

E. FERNANDEZ CALDAS y V. GARCIA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DE
LOS SUELOS DE PLATANOS DE LA ISLA DE TENERIFE



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXIX, NÚMS. 1-2.—MADRID, 1970

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE PLATANOS DE LA ISLA DE TENERIFE

por

E. FERNANDEZ CALDAS y V. GARCIA

SUMMARY

FERTILITY OF BANANA SOILS IN THE ISLAND OF TENERIFE

A study is made of the chemical characteristics of the banana soils in Tenerife. Determinations of P_2O_5 , K_2O , pH, $CaCO_3$, organic matter, cation exchange capacity, exchangeable cations, and the saturated soil paste of these soils are included.

A long term experiment to study the soils status of P_2O_5 and K_2O confirm the high reserves of these nutrients in the soil.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior (5) sobre fertilización y técnicas de cultivo del plátano en Canarias nos referíamos a diferentes aspectos relacionados con este cultivo, y estudiamos los valores de nutrientes en suelos y plantas.

Consideramos principalmente los niveles de P_2O_5 y K_2O , estableciendo valores óptimos para su concentración en el suelo (excepto el K_2O , que fue siempre elevado) por referencia a los niveles críticos en la tercera hoja de estas plantas, según técnica de Hewitt (9).

Se encontraron en general valores elevados de P_2O_5 y K_2O en los suelos estudiados, que nos hizo pensar en la posibilidad de suprimir los abonos fosfatados y potásicos en la fertilización de estas plantas.

En el presente trabajo nos proponemos conocer la posibilidad de generalizar las conclusiones de nuestro trabajo anterior en lo que se refiere a los valores de P_2O_5 y K_2O , y de otra parte, presentar un cuadro lo más completo posible de las características físico-químicas de los suelos en cultivos de plátanos.

Con esta finalidad, los datos que incluimos en esta publicación representan prácticamente la totalidad de la superficie cultivada de plátanos,

y se han obtenido mediante el estudio de aproximadamente 3.500 muestras de suelos.

Teniendo en cuenta la gran heterogeneidad de los suelos de Tenerife y de sus zonas climáticas hemos fraccionado este estudio, considerando separadamente las diferentes zonas de producción de plátanos, estudiando en cada una de ellas los valores absolutos y porcentajes en que se encuentran los niveles de pH, K_2O , P_2O_5 , CO_2Ca y materia orgánica.

Se estudian además, separadamente, las características del complejo de cambio, capacidad de cambio y niveles del % de saturación de humedad, para completar nuestros conocimientos sobre la fertilidad de estos suelos y establecer correlaciones que justifiquen el empleo por nosotros de algunas de estas técnicas.

Por último, confirmamos experimentalmente la magnitud de las reservas de P_2O_5 y K_2O en estos suelos, eligiendo para estas experiencias dos suelos que pueden considerarse como representativos de los niveles medios más frecuentes para estos nutrientes.

NATURALEZA DE LOS SUELOS

Hablar de la naturaleza de los suelos de plátanos en las islas Canarias es harto difícil o imposible, dado que la casi totalidad de los suelos cultivados han sido roturados removiendo el suelo de su situación original o transportándolo desde lugares distantes, generalmente de zonas altas, superiores a los 300 m., donde ya no se cultiva el plátano. A su vez la gran variedad de microclimas que se presentan en estas islas hace que aún en extensiones pequeñas y con el mismo tipo de roca madre la naturaleza de los suelos varíe profundamente (10).

En líneas generales podemos decir que en la vertiente Sur de la Isla, y a la altura en que se cultiva el plátano, predominan suelos pardos calcimorfos de costra caliza, mientras que en la vertiente Norte, más húmeda, predominan los alfisuelos (*).

El origen de estos suelos varía igualmente de unas zonas a otras, dado lo accidentado de esta isla y las distintas emisiones volcánicas que han tenido lugar a través de su historia geológica. Para estudiar con detalle la geología de esta isla consultar la obra de Fúster y col. (7). En la tabla I se incluyen análisis de los suelos más representativos de las distintas zonas.

TOMA DE MUESTRAS

La representatividad de las muestras tomadas para este estudio queda satisfecha, de una parte, por el gran número de muestras analizadas, procedentes de todas las zonas de producción; y por otra, por el criterio que se ha seguido para el muestreo. Las muestras proceden siempre de

(*) Comunicación privada A. Guerra.

TABLA I

Datos analíticos de suelos en cultivos de plátanos

LOCALIDAD	pH	P ₂ O ₅ p.p.m.	K ₂ O p.p.m.	M. O. %	Ca CO ₃ %
<i>Zona Norte:</i>					
Buenavista...	8,23	100	1.070	0,76	0,42
Los Silos...	7,82	220	1.520	1,45	0,34
Garachico...	7,39	340	1.430	1,38	0,22
Icod ...	8,07	220	1.940	2,22	0,92
La Guancha ...	8,74	130	2.520	1,84	0,21
San Juan de la Rambla ...	7,88	320	1.640	2,14	0,20
Realejos ...	7,43	240	2.110	1,46	0,00
Puerto Cruz ...	7,03	205	1.430	5,84	0,21
Orotava ...	6,95	232	2.030	3,40	0,40
Santa Ursula-Sauzal ...	5,69	110	1.030	4,44	0,10
Tejina...	7,68	135	900	1,43	0,54
Valle Guerra...	6,29	300	1.050	2,39	0,10
Punta Hidalgo ...	8,42	220	1.790	1,67	1,80
<i>Zona Sur:</i>					
Santa Cruz de Tenerife ...	8,45	150	1.100	1,42	0,50
Igueste de Candelaria...	7,55	370	2.050	1,55	0,20
Guimar ...	6,88	200	1.490	2,26	0,00
Arona ...	8,74	260	2.210	0,81	2,40
Adeje ...	8,39	140	2.530	0,93	2,73
Guia de Isora ...	8,27	140	1.040	1,34	0,41

la región superficial del suelo comprendida entre 0-20 cm. En esta zona se sitúan el 70-80 % de las raíces del plátano (3).

Debido a la gran heterogeneidad de estos suelos como consecuencia de su preparación artificial con tierras transportadas de lugares diferentes hemos tomado las muestras, tratando siempre que representen superficies relativamente pequeñas. De otra parte la dimensión de las plantaciones (85 % menores de 1 Ha.) ha facilitado este muestreo en todas las zonas de cultivo.

En la tabla II se incluyen las superficies de cultivo por zonas y las muestras tomadas en cada una de ellas.

TABLA II

Relación de la superficie cultivada expresada en Ha. y el número de muestras tomadas en cada zona

LOCALIDADES	Superficie Ha	Número muestras
<i>Zona Norte:</i>		
Buenavista	127	236
Los Silos	297	233
Garachico	126	87
Icod	287	154
La Guancha	71	101
San Juan de la Rambla	64	125
Realejos	440	206
Puerto Cruz	374	360
Orotava	754	551
Santa Ursula-Sauzal	330	140
Valle Guerra, Tejina y Punta Hidalgo ...	405	495
<i>Zona Sur:</i>		
Santa Cruz de Tenerife	110	56
Candelaria-Arafo	30	72
Guimar	93	156
Arona	96	240
Adeje	49	162
Guía de Isora	33	123

+ Datos suministrados por la C. R. E. P., y referidos al año 1965.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La granulometría de estos suelos difiere mucho, tanto en las zonas superficiales próximas como en profundidad. Las tierras transportadas para fabricar las terrazas generalmente presentan texturas muy distintas.

Un estudio de la composición granulométrica de estos suelos no contribuiría a establecer unas características generales que nos permitieran separar zonas diferenciadas en cuanto a su textura. Podemos

considerar como caso excepcional la zona de Guimar, donde abundan los suelos arenosos.

Por este motivo las características de textura de los suelos son estimadas aproximadamente a partir de los datos del % de saturación de la pasta saturada que utilizamos comúnmente en este Centro en relación con otros tipos de estudios. Los valores altos medios y bajos del % de saturación corresponden, en líneas generales, a suelos arcillosos, de textura media y arenosos, respectivamente.

En la tabla VIII se indican los valores más frecuentes de % de saturación en los suelos de Tenerife, que corresponden, en general, a suelos de textura media.

Las determinaciones de % de saturación tienen un gran interés por las diferentes informaciones que sus datos nos ofrecen para conocer algunas propiedades del suelo.

Además de orientarnos en cuanto a la textura de los suelos, nos da una buena información sobre las relaciones agua/suelo y magnitud de la capacidad total de cambio.

Sabemos que la capacidad de campo y el punto de marchitamiento corresponden aproximadamente a $1/2$ y $1/4$ del % de saturación de humedad del suelo saturado. A los valores máximos y mínimos del % de saturación para los suelos de Tenerife les corresponden niveles del 29 % y 17 % para la capacidad de campo y 14,5 y 8,5 para el punto de marchitamiento. Estos datos nos permiten igualmente calcular las reservas de agua del suelo.

La relación entre el % de saturación y capacidad de cambio se pone de manifiesto por la correlación que existe entre sus valores, obteniéndose un coeficiente $r = 0,701$, significativo al nivel del 5 % (fig. 1).

pH

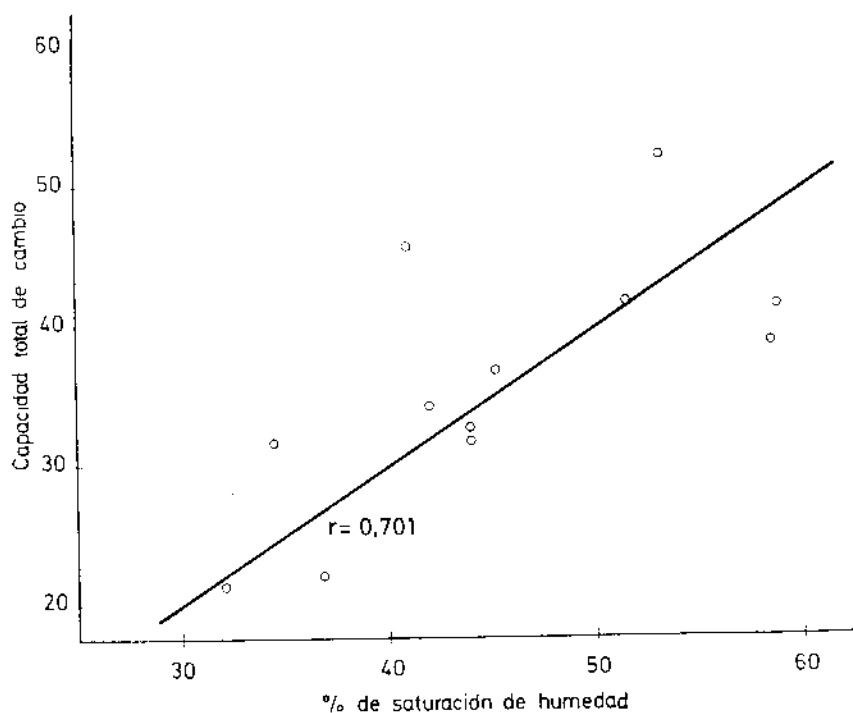
El pH de los suelos de plátanos de Tenerife varía ampliamente aun dentro de una misma zona con valores extremos, comprendidos entre 4,1 y 9,6. Los valores medios son del orden de 7,6. No obstante estas diferencias, se observan características comunes en la reacción del suelo, dentro de determinadas zonas de la isla (tabla III).

Podemos establecer, en primer lugar, dos regiones muy diferenciadas por sus valores de pH, que corresponden a las vertientes Sur y Norte de la isla.

En la región Sur predominan los valores de pH francamente alcalinos, con excepción de Guimar, donde se encuentran frecuentemente valores inferiores a pH 7. Aproximadamente un 69 % de los suelos de esta localidad tienen reacción ácida y son muy escasos los suelos con pH superior a 8 (sólo un 6 %).

En esta misma región la zona comprendida entre Arico y Guía de Isora se caracteriza por suelos con reacciones francamente alcalinas. Son

muy escasos los suelos con pH inferior a 7 y, por el contrario, muy abundantes los pH superiores a 8. En Arona y Adeje un 83 % y 87 %, respectivamente, de los suelos corresponden a valores de pH superiores a 8, de los cuales un 15 % y 21 %, respectivamente, representan suelos con un pH superior a 9.



Gráfica 1.—Relación entre el % de saturación de humedad y la C. E. C.

Las diferencias que se observan entre el Valle de Guimar y el resto de los suelos del Sur pueden ser debidas a las propiedades granulométricas de la mayor parte de los suelos de Guimar, que se caracterizan por una textura francamente arenosa. El lavado intenso a que están sometidos estos suelos con las aguas de baja salinidad de esta cuenca permiten explicar los valores de pH observados.

En el resto de esta zona no son frecuentes los suelos arenosos. Las aguas presentan una mayor alcalinidad con un carbonato sódico residual medio en los canales de riego que se aproxima a 2,5 meq/l.

Por otra parte, los suelos de esta zona, extremadamente árida, son generalmente salino-alcálinos, y están muy saturados en bases cambiables. Todas estas características permiten explicar estos altos valores de pH.

En la vertiente Norte de la isla podemos distinguir tres zonas en función de los valores medios de pH.

TABLA III

Porcentaje de variación del pH en los suelos

SITUACION	< 5	5-6	6-7	7-8	8-9	> 9
<i>Zona Norte:</i>						
Buenavista	3	7	16	23	50	1
Los Silos	8	9	15	32	36	--
Garachico	1	5	15	41	38	--
Icod	1	4	16	34	45	--
La Guancha... ..	3	3	7	35	52	--
San Juan Rambla	2	8	17	40	32	--
Realejos	3	13	23	32	32	--
Puerto Cruz... ..	5	22	29	35	9	--
La Orotava... ..	8	28	31	26	7	--
Santa Ursula-Sauzal	20	35	22	22	1	--
Tejina... ..	9	15	23	35	18	--
Valle Guerra	15	19	26	27	12	--
Punta Hidalgo	3	10	17	22	47	--
<i>Zona Sur:</i>						
Santa Cruz de Tenerife ...	2	15	21	27	37	--
Igüeste de Candelaria... ..	2	8	17	29	44	--
Guimar	10	17	42	25	6	--
Arona... ..	--	4	4	9	68	15
Adeje... ..	--	--	6	7	66	21
Guía de Isora	--	3	10	34	49	4

La región comprendida entre Buenavista y La Guancha, con suelos predominantemente de reacción alcalina elevada. El porcentaje de suelos con valores de pH superiores a 8 en esta zona oscila entre 36 % y 52 %. No obstante, no existen prácticamente suelos con pH superior a 9. El valle de La Orotava, y la región comprendida entre Santa Ursula y El Sauzal, forman otra zona donde son muy abundantes los suelos de reacción ácida. El 60-70 % de estas plantaciones tienen pH inferiores a 7, y solamente un 10 % de estos suelos presentan un pH superior a 8.

La zona de Valle Guerra, Punta del Hidalgo y Tejina, situada en la región Nordeste de Tenerife, presenta unas características interme-

días entre las dos zonas anteriores. Sus valores de pH se sitúan preferentemente en el intervalo 6-8.

Teniendo en cuenta las características climáticas comunes a estas tres zonas, situadas a lo largo de la vertiente Norte, y la identidad de técnicas de cultivo que se siguen en todas ellas, la explicación de estas diferencias de pH podrían ser atribuidas principalmente a las diferentes características de las aguas de riego en cada una de ellas.

En efecto, como ya habíamos indicado en una publicación anterior sobre las características químicas de las aguas de Tenerife (6), la zona comprendida entre Buenavista y La Guancha se caracteriza por el predominio de aguas bicarbonatadas sódicas alcalinas que inevitablemente tienden a elevar el pH. El valle de La Orotava y la región Santa Ursula-Sauzal se riega con aguas de muy baja salinidad. El lavado que produce en el suelo este tipo de aguas (se emplean 1.200 mm. anuales en el riego), junto con adiciones abundantes de materia orgánica y fertilizantes nitrogenados, han contribuido grandemente a esta acidificación del medio.

Los suelos de Valle Guerra, Punta del Hidalgo y Tejina generalmente se riegan con aguas de pozos más o menos contaminados con aguas del mar, o con mezclas de aguas de pozos con aguas de galería de baja salinidad. En cantidades equivalentes la acción alcalinizante del bicarbonato sódico es mayor que la correspondiente a las sales sódicas cloruradas, lo cual queda reflejado en los valores de pH, que se encuentran para esta zona.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se puede concluir que el cultivo del plátano puede desarrollarse satisfactoriamente en amplios márgenes de pH, incluso para valores superiores a pH 9. En suelos de alcalinidad muy elevada, superiores a pH 9, en el Sur de la isla de Tenerife, se encuentran plantaciones con un gran desarrollo y una productividad superior a las restantes zonas de la isla.

MATERIA ORGÁNICA

El contenido en materia orgánica varía ampliamente de unas plantaciones a otras, sin que puedan establecerse diferencias muy características en las distintas zonas de producción.

En general se observa que este contenido aumenta con la antigüedad de la plantación, y los valores más altos están comúnmente asociados con niveles ácidos en los suelos.

Como se indica en la tabla IV, las acumulaciones mayores se producen en las zonas más ácidas del Norte de Tenerife, donde se encuentra la mayor parte de las plantaciones más antiguas de la isla. En La Orotava y Puerto de la Cruz el 51 % y 52 %, respectivamente, de los suelos tienen concentraciones superiores al 5 % y en los restantes suelos de esta zona de producción son frecuentes niveles comprendidos entre 3 % y 5 %.

TABLA IV

Porcentaje de variación del contenido en materia orgánica

SITUACION	0-1 %	1-2 %	2-3 %	3-4 %	4-5 %	> 5 %
<i>Zona Norte:</i>						
Buenavista	30	39	24	1	3	3
Los Silos	14	42	19	6	5	14
Garachico	11	34	32	2	3	18
Icod	4	22	37	9	6	22
La Guancha	7	28	38	7	9	11
San Juan Rambla	14	24	42	6	7	7
Realejos	6	26	26	5	11	26
Puerto Cruz	—	5	17	10	16	52
La Orotava	4	9	14	7	15	51
Santa Úrsula Sauzal	12	32	14	12	20	10
Tejina	12	61	20	3	3	1
Valle Guerra	16	44	31	4	2	3
Punta Hidalgo	10	70	20	—	—	—
<i>Zona Sur:</i>						
Santa Cruz de Tenerife ..	15	36	25	8	7	8
Igüeste de Candelaria	15	27	17	9	10	22
Guimar	23	30	25	3	3	16
Arona	47	35	12	2	3	1
Adeje	51	35	10	—	4	—
Guía de Isora	30	51	11	—	2	6

En el Sur de la isla las zonas más importantes de producción de plátanos en la actualidad corresponden a Arona-Adeje-Guía. Los valores de materia orgánica son relativamente bajos, de acuerdo con el carácter reciente de estas plantaciones.

Como zona intermedia en niveles de materia orgánica podemos citar la región Buenavista-Icod, donde las plantaciones son relativamente antiguas y la alcalinidad de los suelos elevada.

Los valores límites varían entre 0,48 % y 15,3 %, con valores medios más frecuentes comprendidos entre 1 % y 2 %.

Los aportes regulares de materia orgánica al suelo constituye en Tenerife una práctica de cultivo a la que los agricultores conceden la

mayor importancia. Los restos orgánicos empleados pueden tener orígenes diferentes, variando mucho sus características y composición. Se emplea frecuentemente: agujas de pino (*Pinus Canarienses*, *Pinus Insigne*), retamas (*Spartocytisus nubigenus*), compost de ciudades, turbas y restos vegetales procedentes de hojas y troncos de las mismas plantas.

Hasta hace algunos años era absolutamente necesario aportar al suelo anualmente cantidades considerables de materia orgánica para mantener una alta productividad. A partir del año 1960, cuando se iniciaron las prácticas de control de los nematodos del suelo con el empleo del D B C P, han podido reducirse considerablemente los aportes de materia orgánica, debido fundamentalmente al mayor desarrollo y vigor del sistema radicular consecuente a esta desinfección. En la actualidad es frecuente la aplicación en años alternos de aproximadamente 40.000 Kg/Ha.

Consideramos que la participación más importante de la materia orgánica en estos cultivos está relacionada con los procesos físicos del suelo, contribuyendo a mejorar su estructura y proporcionando una mejor aireación y permeabilidad hidráulica. El sistema radicular del plátano exige suelos sueltos y un drenaje adecuado, de aquí el efecto siempre beneficioso de las adiciones de materia orgánica.

Desde un punto de vista químico la materia orgánica puede jugar un papel muy importante en las zonas alcalinas descritas, contribuyendo a solubilizar algunos nutrientes facilitando su asimilación.

POTASIO

Una de las características principales de los suelos de Tenerife es su alto contenido en potasio.

Los datos representados en la tabla V nos indican que prácticamente la totalidad de los suelos de la isla tienen concentraciones elevadas de potasio que oscilan entre 800 p. p. m. y 2.400 p. p. m. Los valores medios se sitúan entre las 1.200 y 2.000 p. p. m. Únicamente en las zonas de Tejina y Valle Guerra aproximadamente el 25 % de los suelos contienen K_2O en concentraciones inferiores a 800 p. p. m. Por el contrario, en Igueste de Candelaria, Arona y Adeje se encuentran suelos con contenidos superiores a 3.000 p. p. m.

Para comprender la significación cuantitativa de estos valores, referidos a potasio asimilable, hemos establecido una correlación entre los valores obtenidos por nuestro método (AcH 0,5 N, relación suelo extractor 1 : 40) con los valores de potasio de cambio en estos mismos suelos. Obteniéndose una correlación altamente significativa ($r = 0,965$) (figura 2).

Los valores de potasio de cambio son siempre superiores a 1 meq./100 gramos, encontrándose la mayor proporción de los suelos entre 2 y 5 meq./100 gr.

TABLA V

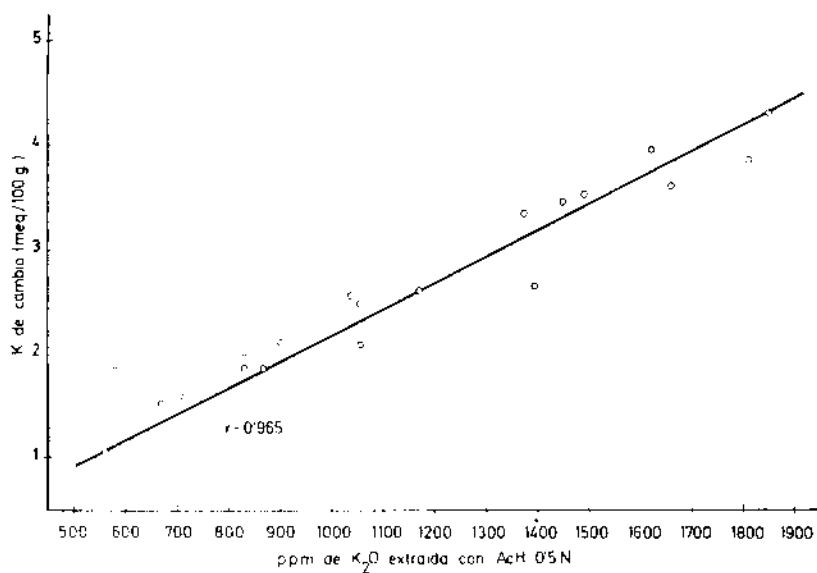
Porcentajes de variación del contenido de K_2O , expresándose los resultados en p. p. m.

SITUACION	< 800	800-1200	1200-1600	1600-2000	2000-2400	> 2400
<i>Zona Norte:</i>						
Buenavista	13	33	23	19	9	3
Los Silos.....	9	23	30	21	14	3
Garachico.....	8	30	29	24	7	2
Icod	4	7	15	27	23	24
La Guancha.....	4	6	14	24	25	27
San Juan Rambla.....	2	7	29	29	21	12
Realejos	1	15	21	31	18	14
Puerto Cruz.....	6	23	29	21	10	11
La Orotava.....	13	25	27	20	10	5
La Victoria.....	12	23	26	16	14	9
Tejina.....	24	40	16	10	5	5
Valle Guetara.....	26	31	26	11	6	—
Punta Hida'go.....	2	27	30	30	9	2
<i>Zona Sur:</i>						
Santa Cruz de Tenerife	8	34	27	10	14	7
Igüeste de Candelaria.....	—	3	12	24	25	36
Guimar	6	37	33	14	6	4
Arona.....	1	6	17	19	19	38
Adeje.....	—	2	14	28	20	36
Guía de Isora	6	29	20	24	14	7

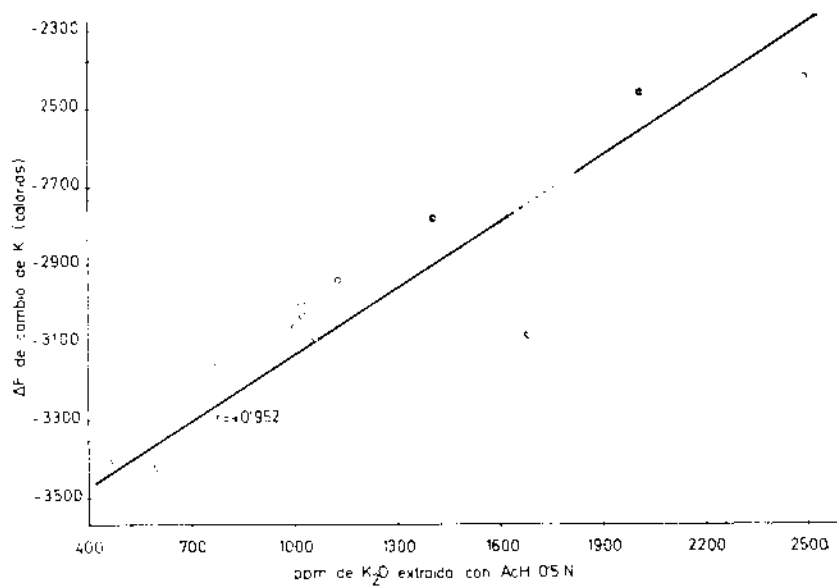
Confirmada la correlación anterior nos interesa precisar mejor las disponibilidades de las formas del potasio presente en el suelo, para lo cual estudiamos igualmente la correlación entre nuestro método de extracción con los valores de energías libres (ΔF) de cambio de potasio (8) que se vienen investigando en este Centro.

Encontramos igualmente que estos valores están altamente correlacionados (fig. 3). Los valores de ΔF para el cambio de potasio corresponden a los índices más representativos de las disponibilidades de potasio en el suelo, y los valores obtenidos en Tenerife son sólo comparables con los suelos de una mayor riqueza potásica.

Según Champion (3) «se puede estimar que en todos los casos, salvo



Gráfica 2.—Relación entre el K de cambio y el extraído con AcH 0.5 N



Gráfica 3.—Relación entre las energías libres de cambio de K y la K_2O extraída con AcH 0.5 N

quizá en suelos muy ricos en calcio activo, un contenido en los suelos de 1 meq./100 gr. responde ampliamente a las necesidades de un cultivo en buen estado de desarrollo». Lo cual está totalmente de acuerdo con nuestros resultados experimentales. Por otra parte, los suelos de Tenerife son muy pobres en cal.

La riqueza de nuestros suelos en potasio es estudiada por Dugain (4), comparándola con los suelos de Guinea y Camerum, encontrando una riqueza sensiblemente superior en los suelos de Canarias.

Estos niveles elevados de potasio no solamente se encuentran en los suelos cultivados, sino igualmente en los suelos vírgenes (generalmente superiores a 1.000 p. p. m.), lo que nos indica unas grandes reservas naturales.

Actualmente realizamos un estudio de la composición mineralógica de los suelos de Tenerife, que nos permitirá explicar la naturaleza de estas grandes reservas de potasio.

F Ó S F O R O

Los suelos vírgenes de Tenerife presentan valores muy bajos de P_2O_5 asimilable. De igual manera que la materia orgánica los niveles de fósforo están en función de la antigüedad de la plantación y acidez del suelo. En general los valores más frecuentes se encuentran entre los límites 100 p. p. m. y 500 p. p. m.

En la zona Norte las concentraciones mayores corresponden al Valle de La Orotava, donde se encuentran frecuentemente concentraciones comprendidas entre 300 p. p. m. y 500 p. p. m.

En el Sur de la isla se observa claramente la influencia de la antigüedad del cultivo en los niveles de P_2O_5 . En las zonas de Igueste de Candelaria y Guimar, más antiguas, se encuentran los niveles más altos, mientras que las plantaciones de Arona-Adeje-Guía de Isora, más recientes, presentan valores de fósforo sensiblemente más bajos.

Según el método de Olsen, empleado en estos estudios, a partir de una concentración de 25 p. p. m. de P_2O_5 , no cabe esperar respuestas a una fertilización con abonos fosfatados, como ya hemos comprobado en estudios anteriores (5). Consecuentemente, podemos afirmar que la mayor parte de los suelos de plátanos de Tenerife son lo suficientemente ricos en fósforo para responder a las necesidades de este cultivo. Por otra parte, las exigencias en fósforo del cultivo del plátano son muy bajas. Solamente se han presentado casos muy excepcionales de síntomas de deficiencias de fósforo o de reducción de rendimientos debidos a una fertilización fosfatada deficiente (3).

De todo lo expuesto, y teniendo en cuenta que el fósforo no constituye un elemento importante en la nutrición del plátano, podemos considerar que los contenidos actuales de P_2O_5 en estos suelos son lo suficientemente elevados para garantizar las necesidades de esta planta.

TABLA VI

Porcentajes de variación del contenido de P_2O_6 en los suelos, expresándose los resultados en p. p. m.

SITUACION	< 100	100-200	200-300	300-400	400-500	> 500
<i>Zona Norte:</i>						
Buenavista	31	29	24	8	5	3
Los Silos	11	21	22	27	13	6
Garachico	13	10	14	29	22	12
Icod	4	31	21	16	15	13
La Guancha	25	23	26	18	7	1
San Juan Rambla	10	15	22	24	14	15
Realejos	5	14	29	20	17	15
Puerto Cruz	3	11	25	22	25	14
La Orotava	6	10	20	23	26	15
La Victoria	19	38	19	11	10	3
Tejina	12	33	29	17	6	3
Valle Guerra	12	17	21	27	15	8
Punta Hidalgo	12	37	25	6	6	12
<i>Zona Sur:</i>						
Santa Cruz de Tenerife	15	28	24	24	11	—
Igüeste de Candelaria	7	19	26	27	18	3
Guimar	10	32	28	16	8	6
Arona	36	26	15	14	7	2
Adeje	46	35	14	5	—	—
Guía de Isora	34	30	12	15	6	3

CARBONATOS

La distribución del CO_3Ca en los diferentes suelos de la isla sigue, como es de esperar, una influencia climática. Las mayores diferencias se encuentran entre las vertientes Sur y Norte, con una climatología muy contrastada.

En las condiciones áridas del Sur los valores de carbonato cálcico son más elevados que en el Norte, si bien estos valores son más bajos que los normales de esta zona, debido al intenso lavado a que se someten los suelos de estas plantaciones, con riegos frecuentes y muy abundantes.

Los valores más elevados son ligeramente superiores a un 5 %, encontrándose en la mayoría de los suelos, tanto en la zona Sur como en la Norte, unos valores que oscilan entre el 0 y 2 % (tabla VII).

Como era también de esperar, las concentraciones mínimas en CaCO_3 corresponden a las zonas más ácidas de la isla. (Valle de La Orotava, Guimar y región Santa Ursula-Sauzal).

La presencia de Na en las aguas de riego en proporciones variables y la deficiencia en CO_3Ca del suelo pueden influir muy desfavorablemente en las relaciones Na/Ca en el suelo, siendo muy conveniente el empleo de enmiendas calizas de residuo ácido o alcalino, según el pH del suelo.

TABLA VII

Porcentajes de variación del contenido en CO_3Ca

SITUACION	0-1 %	1-2 %	2-3 %	3-4 %	4-5 %	> 5 %
<i>Zona Norte:</i>						
Buenavista	80	11	4	3	2	--
Los Silos	89	8	2	1	--	--
Garachico.....	93	4	3	--	--	--
Icod	95	5	--	--	--	--
La Guancha.....	84	10	6	--	--	--
San Juan Rambla.....	95	4	1	--	--	--
Realejos	99	1	--	--	--	--
Puerto Cruz.....	97	3	--	--	--	--
La Orotava.....	96	2	2	--	--	--
La Victoria.....	97	2	1	--	--	--
Tejina.....	77	13	3	4	2	1
Valle Guerra	85	13	1	1	--	--
Fuuta Hidalgo.....	44	16	16	12	7	5
<i>Zona Sur:</i>						
Santa Cruz de Tenerife ...	55	18	10	5	2	10
Igueste de Candelaria... ..	60	16	16	8	--	--
Guimar	160	--	--	--	--	--
Arona.....	43	23	14	9	2	9
Adeje.....	30	15	17	13	6	19
Guía de Isora	85	7	4	1	--	3

CAPACIDAD DE CAMBIO Y CATIONES DE CAMBIO EN LOS SUELOS TÍPICOS
DE PLÁTANOS

Estos suelos se caracterizan por una capacidad total de cambio alta y estar prácticamente saturados de bases cambiables.

Es ésta una de las características más interesantes de los suelos de Tenerife, con un gran equilibrio en los nutrientes del suelo y gran capacidad de reservas.

Las concentraciones de los cationes de cambio siguen, en general, el orden siguiente: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$.

Los valores para la capacidad total de cambio oscilan entre 22 y 52 meq./100 gr. Las relaciones Ca/Na son, en general, adecuadas para una buena floculación de la fracción coloidal del suelo, salvo en algunos casos de salinidad poco frecuentes en estos cultivos.

Las relaciones K/Mg se mantienen entre 0,23 y 0,65, sin llegar nunca a los límites que permiten la incidencia de la enfermedad azul del plátano, tan frecuentes en las zonas tropicales, deficientes en Mg, y con una relación $\text{K}/\text{Mg} \geq 0,7$.

Las reservas de Mg son, por otra parte, abundantes en todos los suelos. El K, como ya habíamos indicado anteriormente, es también muy abundante.

T A B L A V I I I

Capacidad de cambio y cationes de cambio en suelos de plátanos

C. E. C.	meq/100 gr. de suelo				% Humedad Pasta saturada
	K	Na	Ca	Mg	
38,3	4,7	2,3	25,6	7,6	58,5
22,0	3,6	1,6	14,9	5,7	35,8
31,4	4,2	2,2	18,7	6,8	40,4
41,5	5,5	1,7	26,7	9,3	51,5
25,2	3,7	2,1	15,4	4,8	34,5
41,3	5,4	1,2	27,3	9,5	58,8
32,4	4,5	5,5	15,2	7,2	43,9
52,1	6,0	1,9	36,1	11,5	53,2
45,5	5,2	1,0	33,7	8,5	41,1
34,0	4,9	1,6	22,7	7,3	41,9

MÉTODOS DE ANÁLISIS

En la extracción y determinación del P_2O_5 en suelos se siguió el método de Olsen (11). El potasio se extrajo con solución 0,5 N de ácido acético por percolación, empleando la relación suelo extractante 1/40, y se determinó fotométricamente con el fotómetro de llama Beckman, modelo Direct Reading Flame Photometer. El calcio y el magnesio se determinó con versenato, midiéndose el sodio en fotómetro de llama. El pH se determinó con electrodo de vidrio en un aparato Cambridge, empleando una relación suelo-agua 1/2,5. La determinación del carbonato cálcico se hizo por un calcímetro Bernard. La materia orgánica se determinó por oxidación con dicromato potásico en medio sulfúrico y valoración del exceso con sulfato ferroso amónico en presencia de ácido fosfórico y difenil amina como indicador. El % de humedad de la pasta saturada se determinó siguiendo la técnica del U. S. Salinity Laboratory Staff.

PARTE EXPERIMENTAL

Este reconocimiento minucioso de algunas características importantes de la fertilidad de los suelos de Tenerife nos ha permitido conocer con bastante precisión el estado de sus reservas más permanentes.

La magnitud y distribución de los niveles de P_2O_5 y K_2O han quedado definidos para la totalidad de las zonas de producción.

El conocimiento de estos datos nos permitirá establecer y generalizar técnicas de fertilización para las diferentes zonas (que de otra manera hubiera sido imposible dado la gran heterogeneidad de nuestros suelos), una vez que sea definida la significación de estos niveles en el suelo.

Un primer intento para interpretar estos niveles se realizó en un trabajo anterior (5), donde se estudiaron las relaciones entre los niveles mínimos en el suelo para asegurar una nutrición adecuada. Estos niveles sólo se pudieron fijar para el P_2O_5 . Nunca encontramos para el K_2O una concentración límite debido a la gran riqueza de este nutriente en los suelos de Tenerife.

Los valores que ahora conocemos para las concentraciones máximas y mínimas de P_2O_5 y K_2O corresponden a niveles suficientes para la nutrición de estas plantas, si atendemos a nuestras conclusiones al estudiar los niveles críticos.

No obstante, con el fin de precisar aún más en la naturaleza de estas reservas y sus disponibilidades en forma asimilable, hemos realizado una experiencia de fertilización en dos zonas distintas de producción. Los niveles de P_2O_5 y K_2O en estas plantaciones corresponden a las concentraciones más frecuentes de estos nutrientes en los suelos.

En esta experiencia se han suprimido los abonos fosfatados y potá-

sicos, siguiéndose una fertilización con productos nitrogenados en un periodo de tiempo de ocho y seis años, respectivamente. Las cantidades de N añadidas se han mantenido constantes, empleándose 530 gr/planta cada año.

Las experiencias se iniciaron en los años 1960 y 1962. Oscilando los rendimientos durante el período experimental entre 36 y 40 Tm/Ha. Debiéndose los aumentos o disminuciones en la producción únicamente a factores climáticos, siguiendo un paralelismo con las explotaciones próximas. Estos rendimientos son del mismo orden de magnitud que en el resto de las explotaciones colindantes, en buen estado de producción, donde se emplean fórmulas tradicionales de fertilización en las que además de añadir P y K se añaden cantidades semejantes de nitrogenados.

En la tabla IX se indican las variaciones que experimentan los contenidos de K_2O y P_2O_5 en los suelos, a lo largo de esta experiencia.

TABLA IX

Variaciones de los contenidos de P_2O_5 y K_2O en el suelo, a lo largo de siete años de cultivo

AÑOS	Experiencia número 1		Experiencia número 2	
	p. p. m.		p. p. m.	
	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5
1962	1.300	380	1.540	410
1964	1.200	310	1.500	350
1966	1.080	310	1.600	310
1968	1.050	240	1.500	300

Puede apreciarse que no se observan variaciones sensibles en cuanto al contenido de K_2O , mientras que para el P_2O_5 se aprecian pequeñas variaciones, pero sin llegar a disminuciones que puedan aconsejar la fertilización fosfatada.

Estos resultados confirman, pues, la riqueza en K_2O y P_2O_5 de los suelos de plátanos de Tenerife, y están de acuerdo con los de Butler (1) e investigadores de I. F. A. C., en el Camerum (3), que no encuentran respuesta de este cultivo a las aportaciones de potasio cuando los suelos son ricos en este elemento.

Estas conclusiones, unidas a las anteriores (5), nos permite generalizar sobre la posibilidad de suprimir los abonos fosfatados y potásicos con la consiguiente economía en la producción.

No obstante, en la actualidad están planteadas experiencias con distintos niveles de fertilización fosfatada y potásica para estudiar el efecto

de fósforo y potasio en la calidad y producción de las cosechas, lo que nos permitirá conocer con mayor rigor científico la fertilidad de nuestros suelos.

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BUTLER, A. F. 1960. Fertilizer experiments with Gros Michel banana. *Trop. Agric. Trinidad*, Vol. 37, núm. 1, enero.
- (2) CHAMPION, J., DUGAIN, F., MAIGNIEN, R. y DOMMERGUES. 1958. Les sols de bananeraies et leur amelioration en Guinee. *Fruits*, 13, 415-462.
- (3) CHAMPION, J. 1963. Le bananier, pág. 121, 1.ª edit., E. G. P. Maisonneuve & Larose, 11, rue Victor-Cousin, 11, Paris (V*).
- (4) DUGAIN, F. 1962. Le bananier aux îles Canaries. III. Etude des sols. *Fruits*, 17, 193-205.
- (5) FERNÁNDEZ CALDAS, E. y FERNÁNDEZ-TRUJILLO MANTÍNEZ, F. 1962. Plátanos, fertilización y técnicas de cultivo en Canarias. *Actas Primera Reunión Plenaria del Instituto de Edafología y Agrobiología, Universidad de Salamanca.*
- (6) FERNÁNDEZ CALDAS, E. y PÉREZ GARCÍA, V. 1967. Las aguas subterráneas de Tenerife. *Anales Edafología Agrobiología*, 26, 293-308.
- (7) FÚSTER, J. M., ARAÑA, V., BRANDLE, J. L., NAVARRO, M., ALONSO, U. y APARICIO, Madrid, 1968. Tenerife, Instituto Lucas Mallada, C. S. I. C.
- (8) HAGIN, J. and DOURAT, A. 1963. Methods for determination of available soil potassium. *Emp'ire Jour. of Exper. Agri.*, 31, 186-188.
- (9) HEWITT, C. W. Leaf Analysis. Bananas. Department of Agriculture Jamaica. *Investigations 1953*, Bulletin núm. 53.
- (10) KUBIENA, W. L. 1956. Contribution to the pedogenesis of soils in the Western Canary Islands (Gran Canaria Included), VI Congres International de la Science du sol. Paris, Commission V, pág. 241-246.
- (11) OLSEN, S. R., COLE, C. V., WATANABE y DEAN, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Circular número 939. U. S. D. A.

Recibido para publicación: 9-VII-60