

# Propuesta de interpretación de análisis de suelos para cultivos hortícolas en Gran Canaria.

*Medina Jiménez, Francisco.*

*Ingeniero Técnico Agrícola*

*Granja Agrícola Experimental*

*Cabildo de Gran Canaria*

# Introducción

Con objeto de obtener el máximo rendimiento de los suelos, se hace necesario conocer sus características físico-químicas particulares para determinar si es necesario aportar nutrientes o realizar alguna enmienda; además, también es fundamental tener en consideración las condiciones climáticas de la zona para determinar si los terrenos son adecuados o no para el establecimiento de un determinado cultivo.

Una forma de conocer las condiciones de fertilidad es mediante el análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo. En el caso de que

un suelo presente niveles deficientes de nutrientes habrá que recurrir a la aplicación de fertilizantes de una forma racional para devolverle la fertilidad; si, por el contrario, esta labor se hace de una forma inapropiada, las consecuencias serán negativas, sobre todo si se realiza en exceso.

En este trabajo se presenta una guía de referencia para la interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas realizadas por el Laboratorio Agroalimentario y Fitopatológico (en adelante LAF) del Cabildo de Gran Canaria.

## Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

En las tablas siguientes se muestran las interpretaciones de los valores obtenidos para cada uno de los parámetros según el método analítico empleado para su obtención:

### Textura del suelo

La textura de un suelo es la proporción de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena, limo y arcilla.

La textura influye decisivamente en el comportamiento del suelo respecto a su capacidad de retención de agua y nutrientes, su permeabilidad (encharcamiento, riesgo de lixiviación de agua y nitrógeno, etc.) y su capacidad para descomponer la materia orgánica.

Tabla 1. Clasificación del suelo según su textura.

TIPOS DE SUELOS	TEXTURA
LIGEROS	ARENOSA
	ARENOSA-FRANCA
MEDIOS	FRANCA-ARENOSA
	FRANCO-ARCILLO-ARENOSA
	FRANCA-LIMOSA
	FRANCA LIMOSA
FUERTES	FRANCO-ARCILLOSA
	FRANCO-ARCILLO-LIMOSA
	ARCILLO-LIMOSA
	ARCILLOSA ARCILLO-ARENOSA

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## pH

En los suelos, el pH es usado como un indicador de su acidez o alcalinidad y es medido en unidades de pH. El pH es una de las propiedades más importantes del suelo, ya que afecta directamente a la disponibilidad de nutrientes, controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas.

El LAF determina la acidez activa midiendo el pH de una suspensión suelo-agua (1/2,5). Sin embargo, las tablas de clasificación de suelos normalmente lo hacen en base al pH del extracto saturado ( $pH_{es}$ ).

Cuando el valor de pH del que se dispone es el pH 1:2,5 en agua ( $pH_{1:2,5}$ ), hay que observar lo siguiente para expresarlo como pH del extracto saturado:

Si  $pH_{1:2,5} < 7$ , entonces el valor del pH 1:2,5 coincide con el del pH extracto saturado:

$$pH_{es} = pH_{1:2,5}$$

Si  $pH_{1:2,5} > 7$ , entonces hay que aplicar la siguiente fórmula:

$$pH_{es} = pH_{1:2,5} - 0,5$$

Tabla 2. Clasificación del suelo según el valor del  $pH_{es}$

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	RANGOS DE $pH_{es}$
MUY ÁCIDO	$pH < 5,5$
ÁCIDO	$5,5 > pH < 6,5$
NEUTRO	$6,5 > pH < 7,5$
BÁSICO	$7,5 > pH < 8,5$
MUY BÁSICO	$pH \geq 8,5$

## Conductividad Eléctrica (CE)

La CE mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la capacidad de conducción de las sales disueltas presentes en el suelo; por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del suelo por presentar una concentración más elevada de sales.

El LAF determina la salinidad midiendo la CE de una suspensión suelo-agua (1/5) a 25 °C ( $CE_{1,5}$ ). Al igual que ocurría con el pH, la clasificación de los suelos según su CE suele presentarse en base a la CE del extracto saturado, por lo que para transformar los valores de  $CE_{1,5}$  a CEes hay que aplicar la siguiente fórmula:

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

$$CE_{es} = CE_{1:5} \times FC$$

siendo FC un factor de corrección cuyo valor varía en función del tipo de suelo:

Tabla 3. Factor de corrección en función de la textura del suelo.

TIPO DE SUELO	FACTOR DE CORRECCIÓN
ARCILLOSO	4
FRANCO	6
ARENOSO	10

Tabla 4. Clasificación del suelo según el valor del  $CE_{es}$

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	CEes (dS/m)
NORMAL	$CE_{es} < 2$
SALINO	$2 > CE_{es} < 4$
MUY SALINO	$\geq 4$

## Caliza Total

Este dato es una medida de los carbonatos totales presentes en el suelo expresados como caliza total.

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad de los microorganismos, pero un exceso puede

ocasionar problemas de nutrición en las plantas al generar antagonismos con otros elementos.

El LAF determina este parámetro por el método del Calcímetro de Bernard y su resultado se expresa en porcentaje en peso de caliza en el suelo.

Tabla 5. Clasificación del suelo según el valor de la Caliza Total

NIVEL	CALIZA TOTAL (%)
MUY BAJA	$< 3,5$
BAJA	$3,5 > CT < 7$
NORMAL	$7 > CT < 10$
ALTA	$10 > CT < 16$
MUY ALTA	$> 16$

El contenido total de los carbonatos no nos da una idea exacta de sus efectos en el suelo, por lo que si el contenido de los carbonatos es supe-

rior al 10% se recomienda hacer el análisis de la caliza activa, que es la verdadera medida de la caliza que puede afectar a los cultivos.

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## Caliza Activa

La caliza activa se define como las partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a 5  $\mu\text{m}$ , muy activas químicamente y que pueden interferir en el normal desarrollo de las plantas.

Los métodos para analizar la caliza activa intentan imitar las condiciones del suelo en la zona radicular, donde la acción de ácidos débiles

orgánicos mantiene la caliza en formas muy finas, de forma que pueden interferir negativamente en la absorción de hierro por las raíces de las plantas provocando clorosis férrica.

Dado que el LAF no analiza este parámetro, se puede estimar a partir del valor de caliza total a partir de la expresión:

$$\text{Caliza activa (\%)} = 25\% \text{ de la caliza total (\%)}$$

Es difícil dar una referencia de las cantidades de caliza activa que son admisibles, ya que cada cultivo y cada variedad se comportan de forma diferente respecto a este compuesto; además,

también hay que considerar las condiciones del suelo tales como humedad, temperatura, aireación, etc.,. En general, se puede considerar:

Tabla 6. Interpretación del valor de caliza activa.

NIVEL	CALIZA ACTIVA (%)	EFFECTOS
BAJO	0 - 6	NO SUELE APARECER CLOROSIS
MEDIO	6 - 9	SON AFECTADAS LAS PLANTAS SENSIBLES
ALTO	> 9	PROBLEMAS DE CLOROSIS GRAVES

## Materia Orgánica

La clasificación de la MO es compleja, ya que comprende una mezcla muy heterogénea de componentes en proporciones y estados evolutivos muy variables. De forma genérica, se distinguen dos formas principales de materia orgánica:

- » Materia orgánica fresca, formada por los restos de animales, vegetales y microorganismos, transformados de forma incompleta, que son la principal fuente de humus y que no forman parte integral del suelo.

- » Materia orgánica estable: formada por dos subgrupos:
  - » Productos resultantes de la descomposición avanzada de residuos orgánicos y síntesis microbiana.
  - » Sustancias húmicas, que forman parte integral del suelo y que constituyen el principal reservorio de carbono en los suelos.

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

El LAF determina la MO por el método denominado combustión seca y su resultado se expresa en porcentaje en peso.

Tabla 7. Interpretación del valor de la materia orgánica.

NIVEL	MO (%)
MUY BAJO	1
BAJO	1 - 2,5
NORMAL	2,5 - 4,5
ALTO	> 4,5

## Nitrógeno Total

El nitrógeno en el suelo se encuentra bajo las formas orgánica (formando parte de la materia orgánica y no aprovechable por la planta) e inorgánica (principalmente como ión amonio o nitrato).

Tabla 8. Interpretación del valor nitrógeno total (%).

NIVEL	NITRÓGENO TOTAL (%)
MUY BAJO	< 0,05
BAJO	0,05 - 0,1
NORMAL	0,1 - 0,2
ALTO	0,2 - 0,4
MUY ALTO	> 0,4

El LAF determina este parámetro por el método denominado combustión seca y su resultado se expresa en porcentaje en peso.

## Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

La relación carbono/nitrógeno determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo.

Una alta relación C/N, unida a otra serie de factores (pH bajo, fosfatos insuficientes o conductividad eléctrica baja) indica poca habilidad para producir nitratos. Esta relación puede disminuirse con adición de N y de esta manera se reduce el tiempo preciso para la mineralización.

El LAF calcula este parámetro en base a los valores de los parámetros anteriores.

La baja relación C/N indica el agotamiento del suelo, lo que ocurre cuando se explota intensamente o cuando se erosiona. También puede producirse como consecuencia de un excesivo calentamiento del terreno, lo que hace que la M.O. se descomponga a gran velocidad.

Tabla 9. Evaluación de los valores de la relación C/N.

NIVEL	C/N
BAJO	$\leq 8$
NORMAL	$8 > C/N < 12$
ALTO	$12 > C/N < 15$
MUY ALTO	$> 15$

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## Nitratos (Extr. Sulfato Cálcico 0,01M) y Cromatografía Iónica

Tabla 10. Evaluación de los valores nitratos.

NIVEL	NITRATOS (mg/kg)
MUYBAJO	< 150
BAJO	150 - 250
NORMAL	250 - 300
ALTO	300 - 500
MUYALTO	> 500

## Fósforo Asimilable (Olsen)

Desde el punto de vista agronómico el fósforo puede estar presente en el suelo en cuatro formas:

- En la solución del suelo, es decir, directamente asimilable;
- Fijado en el complejo arcillo-húmico, por tanto, cambiabile o lábil;
- Como componente de la materia orgánica, precipitado o adsorbido en los geles de hierro y aluminio, en suelos ácidos, y precipitado como fosfato cálcico en suelos básicos, muy lentamente asimilable y;
- Formando parte de la roca madre, no asimilable.

La fertilidad de un suelo en lo que al fósforo se refiere, se definiría como la capacidad del suelo de suministrar a los cultivos las cantidades que precisa, y en los momentos puntuales en los que es necesaria su absorción.

En definitiva, la fertilidad del suelo en fósforo es la cantidad de fósforo asimilable presente y, entendemos por asimilable, la fracción extraíble con ácidos débiles a una concentración definida. En los laboratorios agronómicos se utilizan el método Olsen, que emplea como extractante el bicarbonato sódico, muy adecuado para suelos básicos, y el método Bray, válido para condiciones ácidas.

Tabla 11. Evaluación de los valores de fósforo (mg/kg).

Nivel	TIPO DE SUELO		
	Ligeros	Medios	Fuertes
MUYBAJO	< 25	< 35	< 40
BAJO	25 > P < 50	35 > P < 65	40 > P < 80
NORMAL	50 > P < 75	65 > P < 100	80 > P < 125
ALTO	75 > P < 120	100 > P < 130	125 > P < 160
MUYALTO	≥ 120	≥ 130	≥ 160

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## Bases de Cambio

La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) refleja la cantidad de cationes que pueden ser retenidos por los suelos, expresada en miliequivalentes (meq/100g) de suelo, aunque en la actualidad se utiliza la unidad cmolc/kg. A medida que la C.I.C. es más elevada la fertilidad del suelo aumenta.

Los cationes que integran la CIC deben estar comprendidos entre unos límites porcentuales establecidos, si se quiere que el suelo funcione adecuadamente.

Un exceso de calcio cambiante puede interferir en la asimilación de magnesio y de potasio. La relación óptima Ca/Mg debe estar alrededor

Sus valores pueden oscilar entre:

Muy bajo .....	0-10 meq/100 g.
Bajo .....	10-20 meq/100 g.
Medio.....	20-35 meq/100 g.
Medio alto.....	35-45 meq/100 g.
Alto .....	> 45 meq/100 g.

Estos límites son:

Ca .....	40-70% de la CIC
Mg .....	10-30% de la CIC
K .....	5-12% de la CIC
Na .....	< 5% de la CIC

de 2-4. También, un exceso de potasio puede interferir la absorción de magnesio. La relación óptima K/Mg debe estar entre 0,3 y 0,8.

$$\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}} = 2 - 4 \quad ; \quad \frac{\text{K}}{\text{Mg}} = 0.3 - 0.8 \quad ; \quad \frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}} = 10 - 15$$

## Potasio de cambio (Ac. Amónico)

Agronómicamente, podemos clasificar las formas de potasio en los siguientes tipos:

1. En la solución del suelo, lo que significa que es directamente asimilable;
2. cambiante, es decir, fijado en la superficie de las arcillas y en el complejo arcillo-húmico, interviniendo en el intercambio catiónico con la solución del suelo;
3. interlamina, situado entre las láminas de arcilla muy difícilmente disponible para las plantas y;

4. la fracción mineral, no utilizable por las plantas y liberado muy lentamente por meteorización y por la acción de determinadas bacterias.

Las plantas absorben el potasio (K<sup>+</sup>) por vía radicular a partir de la solución del suelo (1 unidad fertilizante de potasio es igual a 1 kg de K<sub>2</sub>O). Debido a su baja carga y pequeño radio iónico, la absorción se efectúa con facilidad y pueden, incluso, absorberse cantidades de K superiores a las necesidades de la planta originando lo que se denomina consumo de lujo.

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

Tabla 12. Evaluación de los valores de potasio (meq/100 g).

Nivel	TIPO DE SUELO		
	Ligeros	Medios	Fuertes
MUY BAJO	< 1	< 1	< 1,5
BAJO	1 > K < 1,6	1 > K < 1,6	1,5 > K < 2,5
NORMAL	1,6 > K < 2,5	1,6 > K < 2,5	2,5 > K < 4
ALTO	2,5 > K < 4	2,5 > K < 4	4 > K < 5,8
MUY ALTO	≥ 4	≥ 4	≥ 5,8

## Calcio de cambio (Ac. Amónico) – (Ac. Na si caliza > 3)

El calcio en el suelo se encuentra combinado en compuestos minerales y orgánicos. Existe además calcio iónico ( $\text{Ca}^{++}$ ) fijado sobre el complejo adsorbente o libre en la solución del suelo. En el complejo de cambio suele ser el catión más abundante.

El calcio es muy importante para el suelo:

- » Desde un punto de vista físico:
  - › Es necesario para una buena estructura (floculante del complejo arcillo-húmico).
  - › Aumenta la ligereza de los suelos pesados.
- » Desde un punto de vista químico:
  - › Es antagónico del  $\text{H}^+$ , por lo que los suelos ricos en Ca presentan un pH básico.
  - › Regula las posibilidades de solubilización del resto de los elementos del suelo.
  - › Permite el desarrollo de CIC mayores.
- » Desde un punto de vista biológico:

- › Es necesario para la nutrición de plantas y microorganismos.
- › Permite aumentar la velocidad de descomposición de la materia orgánica.
- › Actúa sobre procesos de fijación de  $\text{N}_2$ .

El método empleado por el LAF para la determinación del calcio en una muestra de suelo es su extracción con una solución de acetato amónico 1N a pH 7 y posterior determinación por absorción atómica. (Ac. Amónico) – (Ac. Na si caliza > 3).

Tabla 13. Evaluación de los valores de calcio (meq/100 g).

NIVEL	CALCIO (meq/100 g.)
MUY BAJO	< 3
BAJO	3 - 10
NORMAL	10 - 20
ALTO	20 - 30
MUY ALTO	> 30

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## Magnesio de cambio (Ac. Amónico) – (Ac. Na si caliza > 3)

El magnesio se encuentra en el suelo principalmente en forma mineral como silicatos, carbonatos, sulfatos y cloruros.

La planta puede absorber el  $Mg^{2+}$  de la solución del suelo, por vía radicular, o el de las soluciones fertilizantes, a través de los estomas, por vía foliar. (1 UF = 1 kg de MgO).

El método empleado por el LAF para la determinación del magnesio en una muestra de suelo es su extracción con una solución de acetato amónico 1N a pH 7 y posterior determinación por absorción atómica.

Para interpretar la fertilidad magnésica del suelo se puede seguir el siguiente criterio:

Tabla 14. Evaluación de los valores de magnesio (meq/100 g).

NIVEL	MAGNESIO (meq/100 g.)
MUY BAJO	< 2,5
BAJO	2,5 - 4
NORMAL	4 - 7
ALTO	7 - 10
MUY ALTO	> 10

## Sodio (Ac. Amónico)

La presencia de  $Na^+$  en proporciones elevadas frente al  $Ca^{++}$  y al  $Mg^{++}$ , provoca la dispersión de los coloides arcillosos y húmicos originando fuerte inestabilidad estructural. Además, pueden aparecer problemas de fitotoxicidad.

El método empleado por el LAF para la determinación del sodio en una muestra de suelo es mediante fotometría de llama, previa extracción con una solución de acetato amónico 1N a pH 7.

Tabla 15. Evaluación de los valores de sodio (meq/100 g).

NIVEL	SODIO (meq/100 g.)
NORMAL	< 2,5

# Interpretación de los resultados de las determinaciones analíticas de los parámetros físico-químicos de un suelo

## Microelementos

La denominación de micronutriente es debida a su bajo contenido en la planta, pero no por su menor importancia, ya que su carencia puede ser tan perjudicial para el desarrollo de los cultivos como la de cualquier macronutriente.

Tabla 16. Evaluación de los valores de microelementos (mg/kg) ppm.

MICROELEMENTOS	MÉTODO DE OBTENCIÓN	NIVELES ACEPTABLES (mg / kg) o ppm
BORO	EXT AGUA CALIENTE + ICP-OES	0,5 - 3
COBRE	EXT. DTPA + ICP-OES	0,3 - 5
HIERRO	EX. DTPA + ICP-OES	20 - 50
MANGANESO	EXT. DTPA + ICP-OES	2 - 10
ZINC	EXT. DTPA + ICP-OES	0,5 - 5

## Bibliografía Consultada

- Hernández Abreu, J.M. - Mascarel Inta, J. - Duarte Minués, S. - Pérez Regalado, A. - Santana Ojeda, J.L. - Socorro Monzón, A.R. “Seminario sobre Interpretación de Análisis Químico de Suelos, Aguas y Plantas”.
- Pérez Pérez, Nelson Guillermo. “Equilibrio Nutricional del Suelo”.
- Instituto Tecnológico Agrario Castilla y León “Guía para Interpretar los Resultados de los Análisis de las Muestras de Suelos”.
- Interpretación de análisis de suelos. Hoja Divulgadora nº 5/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.