ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS EFECTOS DE LAS APLICACIONES DE CaCO Y CACHAZA SOBRE EL MEJORAMIENTO DE UN SUELO FERRALITICO AMARILLENTO Y LOS RENDIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZUCAR I. RESULTADOS DE CAÑA PLANTA

N. MEDINA

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

Se estudió comparativamente el efecto del encalado y las aplicaciones de cachaza sobre el mejoramiento de un suelo ferralítico amarillento conorecionario y los rendimientos de la caña de azúcar cultivada en el mismo. El diseño utilizado fue el de parcela dividida con 4 repeticiones, empleándose dos niveles de cachaza en las parcelas principales (0 y 200 t/ha, base húmeda) y cinco niveles de $CaCO_3$ en las subparcelas (0, 3, 6, 9 y 12 t/ha), con la variedad P.R.980. Se tomaron muestras de suelo cada dos meses, así como foliares y de azucarería a partir del 3to. mes y durante la cosecha, respectivamente, calculándose los rendimientos [illegible] de

caña planta mostraron que tanto el encalado como la aplicación de cachaza mejoraron las características ácidas del suelo, mientras que ninguno de los niveles de $CaCO_3$ tuvo efecto significativo sobre el contenido de nutrientes de la planta, ni sobre la calidad de los jugos y los rendimientos agrícolas e industriales. La aplicación de cachaza mejoró significativamente la fertilidad del suelo y los contenidos de nutrientes en planta, así como elevó significativamente las t caña/ha y t pol/ha en un 51 y 58%, respectivamente, no teniendo ningún efecto sobre la calidad de los jugos.

En el Macizo Cañero del Este de La Habana hay áreas relativamente extensas donde se cultiva la caña de azúcar en suelos muy poco productivos por sus malas características químicas y físicas, tales como: acidez elevada, pobre fertilidad natural, drenaje superficial e interno deficiente y estructura muy consistente (Instituto de Suelos, 1973), todo lo cual se traduce en la obtención de bajos rendimientos agrícolas e industriales, mala adaptación de las variedades más productivas, así como en la duración de las cepas.

Estudios realizados en esta zona sobre suelos similares a los descritos anteriormente encontraron que se podían obtener alimentos sustanciales en la producción de caña y azúcar utilizando métodos de preparación del suelo que mejoraran las propiedades físicas y el drenaje de los mismos, así como mediante la aplicación de dosis elevadas de cachaza (200 t/ha, base húmeda), pero no encontraron respuesta a niveles de encalado tan altos como 20 t/ha (Paneque y Moreno, 1975). Otros trabajos realizados en Cuba y en el extranjero confirmaron el efecto de la cachaza en la elevación de los rendimientos de la caña.

Por otra parte, las respuestas de la caña de azúcar al encalado son contradictorias a nivel mundial (Davidson, 1965; Humbert, 1974), no existiendo en nuestro país gran experiencia al respecto. No obstante se recomienda la aplicación

del encalado en todos aquellos suelos que presentan características ácidas.

Basándose en esto se llevó a cabo un experimento con el objetivo de estudiar los efectos de las aplicaciones de cachaza y el encalado, de forma comparativa, sobre el mejoramiento de suelos con características adversas del tipo antes descrito, así como sobre los rendimientos de la caña cultivada en los mismos a fin de poder determinar cuál material o combinación de ambos resultaba más adecuado, tanto técnica como económicamente, para alcanzar dicho objetivo.

En el presente trabajo se presentan los resultados de caña planta.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo dentro de un campo típico en áreas de la Empresa Cañera "Rubén Martínez Villena", ubicada dentro de los 22°57' y 23°03' lat. N y 82°04' y 82°10' long. O (Ac. de Ciencias, 1970) en la provincia de La Habana sobre un suelo ferralítico amarillento conorecionario sobre materiales transportados y roca caliza, profundo (Inst. suelos, 1975), con una precipitación media anual de 1440 mm y a 108 m sobre el nivel del mar. En la Tabla 1 se muestran los los resultados de los análisis químicos que caracterizaron al suelo antes de iniciar el experimento.

Se realizó la preparación del suelo de acuerdo a las normas para el cultivo y a continuación se hicieron las aplicaciones de cachaza y carbonato de calcio por parcela, utilizando para la cachaza una esparcidora de abono orgánico 1-PTU-40; y el $CaCO_3$ a voleo, manualmente. La plantación se efectuó inmediatamente después de preparado el suelo, en abril de 1976, empleando la variedad PR-980, con estacas de 3 yemas, a surco corrido y 1,60 m entre surcos, aplicándose una fertilización de fondo de fórmula 14-6-18 a razón de 373 kg/ha.

El diseño utilizado fue el de parcela dividida con 4 repeticiones, empleándose 2 niveles de cachaza en las parcelas principales (0 y 200 t/ha, base húmeda) y 5 niveles de $CaCO_3$ en las subparcelas (0, 3, 6, 9 y 12 t/ha. Las dimensiones de las subparcelas fueron de 75 m^2 (7,8 x 9,6 m) tomándose

50 m^2 como área de cálculo. En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados de los análisis químicos y físicos que caracterizan a los materiales empleados en los tratamientos.

La agrotecnia del cultivo fue la convencional, efectuándose una aplicación de urea a los 5 meses de sembrado a razón de 149 kg/ha. El área experimental se mantuvo libre de vegetación espontánea mediante la utilización de herbicidas y cultivos mecánicos. Se realizaron 3 riegos de supervivencia, por aspersión y en lo sucesivo, la caña se mantuvo en condiciones de secano.

Durante el desarrollo del experimento se tomaron muestras de suelo por parcela, cada 2 meses, determinándose en las mismas el pH en H_2O y KCl, acidez hidrolítica, acidez intercambiable (total y sus componentes), materia orgánica, fósforo asimilable y cationes intercambiables. Así mismo se tomaron muestras foliares por parcela cada 45 días a partir del 5to. mes de emergencia de las plantas, utilizando el tercio central de las láminas de hojas TVD (Evans, 1955; Farquhar y Lee, 1962), en las cuales se determinaron los niveles de los macronutrientes (N, P, K y Ca) y de algunos micronutrientes (Mg, Fe, Cu y Zn). En el momento de cosecharse tomaron 5 tallos por parcela para análisis de azucarería (Kerr, 1938) determinándose en los mismos el brix, % de pol, pureza y contenido de reductores. Se efectuaron también conteos de población y mediciones de crecimiento (altura).

La cosecha se efectuó en caña quemada en abril de 1977, y con los datos del rendimiento agrícola y del análisis de azucarería se calcularon las t caña/ha, t pol/ha y la relación t caña/t pol.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Efectos sobre las características del suelo

Desde los Gráficos 2 hasta el 10 se muestran los efectos de los distintos tratamientos con el tiempo sobre los principales parámetros químicos y químico-físicos del suelo donde se desarrolló el experimento.

Se encontró que ni las aplicaciones de $CaCO_3$ ni las de cachaza tuvieron efecto sobre los contenidos del Na, K y Mg intercambiables, tendiendo los valores de los mismos, en ge-

neral, a mantenerse constantes con el tiempo aun cuando se - presentaron algunas fluctuaciones que parecen estar relacionadas con el comportamiento de la precipitación, a través de su efecto sobre la solución del suelo.

El contenido de Ca intercambiable, de acuerdo con lo -- que debía esperarse, mostró respuestas significativas tanto a las aplicaciones de $CaCO_3$ como de cachaza (Gráficos 2-a y b), observándose que dichas respuestas eran proporcionales a los aumentos en los niveles de ambos materiales. Se destaca el hecho de que la aplicación de cachaza por sí sola, fue -- equivalente a la aplicación de $CaCO_3$ a razón de 6 t/ha, pues elevó el contenido de Ca en 2,1 meq/100 g contra 1,5 meq/100 g, que fue el aumento producido por la dosis de $CaCO_3$ ya men- - cionada, lo cual resulta lógico al tener en cuenta el alto - contenido de Ca que posee la cachaza (Tabla 2).

Tanto el pH en H_2O como el KCl aumentaron significativa y proporcionalmente con los niveles aplicados de $CaCO_3$, pero sólo el pH en KCl respondió a las aplicaciones de cachaza -- (Gráficos 3-a y b y 4). En relación con las respuestas al - $CaCO_3$, éstas se justifican dado el carácter básico de este - material, mientras que, por otra parte, el efecto de las - - aplicaciones de cachaza sobre el pH en KCl y sobre el pH en H_2O, puede estar vinculado con la estrecha relación de de- - pendencia existente entre los valores del pH en soluciones - salinas (KCl en este caso) y el contenido de sales en la solución del suelo, de las cuales la cachaza hace un aporte -- considerable por su composición química (Tabla 2). Debe -- señalarse nuevamente el efecto de la sola aplicación de ca-- chaza al elevar el pH en KCl en 0,6 unidades, resultado muy similar al obtenido al aplicar 6 t/ha de $CaCO_3$, lo cual - - elevó el valor de dicho pH en 0,8 unidades. Esto se expli-- ca, como se señaló anteriormente, por los altos contenidos - de Ca en la cachaza. Se apreciaron también grandes varia- - ciones en los valores del pH en KCl con el tiempo, sobre todo en los tratamientos donde se aplicó $CaCO_3$ en grandes cantidades, lo cual puede estar relacionado directamente con -- las fluctuaciones en la concentración salina del suelo pro-- vocadas por el comportamiento alternante de la precipita- -- ción, ya mencionado.

La acidez intercambiable, que presenta valores sumamente bajos en este suelo (Tabla 1), no presentó respuesta a las aplicaciones de cachaza, pero sí a las de $CaCO_3$, disminuyendo gradualmente al aumentar los niveles de éste (Gráfico 5). La acidez hidrolítica, por su parte, disminuyó significativa y proporcionalmente con la aplicación de dosis crecientes, tanto de $CaCO_3$ como de cachaza, (Gráficos 6-a y b). Aquí debe volverse a señalar el efecto de la aplicación de cachaza sin $CaCO_3$, la cual disminuyó el valor de la acidez hidrolítica en 2,7 meq/100 g, mientras que la aplicación de $CaCO_3$ al nivel de 3 t/ha produjo una disminución de 3,5 meq/100 g, lo que se traduce en un efecto muy similar. Estas respuestas de ambas formas de acidez son el resultado del efecto sustituyente del ion Ca^{2+}, aportado por el $CaCO_3$ y la cachaza y por los iones H^+ y Al^{3+}, responsables de estas formas de acidez.

La capacidad de intercambio catiónico, de acuerdo al comportamiento teórico previsto y reportado (Toth, 1964; Coleman y Thomas, 1967; Black, 1968), no varió significativamente con las aplicaciones de $CaCO_3$, ya que con éstas sólo tuvo lugar un proceso de intercambio de cationes menos fuertemente adsorbidos (como H^+, NH_4+, Al^{3+}) por el catión Ca^{2+}, más fuertemente adsorbido por el complejo de intercambio (Wiklander, 1964), pero sí aumentó significativamente con la aplicación de cachaza (Gráfico 7), dado el aumento en el contenido de material adsorbente del suelo, específicamente de materia orgánica, que se produce al adicionarse 200 t/ha de cachaza. La disminución súbita que se observa en el Gráfico para los valores de la CIC, tanto en los tratamientos donde no se aplicó como en los que recibieron cachaza, puede ser explicada de acuerdo con otros trabajos (Coleman y Thomas, 1967), por una disminución en el número de sitios de intercambio provocada por el encalado, al desplazar a los cationes Al^{3+} y formar éstos policationes hidroxilados no intercambiables que ocupan las posiciones de intercambio donde anteriormente se encontraban dichos cationes Al^{3+}. Posteriormente, al aumentar el valor del pH por encima de 5,5 como consecuencia del propio encalado, dichos sitios dejan de estar ocupados por los policationes, por solubilización de los mismos, y vuelve a aumentar el valor de la CIC,

lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este experimento.

La saturación por bases del complejo de intercambio aumentó significativamente con las aplicaciones de ambos, el $CaCO_3$ y la cachaza, de forma proporcional al incremento en los niveles (Gráfico 8-a y b), lo cual se explica por la incorporación al complejo de intercambio de altas cantidades de Ca, suministrado tanto por el $CaCO_3$ como por la cachaza, y el consecuente desplazamiento de los cationes no básicos como el H^+ y el Al^{3+}.

El contenido de materia orgánica no mostró respuesta a las aplicaciones de $CaCO_3$, pero aumentó significativamente con la aplicación de cachaza (Gráfico 9), dada la naturaleza netamente orgánica de este material (Arzola, 1968). Puede observarse la tendencia a la disminución del contenido de materia orgánica con el tiempo, lo cual puede estar relacionado con el incremento en la actividad microbiológica del suelo, producida por el aumento en el contenido de Ca proveniente del encalado (Humbert, 1974), que da lugar a la descomposición y mineralización de los materiales orgánicos. El contenido de P asimilable, de igual forma, no presentó respuesta al $CaCO_3$ pero sí a la cachaza, aumentando significativamente (Gráfico 10), lo cual era de esperar dado el alto contenido de este elemento que posee (Tabla 2). Se observa la tendencia al aumento de los contenidos de P con el tiempo, tanto para los tratamientos que recibieron como los que no recibieron cachaza; esto es una consecuencia del proceso de descomposición y mineralización de la materia orgánica ya visto anteriormente.

Analizando de forma general todas las variables estudiadas para el suelo en cuestión, vemos que el efecto mejorador sobre las características ácidas del mismo que tuvieron las aplicaciones de $CaCO_3$ corrobora una vez más los resultados obtenidos por innumerables investigadores en diversos países que han practicado el encalado, pero se destaca el hecho de que las aplicaciones de cachaza a niveles de 200 t/ha, por sí solas, igualan el efecto mejorador del encalado, hasta los niveles de 3-6 t/ha de $CaCO_3$, lo cual con-

firma los resultados obtenidos en suelos similares a los utilizados en este experimento (Paneque y Moreno, 1975). Además, se confirman también los beneficios adicionales que aporta al suelo el empleo de la cachaza, como son: la elevación de los contenidos de nutrientes esenciales como el P y el Ca, y aumentos en el contenido de materia orgánica y en los valores de la capacidad de intercambio catiónico, lo cual coincide con resultados reportados sobre el empleo de la cachaza (Samuels y Landrau, 1956; Golden, 1968; Arzola, 1968; Guijarro, García y Díaz, 1977).

b) Efectos sobre el contenido de nutrientes en la planta

Las aplicaciones de $CaCO_3$ no tuvieron efecto a ningún nivel sobre los contenidos de los macro y micronutrientes determinados en las hojas TVD, entre el momento en que se comenzaron los muestreos y la cosecha (5 a 11 meses de edad de la plantación), aun cuando debían esperarse algunas respuestas como: aumento en los contenidos de Ca y Mg, (dadas las grandes cantidades de estos elementos aportados al suelo), aumento de los contenidos de P (al mejorarse la asimilabilidad del mismo por pasar a formas más solubles al aumentar el pH), disminución en los contenidos de K, (por el antagonismo reportado entre este elemento y el calcio, (Evans, 1959), disminución en los contenidos de algunos micronutrientes (por reducirse su disponibilidad en el suelo, al pasar en formas insolubles por efecto del aumento de pH provocado por el encalado).

Sin embargo, se produjeron aumentos significativos en los contenidos de P, Ca, Mg y Zn con las aplicaciones de cachaza, lo cual coincide con los reportes de otros experimentos (Arzola, 1968; Alomá, 1973), destacándose el hecho de que dichos aumentos se mantuvieron hasta el momento de la cosecha. Estas respuestas, sin lugar a dudas, se deben a las grandes aportaciones que de estos elementos hace la cachaza, dados los contenidos sumamente altos de los mismos en este material (Tabla 2), así como por el hecho, reportado por otros investigadores (Alomá, 1973), que dichos nutrientes son aportados por la cachaza como complejos órganominerales fácil y rápidamente absorbibles por las plantas. Por otra parte, se observa una disminución significativa en los

contenidos de K al aplicar cachaza, lo cual puede haberse -- debido al antagonismo K-Ca, mencionado anteriormente.

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis-foliar realizado a los 5 meses de edad. Se puede observar - en la misma las diferencias ya analizadas en el contenido de nutrientes, al aplicar o no la cachaza.

Debe señalarse que estos contenidos se encuentran den-- tro del rango reportado como normal para el cultivo (De Da-- tta, 1962; Humbert, 1974), aun cuando los valores del N son algo mayores y los del P y K ligeramente menores que los - - considerados óptimos, de acuerdo con el tejido empleado (Ha-lais, 1962), lo cual está relacionado con la variabilidad -- varietal que presentan los contenidos de nutrientes en la -- planta (Van Dillewijn, 1966; Humbert, 1974).

c) Efectos sobre la calidad de los jugos

Tanto las aplicaciones de $CaCO_3$ como las de cachaza no tuvieron efecto sobre los diferentes parámetros que caracte-rizan la calidad de los jugos, como el brix, % de pol, pure-za y contenido de azúcares reductores, lo cual coincide con otros trabajos (Paneque y Moreno, 1975), no encontrándose -- los efectos detrimentales reportados para el empleo de la -- cachaza (Arzola, 1968; Alomá, 1973) y el $CaCO_3$ (Doty, 1935; Turner, 1935; Davidson, 1965), de disminuir los contenidos - de azúcar de la caña.

En la Tabla 5 se presentan los valores de los principa-les parámetros de azucarería obtenidos en el momento de la - cosecha.

d) Efectos sobre los rendimientos y sus componentes

Contrariamente a lo reportado en la mayoría de los es-- tudios sobre encalado en áreas cañeras del mundo, no se ob-- tuvo respuesta de los rendimientos ni de sus componentes a las aplicaciones de $CaCO_3$, independientemente de los niveles empleados (Tabla 6), lo cual coincide con los reportes de -- estudios en suelos semejantes de la zona (Paneque y Moreno, 1975). Esto nos indica que las características ácidas de -- estos suelos no parece ser la limitante para la obtención de altos rendimientos en el cultivo, lo cual resulta lógico, ya que los niveles de las formas de acidez consideradas tóxicas

(al intercambiable) son sumamente bajos en este suelo (Tabla 1), además del hecho, reportado por numerosos autores, de que la caña de azúcar es un cultivo que se desarrolla satisfactoriamente en un amplio rango de valores de pH del suelo (Jacobs y Vexkull, 1968; Humbert, 1974). Por otra parte, existe otra razón, que consideramos la más importante, para explicar esta falta de respuesta y radica en el hecho de que la mayoría de las respuestas en caña al encalado han tenido lugar en suelos ácidos con bajos contenidos de Ca asimilable para las plantas (Humbert, 1974), situación que no se presentó en los suelos donde se desarrolló el experimento, los que están bien provistos de este elemento.

Sin embargo, se obtuvieron incrementos altamente significativos en los rendimientos y sus componentes al aplicar cachaza (Tabla 7). Resultados similares se han encontrado con la utilización de este material, tanto en caña de azúcar como en otros cultivos (Arzola, 1968; Alomá, 1973; Treto, 1975; Paneque y Moreno, 1975; Grass, 1977; Guijarro, García y Díaz, 1977) y pueden ser explicados al analizar los efectos ya discutidos sobre la fertilidad y propiedades químico-físicas del suelo y sobre el estado nutricional de las plantas, los cuales son de gran importancia en estos suelos poco fértiles; esto se manifiesta a través de un mejor desarrollo del cultivo, como muestran los datos de población y altura, y por lo tanto, en la obtención de mayores rendimientos agrícolas e industriales, los cuales son superiores en un 51 y 58% respectivamente obtenidos cuando no se aplicó cachaza.

1. Las aplicaciones de $CaCO_3$ tuvieron un efecto mejorador sobre las características ácidas del suelo, confirmándose la experiencia común al emplear esta práctica, pero éstas no tuvieron influencia alguna sobre el estado nutricional de las plantas y la calidad de los jugos ni sobre los rendimientos agrícolas e industriales a ningún nivel utilizado, por lo que no parece justificado su empleo para favorecer el cultivo de la caña de azúcar en estos suelos.

2. La aplicación de cachaza a razón de 200 t/ha tuvo un efecto sobre el mejoramiento de la acidez del suelo, equivalente a la aplicación de 3-6 t/ha de $CaCO_3$.

3. Se obtuvieron efectos beneficiosos adicionales al aplicar cachaza, tales como: aumento en los contenidos de algunos nutrientes como el P y el Ca, en formas fácilmente asimilables, y se elevaron los contenidos de materia orgánica y los valores de la capacidad de intercambio catiónico, lo cual se tradujo en un aumento de la fertilidad del suelo.

4. El empleo de la cachaza aumentó significativamente los contenidos en planta en varios elementos esenciales como el P, Ca, Mg y Zn, lo cual justifica su empleo como fuente de nutriente para el cultivo.

5. No se observó ningún efecto sobre la calidad de los jugos al aplicar cachaza, no confirmándose los criterios de que la adición de este material disminuye los contenidos de azúcar en caña.

6. Los rendimientos, tanto agrícolas como industriales, se incrementaron significativamente con el empleo de la cachaza en un 51 y 58% respectivamente, lo que unido a los efectos mejoradores que tiene este material sobre la fertilidad del suelo, constituyen argumentos sólidos para recomendar su empleo en escala de producción.

COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTS OF $CaCO_3$ AND FILTER PRESS MUD APPLICATIONS ON THE AMELIORATION OF A YELLOWISH FERRALITIC SOIL AND SUGARCANE YIELDS I. RESULTS OF PLANT CANE

The effect of liming and filter press mud applications on the amelioration of a yellowish ferralitic concretionary soil and yields of the sugarcane grown on it was studied comparatively, using a split plot design with four replications, besides applying two levels of filter press mud in the main plots (0 and 200 t/ha wet weight) and five levels of $CaCO_3$ in the subplots (0,3,6,9 and 12t/ha) with the variety P.R. 980. Soil, leaf and stalk samples were taken bimonthly, starting from the 5th month and at harvest, respec-

tively, for calculating yields in burnt - cane. Plant cane results showed that - - both liming and filter press mud applications amend the acid characteristics of - the soil, but none of $CaCO_3$ levels had -- significant effects upon the nutrient -- content of the plant, nor juice quality, nor cane and sugar yields. On the other hand, applications of filter press mud -- improved significantly soil fertility as well as the nutrient content of the plant, besides the significant increment of cane t/ha in 51 and 58% respectively, having - no effect on juice quality.

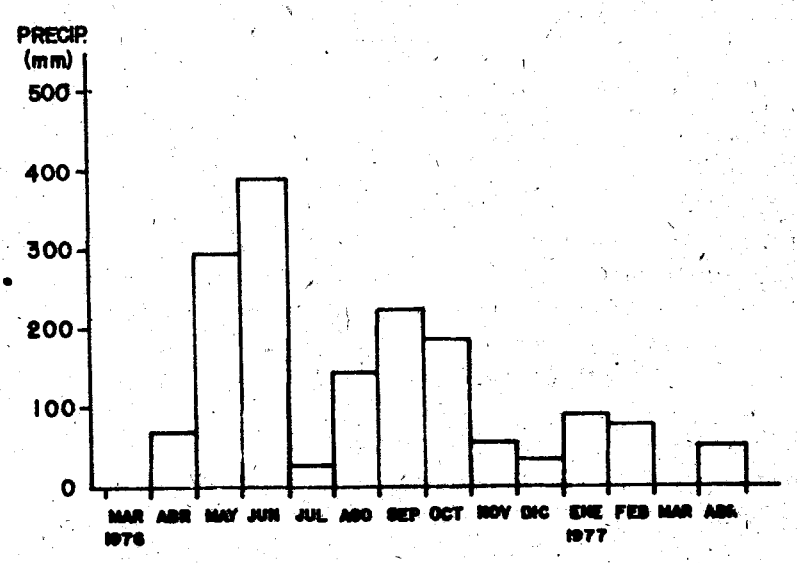

GRAFICO 1. Precipitación caída en la zona durante el experimento.

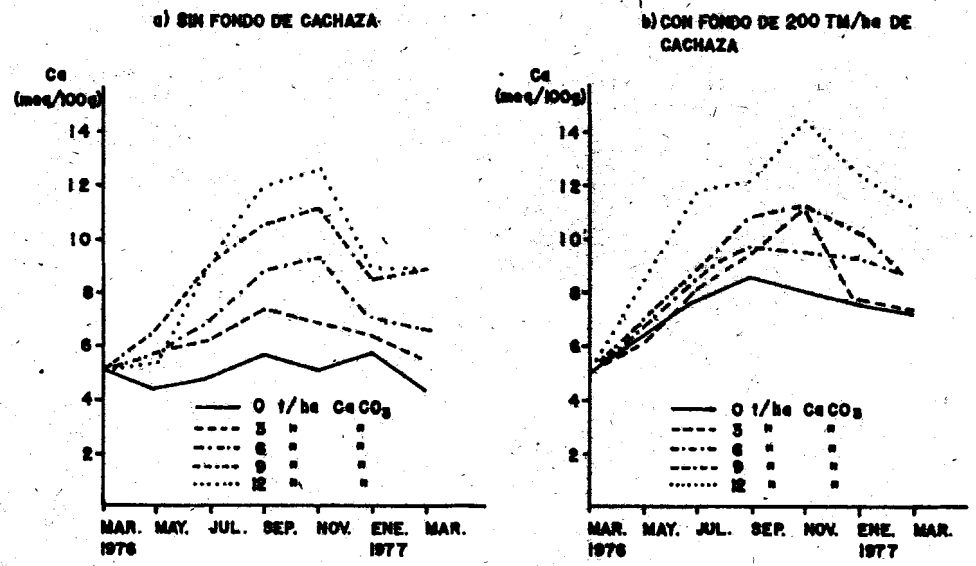

GRAFICO 2. Comportamiento del Ca intercambiable del suelo - con el tiempo según los niveles aplicados de $CaCO_3$.

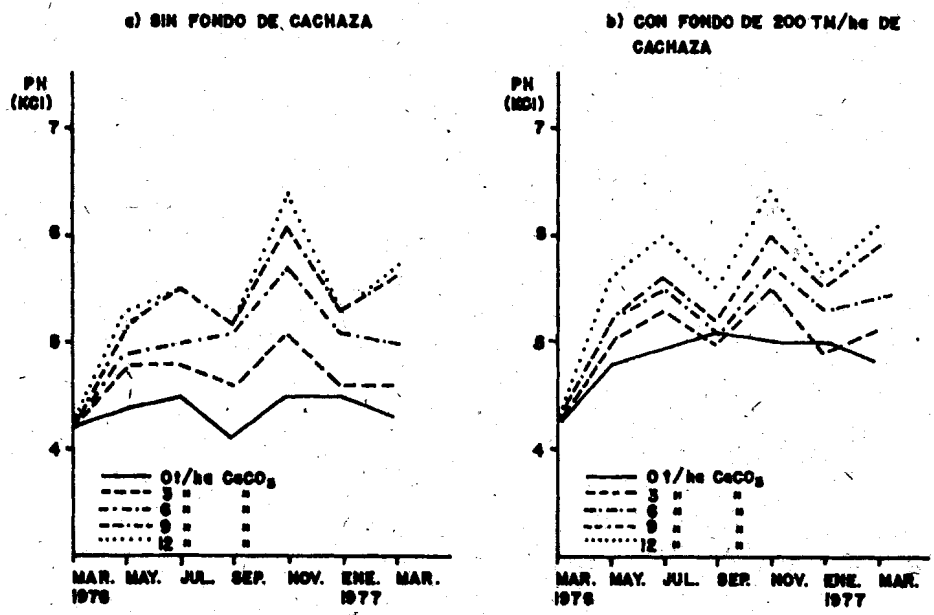

GRAFICO 3. Comportamiento del pH(KCl) del suelo con el tiempo según los niveles aplicados de $CaCO_3$.

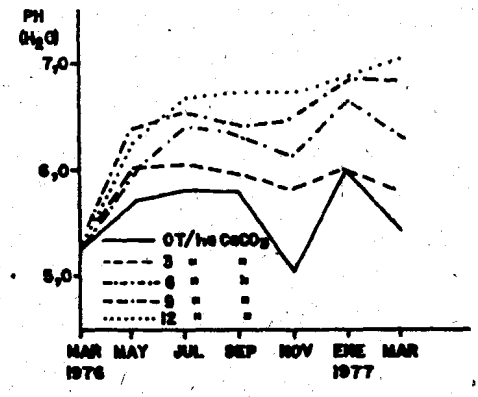

GRAFICO 4. Comportamiento de pH(H_2O) del suelo, con el - -- tiempo, según los niveles aplicados de $CaCO_3$.

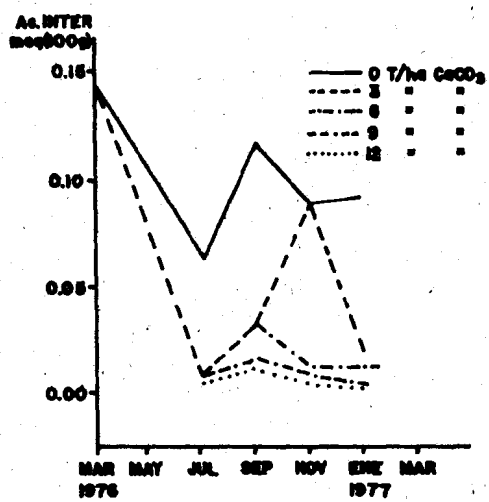

GRAFICO 5. Comportamiento de la acidez intercambiable del - suelo con el tiempo según los niveles aplicados de $CaCO_3$.

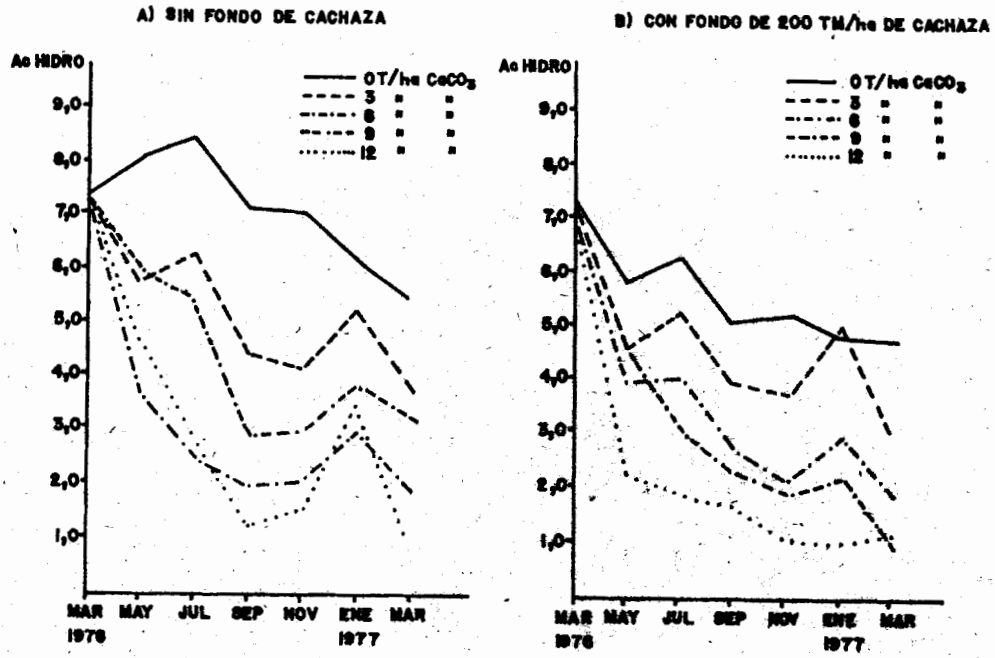

GRAFICO 6. Comportamiento de la acides hidrolítica del suelo con el tiempo, según los niveles aplicados de $CaCO_3$.

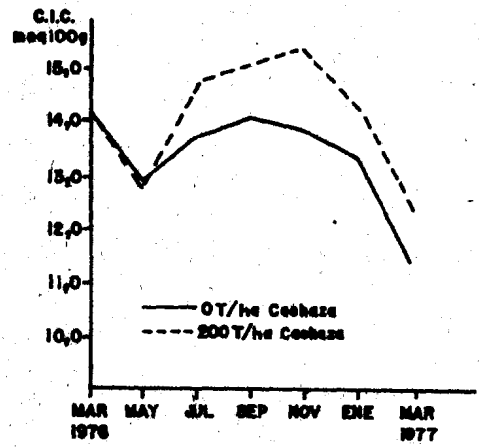

GRAFICO 7. Comportamiento de la capacidad intercambio catiónico del suelo con el tiempo según los niveles de cachaza.

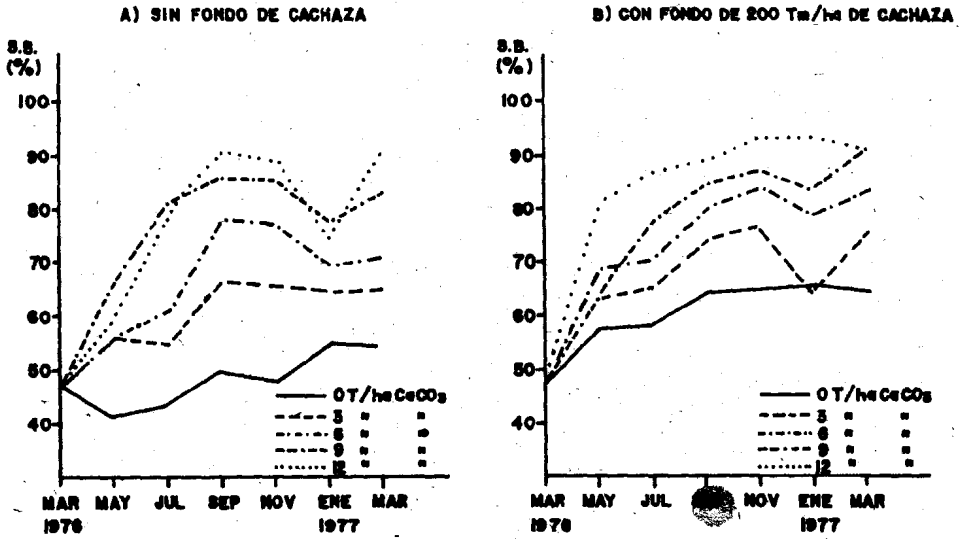

GRAFICO 8. Comportamiento de la saturación por base del - - suelo con el tiempo según el nivel aplicado de $CaCO_3$.

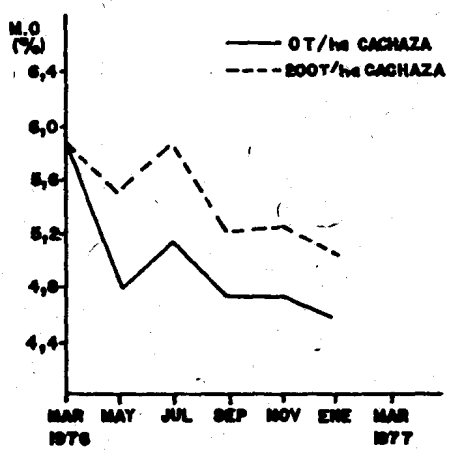

GRAFICO 9. Comportamiento de la materia orgánica del suelo con el tiempo según los niveles aplicados de cachaza.

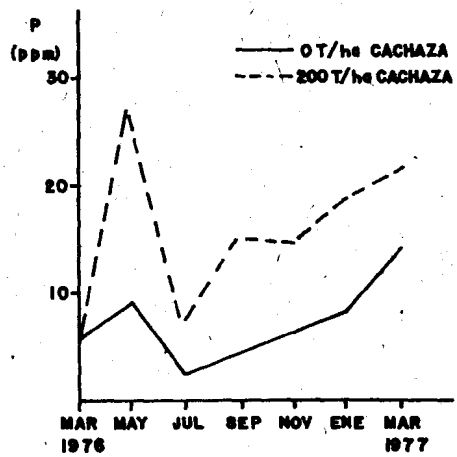

GRAFICO 10. Comportamiento del P asimilable del suelo con el tiempo según los niveles aplicados de cachaza.

TABLA 1. Análisis químico del suelo.

pH		AC. Hidrol.	AC. Interca. (meq/100 g)			Cation. Interc. (meq/100 g)				C.I.C.	S.B.	Mat. Org.	P Asim.	H Hid.	Conduc.
H_2O	KCl	(meq/100 g)	Total	H^+	Al^{3+}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	(meq/100 g)	(%)	(%)	(p.p.m.)	(mg/Kg)	(µS/cm)
5,2	4,2	7,42	0,15	0,05	0,10	0,11	0,17	5,08	1,32	14,25	46,9	5,93	5,4	29,7	91

TABLA 2. Análisis químico de la cachaza (Base seca).

HUMEDAD (%)	p^H H_2O	Mat. Org. (%)	N (%)	C/N	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Fe (%)	Cu (p.p.m.)	Zn (p.p.m.)	MA (p.p.m.)
68,0	7,2	31,36	1,65	19,0	1,33	3,80	0,24	0,19	3,70	280	388	2 400

TABLA 3. Análisis químico y físico de $CaCO_3$ (Base seca).

p^H	Ca (%) Como			Mg (%) Como			Alcalinid. Total como % $CaCO_3$	Densidad	Fineza (%)			
H_2O	Ca	CaO	$CaCO_3$	Mg	MgO	$MgCO_3$		(g/cm^3)	<0,2 mm	<0,5 mm	<1,0 mm	>1,0 mm
8,3	35,88	50,23	89,70	1,38	2,26	4,69	66,40	1,57	41,5	19,5	7,0	32,0

TABLA 4. Efecto de los niveles aplicados de cachaza sobre los contenidos de nutrientes - en la hoja TVD a los 5 meses de edad. (1).

Tratamiento T/Ha Cachaza	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
0	2,15	0,17 b	1,07 b	0,80 b	0,40 b	146	18	22 b
200	2,34	0,20 a	0,98 a	1,05 a	0,53 a	154	17	30 a
E.S.	0,26 ns	0,02*	0,09*	0,12**	0,09**	20,00 ns	4,45 ns	5,14**

(1) Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según docimá de rango múltiple de duncan P 0,05.

*Significativo A P 0,05.

**Significativo A P 0,01.

TABLA 5. Análisis de azucarería al momento de cosechar. (1).

Brix	% Pol Caña	Pureza	% Reductores
20,79	11,99	84,58	1,35

(1) Medias de todos los tratamientos.

TABLA 6. Efecto de los niveles aplicados de $CaCO_3$ sobre los rendimientos y sus componentes.

Tratamientos T/Ha $CaCO_3$	Población (Tallo/Ha)	Altura (cm)	T. Caña/Ha	T. Pol/Ha	Caña/T. Pol.
0	69025	226	59,38	7,07	8,42
3	52850	227	5525	6,49	8,48
6	52675	217	53,88	6,63	8,28
9	56125	214	59,75	6,97	8,56
12	55850	228	59,88	7,34	8,32
E.S.	5,39 ns	17,16 ns	8,41 ns	1,12 ns	0,58 ns

TABLA 7. Efectos de los niveles aplicados de cachaza sobre rendimientos y sus componentes. (1).

Tratamientos T/Ha Cachaza	Población (Tallos/Ha)	Altura (cm)	T. Caña/Ha	T. Pol/Ha	T. Caña/T. Pol.
0	48810 b	200 b	44,00 b	5,34 b	8,31
200	61800 a	245 a	71,25 a	8,45 a	8,51
E.S.	5,38**	17,16**	8,41**	1,12**	0,58 ns

(1) Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según docima de rango múltiple de dunoan A P 0,05.

**Significativo A P 0,01.

REFERENCIAS

Academia de Ciencias de Cuba-Atlas Nacional de Cuba, La Habana, 1970.

ALOMA, V.: La cachaza como fertilizante de la caña de azúcar. Rev. Agric. VI, Nº 1, La Habana, 1973.

ARZOLA, N.: Algunos aspectos de interés sobre la utilización de la cachaza en el cultivo de la caña de azúcar. Ac. Ciencias Cuba. Serie "Caña de Azúcar" Nº 10, La Habana, 1968.

BENNETT, H.H. y R.V. ALLISON (1928): Los suelos de Cuba. Ed. Revolucionaria, La Habana, 1966.

BLACK, C.A.: Soil-plant relationships 2nd ed., Wiley, New Yor, 1968.

COLEMAN, N.T. y G.W. THOMAS: The basic chemistry of soil acidity, en: Pearson, R.W. and F. Adams (Eds.). Soil acidity and liming. Am. Soc. Agron. Mon. Nº 12, Madison, 1967.

DAVIDSON, L.G.: The effects of lime on yields of sugar cane and sugar on acid soils in Lousiana. Proc. 12th Cong. ISSCT, 1965.

DE DATTA, S.K.: Soil-plant relationships of trace elements in sugar cane. The Allahabad Farmer. Vol XXXVI, Nº 3 (India), 1962

DILLEWIJN, C. VAN: Botánica de la caña de azúcar. Ed. Revolucionaria, La Habana, 1966.

DOTY, R.E.: The effect of lime applications on juice quality. Hawaiian Plant. Rec. 39, 1935.

EVANS, H.: Studies in the mineral nutrition of sugar cane in British Guiana. Trop. Agric. 32 (Trinidad), 1955.

EVANS, H.: Elements other then nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. Proc. 10th Cong. ISSCT, 1959.

FARQUHAR, R.A. y J.B. LEE.: Variability associated with sugar cane leaf sampling for foliar diagnosis. Proc. 11th Cong. ISSCT, 1962.

GOLDEN, L.E.: The effect of filter cake on soil fertility. Rep. of projects for 1967. Dept. Agronomy, Lousiana Exp. Agr. Sta., 1968.

GRAS, G.: Estudio comparativo de distintas fuentes y niveles de materia orgánica usadas como abono de fondo en naranja Valencia. 2do. Cong. Mundial Citricultura, Florida, 1977.

GUIJARRO, R., R. GARCIA y B. DIAZ.: Influencia de la cachaza sobre las propiedades químicas del suelo y el rendimiento del plátano fruta. II Simp. Inv. Agric. Univ. Ctral., Las Villas, 1977.

HALAIS, P.: The detection of N.P.K. deficiency trends in sugarcane crops by means of foliar diagnosis run from year on a follow-up basis. Proc. 11th Cong. ISSCT, 1962.

HUMBERT, R.P.: El cultivo de la caña de azúcar, CECSA, México D.F., 1974.

Inst. de Suelos. Génesis y clasificación de los suelos de -- Cuba. Ac. Ciencias Cuba. La Habana, 1973.

Inst. de Suelos. II Clasificación genética de los suelos de Cuba. Ac. Ciencias Cuba. Serie "Suelos" Nº 23, La Habana, 1975.

JACOB, A. y H. VON UEXKULL.: Fertilización, Ed. Revolucionaria, La Habana, 1968.

KERR, H.W.: Cane sampling method with field experiments. -- Proc. 6th Cong. ISSCT, 1938.

PANEQUE, V.M. y V. MORENO.: Estudio del efecto del encalado- y uso de la cachaza sobre los rendimientos de la - caña de azúcar en los suelos del Valle "Boris L. - Santa Coloma". Inst. Ciencia Agríc. Pub. Interna, La Habana, 1975.

SAMUELS, G. y P. LANDRAU.: Filter press cake as a fertili-- zer. Proc. 9th Cong. ISSCT, 1956.

TOTH, S.J.: The physical chemistry of soils, in: Bear, F.E. (Ed.) Chemistry of the soil. Van Nostrand - Rein-- hold, New York, 1964.

TRETO, EOLIA.: Estudio de distintas dosis y fuentes de abono orgánico en la piña. II. Influencia sobre el con-- tenido químico de la planta. I. Simp. Inv. Agric. Univ. Central Las Villas, 1975.

TURNER, P.E.: Effect of manurial trestment on the growth of sugar cane. Trop. Agric. 12, (Trinidad), 1935.

WIKLANDER, L.: Cation and anion exchange phenomena, en: - -- Bear, F.E. (Ed.). Chemistry of the soil. Van Nos-- trand - Reinhold, New York, 1964.