. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo. Folleto de Información No. 27. 54 p.
- PYE, C. 1972. La piña Tropical. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Ed, Barcelona. España. 38, 180p.
- TEIWES, G.; GRUNEBERG. 1963. Science and practice of monuring pineapples. Greenbul. 3: 1-64.
- WEAVER, R. 1980. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. México. Editorial Trillas. 622 p.