

# RELACIONES Q/I DE POTASIO EN ANDOSUELOS DE LA ISLA DE TENERIFE

I

por

E. FERNANDEZ CALDAS, A. BORGES PEREZ y J. HERNANDEZ MORENO



PUBLICADO EN  
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA  
Tomo XXXIV, Núms. 11-12 — MADRID, 1975

# RELACIONES Q/I DE POTASIO EN ANDOSUELOS DE LA ISLA DE TENERIFE

I

por

E. FERNANDEZ CALDAS, A. BORGES PEREZ y J. HERNANDEZ MORENO

## SUMMARY

### Q/I POTASSIUM RELATIONSHIPS IN ANDOSOLS OF TENERIFE ISLAND. I

The potassium Q/I relationships of three Andosols are studied.

The Andosols correspond to a Vitrandept, a Dystrandept and an Intergrade Andosol-Brown Earth. The upper horizons in each profile present similar forms of Q/I curves.

In the Intergrade, the Q/I curves of the fossil horizons appear clearly differentiated from the upper horizons curves. The potassium exchange constants increase with depth profile in the three soils.

## INTRODUCCIÓN

Las relaciones Q/I de potasio miden las variaciones en el contenido de potasio cambiante frente al potencial de potasio en el suelo.

Estas relaciones han sido ampliamente estudiadas, principalmente en suelos de cultivo.

Los parámetros deducidos de las relaciones Q/I de potasio han sido relacionados con índices de asimilabilidad de este nutriente. También se han relacionado estos parámetros con otras propiedades del suelo (2, 10).

Para conocer el estado del potasio en suelos naturales de la isla de Tenerife hemos aplicado las relaciones Q/I de potasio a estos suelos. El estudio se ha realizado en todo el perfil del suelo, considerando cada horizonte como muestra independiente. De esta manera, tratamos de ver la influencia de la evolución del perfil en las relaciones Q/I.

En el presente trabajo describimos las curvas Q/I en tres andosoles de la isla de Tenerife.

## DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

*Perfil Chinyero*

Pertenece a un suelo poco evolucionado, caracterizado por productos de alteración amorfos relativamente silíceos, con propiedades características de las alofanas. Carácter eutrófico. Es un andosol poco diferenciado, vítrico, *typic vitrandept*.

*Perfil Aguamansa*

El análisis químico y mineralógico indica que se trata de un suelo joven, en curso de evolución, por procesos combinados de ferralitización (fuerte liberación de hidróxidos de hierro y aluminio), y de andosolización (formación de sustancias secundarias amorfas, teniendo características de alofana).

*Perfil Las Lajas*

Perfil complejo, intergrado andosol-tierra parda oligotrófica, formado posiblemente sobre suelos pardos desaturados o fersialíticos desaturados.

Las características morfológicas y físico-químicas de estos suelos han sido descritas en trabajos anteriores (7, 15, 16).

## TÉCNICAS EXPERIMENTALES

Se equilibran muestras de 2 gr. de suelo seco al aire y no triturado con 40 ml. de soluciones 0.005 M en  $\text{CaCl}_2$  que contienen cantidades crecientes de KCl, de tal manera que las concentraciones resultantes en potasio varíen de cero a tres milimoles por litro.

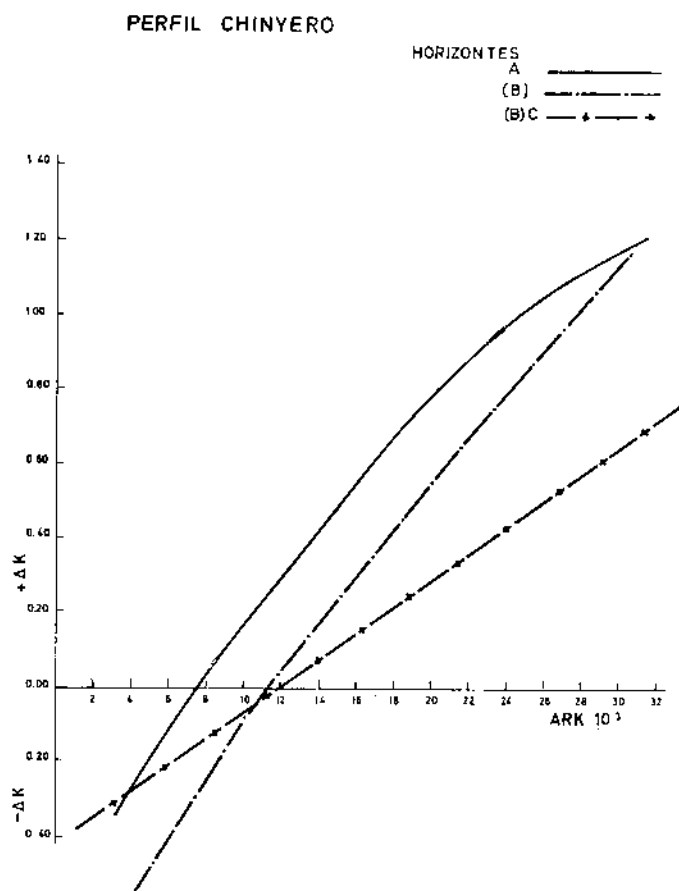
Las suspensiones se agitan durante media hora. Se centrifuga y se filtra. En el filtrado se analiza K por fotometría de llama y Ca y Mg por absorción atómica.

Para cada suspensión, la cantidad de potasio ganada o perdida por el suelo ( $\pm \Delta K$  meq. por 100 gr. de suelo) se calcula de la diferencia de concentraciones de la solución inicial y final. La razón de actividades, ARK, correspondiente a cada valor de  $\Delta K$ , se calcula a partir de la composición de la solución equilibrada. Los coeficientes de actividad fueron calculados según las tablas de Beckett (4).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Curvas Q/I

En las gráficas 1, 2 y 3 presentamos las curvas correspondientes al vitrandept, dystrandept e intergrado respectivamente.

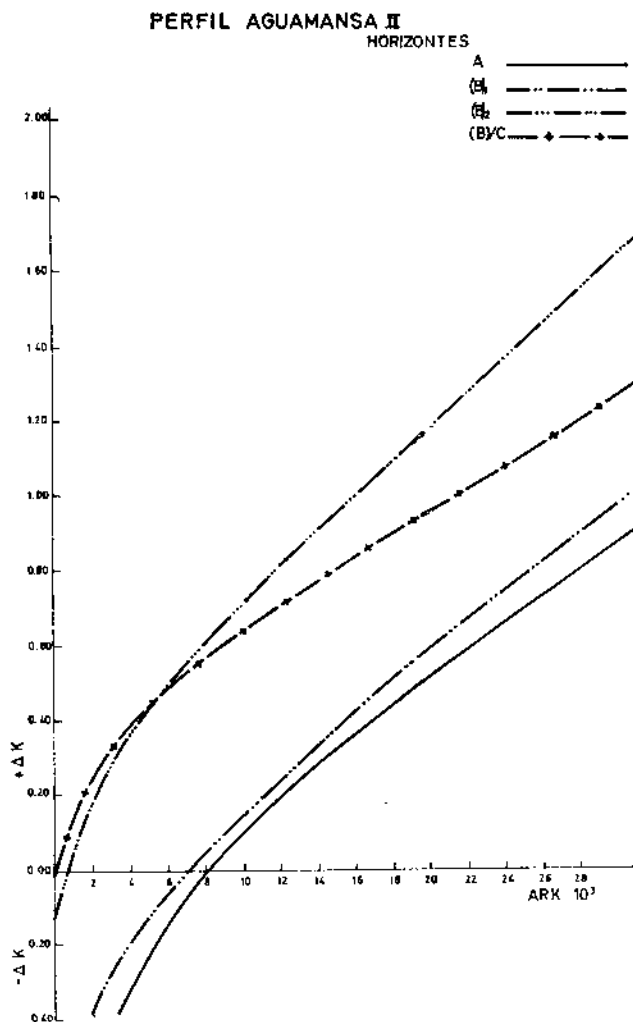


Gráfica 1

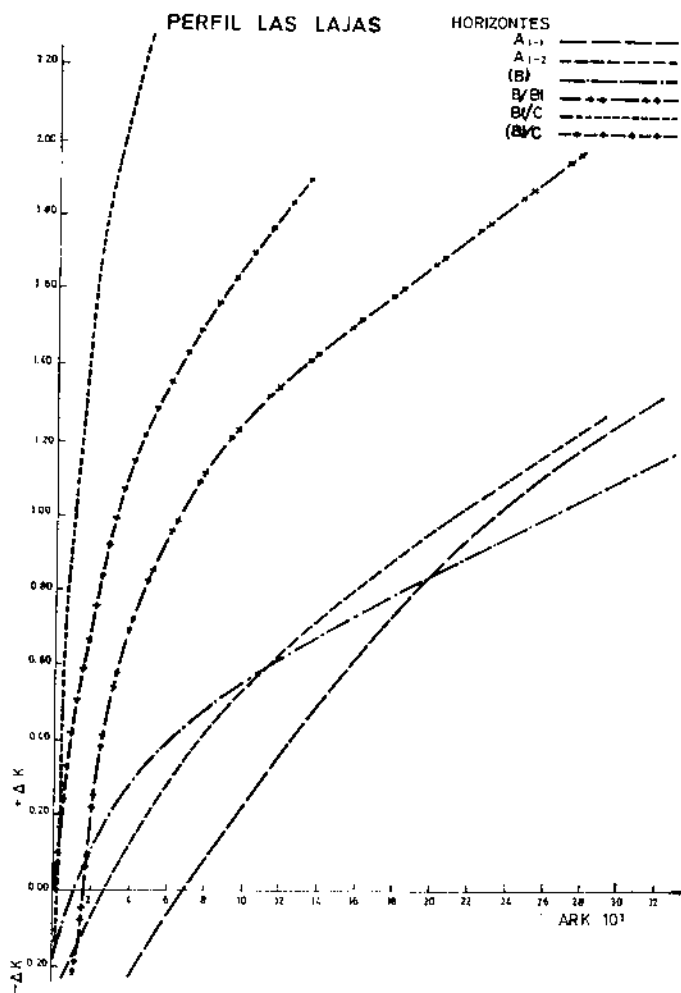
Las diferencias más acusadas se observan en las curvas del vitrandept (gráfica 1) y los horizontes fósiles del intergrado (gráfica 3).

Las curvas del dystrandept (gráfica 2) son del mismo tipo a través del perfil y las correspondientes a los horizontes profundos se desplazan hacia la región de valores bajos de ARK.

En el intergrado (gráfica 3) las curvas de los horizontes  $A_1$ ,  $A_{1,2}$  y (B) son análogas a las del perfil anterior; sin embargo, observamos cómo las curvas correspondientes a los horizontes fósiles cambian brusquemente de pendiente.



Gráfica 2



Gráfica 3

*Parámetros Q/I*

En la tabla I se presentan los parámetros deducidos de las curvas Q/I. De los parámetros característicos estudiados generalmente en los trabajos sobre relaciones Q/I de potasio, no hemos incluido en la tabla I el parámetro  $\Delta K^0$ , potasio lábil retenido por fuerzas no específicas (2). La razón es que en gran parte de las curvas obtenidas la extrapolación de la parte lineal de la curva da como resultado valores

de  $\Delta K_0$  positivos. Estos valores no han sido interpretados en la bibliografía consultada.

TABLA I

Horizontes	PERFIL CHINYERO			
	ARK <sub>0</sub> · 10 <sup>3</sup>	PBCK	PBCKE	k
A	7.6	65	67	5.2
(B)	11.3	64	63	9.9
(B)/C	12.0	36	36	11.7

PERFIL AGUAMANSA				
Horizontes	ARK <sub>0</sub> · 10 <sup>3</sup>	PBCK	PBCKE	k
A	8.1	52	60	13.3
(B) <sub>1</sub>	7.1	46	54	22.1
(B) <sub>2</sub>	0.8	46	73	57.5
(B)/C	0.1	31	170	130.0

PERFIL LAS LAJAS				
Horizontes	ARK <sub>0</sub> · 10 <sup>3</sup>	PBCK	PBCKE	k
A <sub>11</sub>	6.9	65	71	22.3
A <sub>12</sub>	2.6	42	97	133.0
(B)	1.1	27	138	150.0
B <sub>1</sub> /B <sub>2</sub>	1.6	39	400	151.0
B <sub>2</sub> /C	0.3	156	726	140.0
B/C	0.1	60	437	400.0

ARK<sub>0</sub>: (mol/l.)<sup>1/2</sup>; PBCK y PBCKE: (meq/100 gr.) por (mol/l.)<sup>1/2</sup>  
 k: (mol/l.)<sup>-1/2</sup>.

### Intensidad (ARK<sub>0</sub>)

La razón de actividad ( $a_k/a_{(Ca+Mg)}^{1/2}$ ) o ARK, de la solución del suelo, ha sido propuesta como medida de la disponibilidad o intensidad del potasio lábil en el suelo.

En las curvas Q/I, ARK para  $\Delta K = 0$ , es decir, cuando el suelo ni pierde ni gana potasio, se denomina ARK<sub>0</sub>.

En el vitrandept los valores de  $ARK_0$  aumentan con la profundidad del perfil y oscilan entre  $7,6 \cdot 10^{-3}$  y  $12,0 \cdot 10^{-3}$  (mol/l.)<sup>1/2</sup>. En el dysrandept, los valores de intensidad siguen una secuencia distinta a la del perfil anterior, apareciendo una disminución de este parámetro con la profundidad. Se observa una disminución acusada especialmente al pasar del horizonte (B)<sub>1</sub> al (B)<sub>2</sub>. Los valores extremos están comprendidos entre  $8,1 \cdot 10^{-3}$  y  $0,1 \cdot 10^{-3}$  (mol/l.)<sup>1/2</sup>.

En el intergrado, los valores de intensidad también disminuyen con la profundidad, oscilando entre  $6,9 \cdot 10^{-3}$  y  $1,1 \cdot 10^{-3}$  (mol/l.)<sup>1/2</sup>. Aparece un ligero aumento en el primer horizonte fósil y sigue disminuyendo hasta el horizonte (B)/C con un valor de  $0,1 \cdot 10^{-3}$ .

Con una sola excepción, en el vitrandept, el potasio cambiante extraído con acetato amónico (7, 15, 16) sigue la misma tendencia que los valores de  $ARK_0$  a lo largo del perfil.

No se ha encontrado una relación lineal entre  $ARK_0$  y la saturación de potasio con respecto al calcio y magnesio. Una relación lineal correspondería a una ecuación de tipo Gapon:

$$\frac{K_e}{(Ca + Mg)_e} = k \frac{a_K}{a_{(Ca + Mg)}^{1/2}}$$

Esta ecuación describe la distribución de potasio y calcio más magnesio, entre las partículas de arcilla y la solución del suelo en equilibrio (9), donde  $k$  es la constante de cambio de Gapon. Moss (10), en un trabajo sobre suelos volcánicos, encuentra que los suelos de una misma tipología dan constantes de Gapon similares hasta un valor de 10 para la relación  $\frac{K_e}{(Ca + Mg)_e} \times 100$ . Atribuye este resultado al predominio de un tipo común de mineral de arcilla dentro de un suelo tipo, con una densidad de carga superficial similar y una preferencia particular para la adsorción de cationes heterovalentes. En el mismo sentido, Rezk y Amer (13) encuentran que las constantes de cambio caen en dos grupos de valores distintos, correspondientes a suelos aluviales y suelos de desierto.

Sin embargo, como puede observarse en la tabla I, las constantes de cambio,  $k$ , encontradas para nuestros suelos, presentan una gran variación, tanto entre los tres suelos como a lo largo del perfil dentro de cada suelo. Estos valores aumentan con la profundidad del perfil, y son muy elevados en los perfiles más evolucionados. En el vitrandept estos valores oscilan entre 5,2 y 11,7, en el dysrandept entre 13,3 y 130, y en el intergrado entre 22,0 y 400,0 (mol/l.)<sup>1/2</sup>, siendo éste último valor correspondiente al horizonte (B)/C fósil del intergrado.

En los perfiles más evolucionados, las constantes de cambio aumen-



tan al disminuir la saturación de potasio. Moss (10) también ha observado esta relación en «Mixed Clay Latosols».

Estas variaciones en las constantes de cambio pueden ser atribuidas por una parte a variaciones en el complejo de cambio, y por otra, a que las condiciones experimentales empleadas no conduzcan en todos los casos al equilibrio en el cambio  $K - (Ca + Mg)$ .

Con respecto a las condiciones experimentales, en el presente trabajo hemos empleado un tiempo de «equilibrio» de treinta minutos, siguiendo la técnica recomendada por Beckett (11). En el caso de los andosoles, debido a la gran cantidad de material amorfo, es difícil estimar cuándo se ha alcanzado el equilibrio. Graham y Fox (8), en su estudio sobre suelos volcánicos de Hawaii, encuentran que el tiempo de equilibrio es de cuatro semanas. Estos autores sugieren que este lento equilibrio puede explicarse por el tiempo necesario para la difusión del potasio a través de los agregados estables de arcilla comúnmente encontrados en las suspensiones coloidales de los suelos o a través de los revestimientos de material amorfo que protegen todas las superficies en algunos suelos. Por otra parte, Moss y Beckett (11) indican que un tiempo muy prolongado de equilibrio puede implicar cambios irreversibles como consecuencia de una actividad microbiana significativa, liberación de potasio no lábil y fijación de potasio. Además, teniendo en cuenta que algunas investigaciones indican cierta afinidad de las alofanas por el potasio (14) y con objeto de emplear un tiempo standard de «equilibrio» en todos los suelos naturales en estudio, con fines comparativos, hemos seguido la técnica indicada anteriormente.

#### CAPACIDAD TAMPÓN DE POTASIO

Para el estudio de la capacidad tampón hemos calculado los parámetros PBCK y PBCKE.

El PBCK fue definido por Beckett (3) como el gradiente de la parte lineal de la curva  $Q/I$  y está relacionado con el cambio que tiene lugar en las superficies planares de las arcillas (5). Según este autor, el PBCK depende principalmente de la superficie disponible para el cambio y en menor grado del carácter y densidad de carga de la superficie y de la concentración de la solución del suelo. Algunos investigadores (2, 6) han encontrado que el PBCK está relacionado linealmente con el contenido de arcilla y con la capacidad de cambio. No hemos encontrado tales relaciones en nuestros suelos.

A este respecto, Graham y Fox (8) señalan que en suelos volcánicos de Hawaii los valores de PBCK son función del contenido de potasio y no del contenido de arcilla. Para estos suelos volcánicos, los valores de PBCK encontrados por Graham son, en general, mucho mayores que los encontrados en nuestros andosoles.

PBCKE. Este parámetro está definido por la pendiente de la curva Q/I en el punto de intersección con el eje de ARK. Addiscott (1) sugiere este parámetro para representar la capacidad tampón debido a que se calcula en un punto concreto de la curva y evita la incertidumbre que supone algunas veces la determinación del PBCK, especialmente cuando la curva no presenta un tramo lineal bien definido. Exceptuando el vitrandept, los valores de PBCKE aumentan en general con la profundidad. Son de destacar los altos valores de PBCKE correspondientes a los horizontes fósiles del intergrado, asociado a un contenido de arcilla muy elevado.

En el vitrandept, debido a la forma de las curvas, los valores de PBCK y PBCKE son prácticamente iguales.

### CONCLUSIONES

En los andosoles estudiados los horizontes superficiales en cada perfil presentan formas similares de sus curvas Q/I. En el intergrado andosol-tierra parda oligotrófica las curvas Q/I de los horizontes fósiles aparecen claramente diferenciadas de las correspondientes a los horizontes superficiales.

Exceptuando al vitrandept, los valores de intensidad, ARK<sub>n</sub>, tienden a disminuir con la profundidad del perfil. Las constantes de cambio de potasio aumentan con la profundidad del perfil en los tres suelos y los valores de PBCK obtenidos para los horizontes superficiales son del mismo rango.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife.*

### BIBLIOGRAFÍA

- (1) ADISCOTT, T. M. and TALIBUDEEN, O. (1969). The buffering capacity of potassium reserves in soils. *Revista de la Potasa*. Sección 45 a. septiembre 1969.
- (2) BECKETT, P. H. T. (1964). Potassium-calcium exchange equilibria in soils: Specific adsorption sites for potassium. *Soil Sci.*, 97, 376.
- (3) BECKETT, P. H. T. (1964). Studies on soil potassium. I and II. *J. Soil Sci.*, 15, 1-8, 9-23.
- (4) BECKETT, P. H. T. (1965). Activity coefficients for studies on soil potassium. *Agrochimica*, IX, núm. 2, 150.
- (5) BECKETT, P. H. T. and NADAFY, M. H. M. (1967). Potassium calcium exchange equilibria in soils: The location of nonspecific (Gapon) and specific exchange sites. *J. Soil Sci.*, 18, 263.
- (6) BECKETT, P. H. T. and NAFADY, M. H. M. (1968). A study on soil series: Their correlation with intensity and capacity properties of soil potassium. *J. Soil Sci.*, 19, 216.
- (7) FERNÁNDEZ CALDAS, E., TEJEDOR SALGUERO, M. L. (1974). Andosuelos canarios: vitrandepts. Características morfológicas y químicas. *Anales de Edafología*. (En prensa.)

- (8) GRAHAM, E. R. and FOX, R. L. (1971). Tropical soil potassium as related to labile pool and calcium exchange equilibria. *J. Soil Sci.*, 111, 318.
- (9) LAGERWERFF, J. V. and BOLT, G. H. (1959). Theoretical and experimental analysis of Gapon's equation for ion exchange. *Soil Sci.*, 87, 217.
- (10) MOSS, P. (1967). Independence of soil Quantity-Intensity relationships to changes in exchangeable potassium: similar potassium exchange constants for soils within a soil Type. *Soil Sci.*, 103, 196.
- (11) MOSS, P. and BECKETT, P. H. T. (1971). Sources of error in the determination of soil potassium activity ratios by the Q/I procedure. *J. Soil Sci.*, 22, 514.
- (12) NASH, V. E. (1970). Potassium release characteristics of some soils of the Mississippi coastal plain as revealed by various extracting agents. *Soil Sci.*, 111, 313.
- (13) REZK, A. I. and AMER, F. (1969). Exchangeable potassium and its selectivity by soils as quantity-intensity parameters for soil potassium. *Soil Sci. Amer. Proc.* Vol. 33, 876.
- (14) STICHER, H. (1972). Potassium in allophane and in zeolites. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Colloquium of the International Potash Institute.* 1972, 43.
- (15) TEJEDOR SALGUERO, M. L. y FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1975). Andosuelos canarios: dystrandepts. Características morfológicas y químicas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 34, 335-346.
- (16) TEJEDOR SALGUERO, M. L. y FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1974). Andosuelos canarios: intergrado andosuelos-tierra parda oligotrófica. Características morfológicas y químicas. *Anales de Edafología y Agrobiología.* (En prensa.)

Recibido para publicación: 4-III-75