

Ensayos de abonamiento en piña. I Efecto de niveles crecientes de NPK sobre la producción de hijos basales, rendimiento de fruta y jugo, de la piña en Buenos Aires de Puntarenas.

Roberto Gurdián G.\*

El cultivo de la piña (Ananas comosus L. Merr.) llegará a ser en breve de mucha importancia para Costa Rica ya que será uno de los cultivos frutícolas que dejará mayor entrada de divisas al país.

A partir de 1964 se estableció en las llamadas sabanas naturales de Buenos Aires de Puntarenas una empresa con el fin de producir, principalmente para el mercado de exportación, fruta fresca y fruta industrializada. Esto es posible debido a que los terrenos son mecanizables y a la eficiencia con que se llevan a cabo las prácticas culturales lo que da como resultado un costo de producción bajo.

Los terrenos aunque de muy buena topografía y excelente condición física son muy pobres en nutrimentos (5) pues contienen solo trazas de fósforo, 40 ppm de potasio, 16 ppm de magnesio, 150 ppm de calcio, trazas de manganeso y un pH de 4,0. De aquí la importancia de un programa de investigación en abonamiento ya que la piña es un cultivo con un alto requerimiento de nutrimentos. Martín Prevel (4) informa que una cosecha de 55 ton/ha (38.500 plantas/ha) remueve 43,0; 16,5 y 131,0 kg/ha de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente, lo que demuestra la gran necesidad de la piña por nitrógeno y potasio especialmente y una menor de fósforo.

---

\* Investigador y Catedrático Asociado de la Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica.

La Mayoría de los investigadores estan de acuerdo en que el nitrógeno es el elemento principal para alto rendimiento, peso promedio de fruta, mayor producción de hijos basales y para provocar un buen retoño. Así, Py et al (6) informan que en Guinea niveles crecientes de nitrógeno, con sulfato de amonio como fuente, aumentaron el peso promedio de la fruta y por consiguiente el tonelaje, también aumentó la altura media de la planta y diámetro medio del tallo fructífero. Este último no aumento en la misma proporción que la altura del mismo lo que dió como consecuencia tallos débiles propensos al volcamiento.

Samuels, Landrau y Olivencia (10) encontraron que 168 lbs/acre de N dieron la producción más alta de hijos basales. Samuels, ~~Alers~~ Alers y Jackson (7) informan que con 480 lbs/acre de N divididas - en 4 aplicaciones obtuvieron la máxima respuesta de 18.6 ton/acre en el rendimiento de fruta cuando aumento los niveles de nitrógeno de 100 a 300 lbs/acre. Samuels y Gandía (8) obtuvieron la más alta producción aplicando 200 lbs/acre de N en forma de urea.

El fósforo es el elemento que muestra menor respuesta a la producción en piña. Esto lo confirman las experiencias de Py et al (6) en Guinea, lo mismo que las de Cannon (1) en Australia en las que no obtuvieron respuesta a la aplicación de este elemento, sin embargo y lo recomiendan para mantener un buen balance en el suelo. Samuels, Landrau y Alers-Alers (9) encontraron al usar niveles de 0 a 112 lbs acre de  $P_2O_5$  un efecto cuadrático de este elemento, con 56 lbs/acre obtuvieron un aumento del 10 por ciento sobre el testigo siendo este el máximo rendimiento. Se achaca la disminución del rendimiento debido a aplicación del nivel alto de fósforo a que este elemento interfiere con la absorción de nitratos especialmente si la reserva de carbohidratos en la planta es alta, Collins (2) cita que en Hawaii se aplican cantidades entre 68 6 114 kg/acre de  $P_2O_5$ .

La mayoría de los investigadores ( 4, 6, 2, 10 ) están de acuerdo en afirmar que el potasio es un elemento muy importante para la producción de buenos rendimientos de piña. Py et al (6) demostró que el sulfato de potasio aumentó el peso promedio del fruto en 8.1 por ciento, la altura promedio de la planta en 19.83 por ciento y fortaleció la estructura del tallo fructífero con lo cual se redujo el volcamiento en un 54.5 por ciento al aplicar 80 y 160 lbs/acre de  $K_2O$ . Samuels, Landrau y Olivencia (10) obtuvieron un aumento en los rendimientos, sin embargo, afirman que no fueron en la misma proporción que los producidos por el nitrógeno,

#### MATERIALES Y METODOS

El ensayo se sembró en los terrenos de la Compañía Piñera Americana, localizada en Buenos Aires de Puntarenas.

Los suelos de esta área son oxisólicos, pardo rojizos y rojizos, altamente meteorizados. Se han desarrollado de terrazas aluviales del período plio-pleistocénico (3). Se caracterizan por presentar un horizonte óxico con altas concentraciones de aluminio y hierro y ser de muy baja fertilidad para la mayoría de los cultivos pero, poseen excelentes condiciones físicas que ayudadas por su topografía casi plana, facilitan altamente la mecanización.

El clima se puede clasificar como Tropical Húmedo Monzónico - (3) con una precipitación media anual de 2000 a 4000 mm y una temperatura media superior a 24 °C. Presenta una estación seca definida que va desde enero a mediados de abril y la estación lluviosa en los meses restantes.

El terreno escogido, estaba cubierto desde hacía muchos años por zacates naturales, de sabana y se encontró libre de nemátodos. Se preparó con una arada a 30 centímetros de profundidad y dos rastros. Luego se rayó para la siembra.



Se usó el sistema de siembra en líneas gemelas o bancos con una distancia entre bancos de 0,91 m, entre hileras 0,60 m y entre plantas 0,40 m; con una densidad de siembra de 33,333 plantas por hectárea.

La parcela usada fué de 20 plantas con una área de 6,25 m<sup>2</sup> y se plantó un borde entre cada parcela para evitar interacciones en tre los tratamientos.

Los niveles usados así como los abonos usados pueden observarse en el cuadro 1

Se aplicaron los tratamientos en tres fracciones: la primera a la base de las plantas a los dos meses, la segunda a las exilas de las hojas inferiores a los 8 meses y la tercera a las exilas medias a los 16 meses después de la siembra la que se verificó a la entra da de las lluvias el 10 de marzo de 1965. La floración se forzó - el 12 de agosto 1966 usando 25 ml de una solución de 5 ppm de ácido ~~o~~ naftaleno acético. La cosecha se realizó entre el 2 de enero y el 16 de febrero de 1967. Se hicieron evaluaciones de peso total de fruta, número de frutas cosechadas, número de hijos basales y cantidad de jugo por fruta.

Cuadro 1 Abonos y tratamientos usados en el presente trabajo.

Abono	Porcentaje del elemento	Tratamiento	kg/ha de elemento	kg/ha de abono	qq/mz del abono
Sulfato de Amonio	21 % de N	N <sub>0</sub>	0	0,0	0,00
		N <sub>1</sub>	230	1095.2	16.63
		N <sub>2</sub>	460	2190.4	33.27
Superfosfato triple	46% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>0</sub>	0	0,0	0,00
		P <sub>1</sub>	138	300,0	5,56
		P <sub>2</sub>	276	600,0	5,12
Sulfato de Potasio	50% de K <sub>2</sub> O	K <sub>0</sub>	0	0,0	0,00
		K <sub>1</sub>	230	460,0	6,99
		K <sub>2</sub>	460	920,0	13,98

## RESULTADOS

### Producción de hijos basales.

Al observar los resultados en el cuadro N<sup>o</sup> 2 se aprecia la gran diferencia en la respuesta a los diversos tratamientos, todos los elementos usados respondieron significativamente y se obtuvo un efecto cuadrático para los tres al nivel del 1%, como puede verse en el cuadro 2 y en la figura 1. La interacción de los tres, N<sub>x</sub>P<sub>x</sub>K fué también significativa al 1%, esto quiere decir que ninguno de los elementos fué tan productivo por sí solo sino que se necesitó de la presencia de los tres para obtener los rendimientos más altos como puede verse muy claramente en el cuadro 3. En la figura 2 además se puede observar el efecto tan pronunciado del potasio en la interacción N<sub>x</sub>P<sub>x</sub>K sobre este factor.

La producción de hijos basales va desde 0.03 hijos/planta promedio en las parcelas que no recibieron ningún fertilizante como se puede observar en el cuadro 2 hasta 11,30 hijos/planta que fué el rendimiento más alto al aplicársele el tratamiento  $N_2P_2K_2$ . Otros tratamientos buenos fueron  $N_2P_2K_1$  y  $N_1P_2K_2$  y  $N_1P_2K_1$  y  $N_2P_1K_2$  y  $N_2P_1K_1$  y  $N_1P_1K_2$  con 9,50 ; 10,15 ; 9,01 ; 9,10 ; 8,10 y 8,84 hijos/planta respectivamente. El coeficiente de variación para este factor fué de 16.06%.

### Producción de fruta

Para aumentar el rendimiento de fruta los tres elementos fueron importantes. Como se puede notar en el cuadro 3 del análisis de la variación se obtuvo un efecto cuadrático altamente significativo para los tres (ver figura 3). Las interacciones  $N \times P$  -  $N \times K$  -  $P \times K$  y  $N \times P \times K$  fueron también altamente significativas. Con la interacción de de segundo orden significativa observamos, igual que en el caso anterior, que tienen que estar presentes los tres elementos para poder actuar con mayor efectividad. La ausencia de potasio fué el efecto más dramático como se puede observar en la figura 4 los tratamientos que no recibieron este elemento produjeron los más bajos rendimientos de 11,6 a 21,8 toneladas métricas por hectárea.

En este, como con el factor discutido anteriormente, observamos en la figura 4 o en el cuadro 2 que todos los tratamientos que no recibieron alguno de los tres elementos nitrógeno, fósforo y potasio, los rendimientos no sobrepasaron la marca de las 47,4 ton/ha, en contraste con los que recibieron los tres elementos que mostraron rendimientos entre 56,3 y 68,2 ton/ha. Los mejores tratamientos en producción fueron  $N_2P_1K_2$ ,  $N_1P_1K_2$ ,  $N_1P_1K_1$ ,  $N_2P_2K_2$  y  $N_2P_2K_1$  con producciones de 68,2 ; 67,6 ; 66,7 ; 64,6 y 59,6 toneladas métricas por hectárea respectivamente.

El coeficiente de variación para la producción fue del 20.08 %.

### Cantidad promedio de jugo por fruta

Como en el caso de tonalaje y producción de hijos, tanto los efectos simples para nitrógeno, fósforo y potasio como las interacciones NxP - NxK - P-K y NxPxK fueron altamente significativas lo que se puede apreciar claramente en el cuadro 3.

El efecto de los tres elementos por sí mismos fué positivo, pero tienen que estar en conjunto para poder actuar con su mayor eficiencia. Esto se puede ver con claridad en la figura 6. El efecto drámatico del potasio se nota con toda claridad en la figura 5.

Los tratamientos que no recibieron este elemento produjeron frutas que rindieron 61,1 ml/fruta de jugo o menos. Estos fueron los rendimientos de jugo más bajos mientras que los que recibieron potasio especialmente en la cantidad de 460 kg/ha de  $K_2O$  fueron los más altos. La ausencia de algunos de los tres limitó a 241,3 ml/fruta la cantidad de jugo y los mejores rendimientos de jugo se obtuvieron con la aplicación del alto nivel de potasio en unión de los niveles intermedios y altos de nitrógeno y fósforo. Estos tratamientos fueron:  $N_2P_1K_2$ ,  $N_1P_1K_2$ ,  $N_1P_2K_2$ ,  $N_2P_2K_2$  y  $N_1P_1K_1$  los que dieron frutas con 394,0 ; 369,1 ; 334,0 ; 325,1 y 245,4 mililitros de jugo por fruta respectivamente.

El coeficiente de variación para este factor fué de 15.00 %

### DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los que Martín Prevel (4) informa: el alto requerimiento de las plantas de piña por potasio y nitrógeno y la menor por el fósforo. Los tres elementos son necesarios para producir piña en Buenos Aires, sin embargo el que se necesita en más cantidad es el potasio, seguido por el nitrógeno y por último el fósforo es el que se necesita menos cantidad aunque siempre es necesario para obtener buenos rendimientos.

Cuadro 2 Análisis de la variación para la producción de fruta  
hijos basales y jugo para frutas de piña,  
en Buenos Aires de Puntarenas.

Fuente de Variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS PARA LA PRODUCCION DE		
		Hijos Basales	Fruta	jugo/fruta
Repeticiones	3	373,43 <sup>ns</sup>	8,98 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>**</sup>
Tratamientos	26	21.679,66 <sup>**</sup>	549,56 <sup>**</sup>	20,08 <sup>**</sup>
Nitrógeno	2	38.721,85 <sup>**</sup>	1001,87 <sup>**</sup>	28,92 <sup>**</sup>
N <sub>1</sub>	1	59.053,39 <sup>**</sup>	1464,07 <sup>**</sup>	44,34 <sup>**</sup>
N <sub>a</sub>	1	8.390,32 <sup>**</sup>	539,70 <sup>**</sup>	13,50 <sup>**</sup>
Fósforo	2	42.054,15 <sup>**</sup>	601,73 <sup>**</sup>	9,27 <sup>**</sup>
P <sub>1</sub>	1	78,598,86 <sup>**</sup>	902,42 <sup>**</sup>	7,37 <sup>**</sup>
P <sub>a</sub>	1	5.509,45 <sup>**</sup>	301,04 <sup>**</sup>	11,17 <sup>**</sup>
Potasio	2	162.167,04 <sup>**</sup>	4873,27 <sup>**</sup>	193,67 <sup>**</sup>
K <sub>1</sub>	1	291.579,39 <sup>**</sup>	8670,25 <sup>**</sup>	341,51 <sup>**</sup>
K <sub>a</sub>	1	32.754,69 <sup>**</sup>	1076,29 <sup>**</sup>	9,20 <sup>**</sup>
NxP	4	2.647,10 <sup>**</sup>	34,58 <sup>**</sup>	1,11 <sup>**</sup>
NxK	4	9.019,31 <sup>**</sup>	168,68 <sup>**</sup>	7,07 <sup>**</sup>
PxK	4	8.634,40 <sup>**</sup>	90,57 <sup>**</sup>	5,09 <sup>**</sup>
NxPxK	8	822,73 <sup>**</sup>	19,56 <sup>**</sup>	0,67 <sup>**</sup>
Error	78	168,84	4,34	0,24
Coefficiente Varación		16,06	20,08	15,00

Cuadro 3 Efecto de niveles crecientes de N,P y K sobre los factores de producción de la piña en Buenos Aires de Puntarenas.

Tratamiento	Hijos basales $\bar{X}$ fruta	Fruta ton/ha $\frac{1}{/}$	Jugo ml/piña $\frac{2}{/}$
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,03	11,6	29,5
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,73	30,5	138,5
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,34	31,6	147,1
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	0,34	16,7	25,8
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,96	34,5	134,6
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	4,15	41,9	205,8
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	0,41	16,3	32,8
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	3,96	37,3	138,3
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,80	36,8	159,5
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,13	18,4	61,1
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,65	36,6	155,3
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	4,21	46,0	239,9
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	0,21	19,5	40,1
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	7,08	57,6	245,4
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	8,84	66,7	369,1
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	0,70	21,8	44,9
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	8,01	56,3	212,6
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	10,15	67,7	334,0
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,08	16,0	52,0
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	3,46	38,9	166,5
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	4,61	47,4	241,3
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	0,18	15,9	32,4
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	8,10	58,0	234,9
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	9,10	68,2	394,0
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	0,16	18,6	34,8
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	9,50	59,6	237,1
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	11,30	64,6	325,1

1 / Toneladas métricas (1000 kg).

2 / Jugo fácilmente extractable.

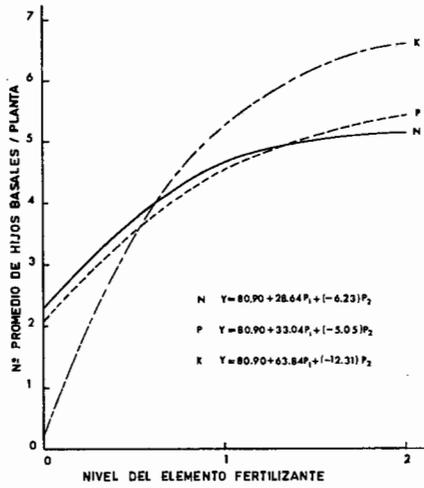


Fig. 1 - Efecto de la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno fósforo y potasio sobre la producción de hijos basales de la pifa en Buenos Aires de Puntarenas.

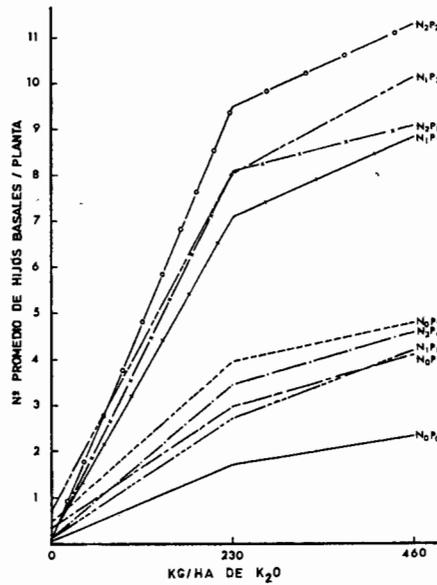


Fig. 2 - Efecto de la interacción N x P x K, sobre la producción de hijos basales de la pifa en Buenos Aires de Puntarenas.

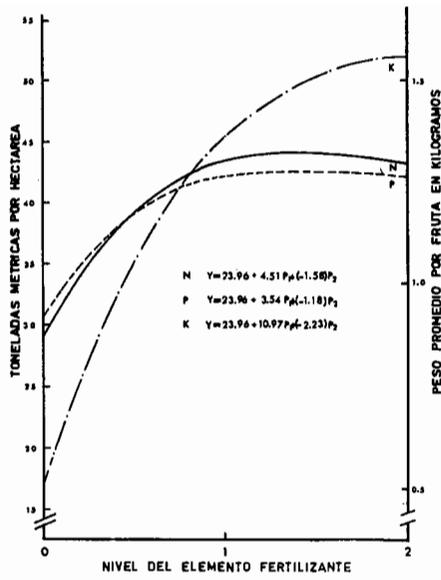


Fig. 3 - Efectos de la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de fruta de la piña en Buenos Aires de Puntarenas.

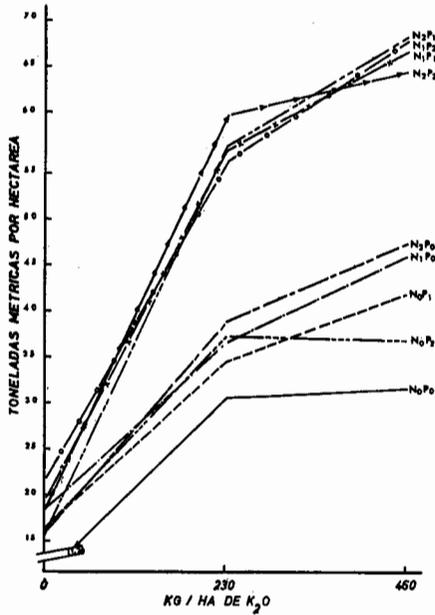


Fig. 4 - Efecto de la interacción N x P x K sobre la producción de fruta de la piña en Buenos Aires de Puntarenas.

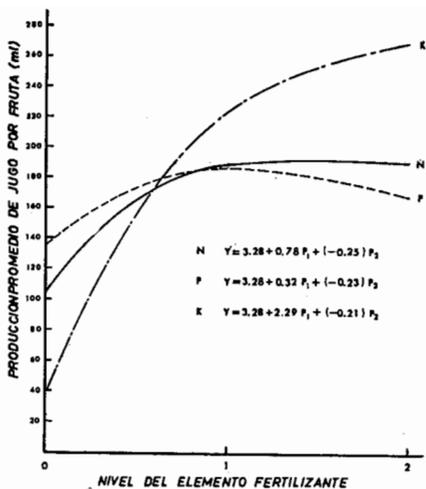


Fig. 5 - Efecto de la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno fósforo y potasio sobre la producción de jugo en frutas de piña en Buenos Aires de Puntarenas.

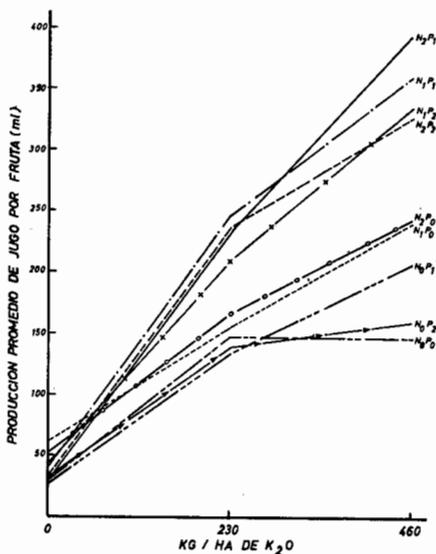


Fig. 6 - Efecto de la interacción N x P x K sobre la producción de jugo en frutas de piña en Buenos Aires de Puntarenas.

El efecto del nitrógeno fué muy importante al aumentar la producción de hijos basales, rendimiento de fruta y cantidad promedio de jugo por fruta producidos.

Lo que concuerda con los resultados obtenidos por Py et al (6) Samuels, Landrau y Olivencia (10); Samuels, Alera-Alera y Jackson (7); Cannon (1) y Samuels y Gandía (8); los que obtuvieron los rendimientos máximos en cuanto a producción de hijos basales y rendimiento de fruta al usar niveles de 420 lbs/ha (168 lbs/acre) hasta 1200 lbs/ha de N (480 lbs/acre).

El efecto del fósforo fué muy importante aquí la de fruta y jugo fueron muy bajas. El fósforo en esta zona es necesario debido a que el suelo donde se sembró el ensayo contiene únicamente trazas de este elemento (5) en desacuerdo con Py et al (6) y Cannon (1) - que no encontraron respuesta a aplicaciones de fósforo, sin embargo Samuels y Gandía (8) y Collins (2) si obtuvieron respuesta a aplicaciones de 140 lbs/acre y 285 lbs/ha (114 lbs/acre) de fósforo.

La respuesta del potasio fue la más importante. Lo mismo que Py et al (6) y Samuels Landrau y Olivencia (10) se encontró un aumento en la producción de hijos basales, rendimiento de fruta, así como su peso promedio y cantidad de jugo por fruta. La ausencia de potasio al mismo tiempo determinó los rendimientos más bajos.

Por haber sido la interacción NxPxK altamente significativa en todos los factores de producción no se pueden usar separadamente - estos tres elementos.

Fue interesante el efecto de N en ausencia de potasio el que determinó una deficiencia tan marcada de este último elemento que el 80 por ciento de las plantas murieron después de la cosecha debido a esta deficiencia.

Los niveles intermedios de nitrógeno y fósforo son los que produjeron más a menor cantidad de elemento usada por lo que pareciera que son los más indicados a usar.

El potasio si produjo un aumentó sustancia aún en el nivel alto a pesar de su efecto cuadrático por lo que es posible usarlo.

La cantidad de N-P-K indicada a usar es de 230 kg/ha de N, 138 kg/ha de  $P_2O_5$  y 430 kg/ha de  $K_2O$  en forma de sulfato de amonio, triple superfosfato y sulfato de potasio.

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se probaron tres niveles de N, P y K con una densidad de siembra de 33,333 plantas p/ha de la variedad de piña Montelirio en suelos latosólicos en Buenos Aires de Puntarenas.

Se encontró un aumentó cuadrático de los tres elementos en cuanto a producción de hijos basales, rendimiento de fruta, peso promedio de fruta y producción de jugo.

Los tres elementos son necesarios para obtener una buena cosecha como lo demuestra la interacción NxPxK altamente significativa en los tres factores estudiados.

El uso de 230, 138 y 430 kg/ha de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente parecen ser las cantidades más indicadas de estos elementos y en la forma de sulfato de amonio y triple superfosfato de potasio,, aplicados en terceras partes a 1, 8 y 13 meses después de la siembra.

Literatura Citada

- 1- Cannon, R.C. 1962. Pineapple growing in Australia. World - Crops 14 (5) : 147-9
- 2- Collins, J.L. 1960. The pineapple. Leonard Hill Ltda. London
- 3- Gurdíán, R., M. Soto y R. Rodríguez. 1965. Proyecto para la expansión del cultivo de piña. Banco Central de - Costa Rica y Oficina de Planificación. Presidencia de la República.
- 4- Martín-Prével, P. 1961. Bilan minéral de l' ananas au stade récolte. R.A. IFAC, Doc. 91
- 5- Laboratorio de Análisis de Suelos. 1965. Comunicación perso - nal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.
- 6- Py, C., M.A. Tisseau, B. Oury et F. Ahamada. 1957. Abonadu - ra de la piña Tropical. Fertilité 3:5-25
- 7- Samuels, G., S. Alers-Alers and G.C. Jackson. 1958. Influen - ce of fertilizers on yields of pineapples on a Coto clay. J. Agrc. Univ. Puerto Rico 42 (1): 12-26
- 8- \_\_\_\_\_ and H. Gandía Días. 1960. Anmonium sulphate - and urea as nitrogen sources for pineapples in Puer - to Rico. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Caribbean Re - gión. 5: 19-25
- 9- \_\_\_\_\_, P. Landrau and S. Alers-Alers. 1956. Influence of phosphate fertilizers on pineapple yields. J. - Agric. Univ. Puerto Ricc. 40 (4): 218-23.
- 10- \_\_\_\_\_, P. Landrau and R. Olivencia. 1955. Response of Pineapples to the application of fertilizers. J. - Agrc. Univ. Puerto Rico. 39 (1): 1-11