



La Agricultura Ecológica en Canarias
El suelo, estudio, análisis e interpretación

DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD

Tomás R. Alcoverro Pedrola



Metodología del estudio del suelo

- Localización de la cata y de las parcelas para muestrear
- Descripción de la cata
- Toma de muestras (cata y MF)
- Análisis de las muestras suelos y aguas
- Interpretación de los resultados
- Recomendaciones y mejoras

Componentes del suelo

- Parte mineral
- Parte orgánica
- Agua
- Aire

Componentes del suelo

Parte orgánica

- Organismos vivos
 - . Raíces vivas de las plantas
 - . Macroorganismos (insectos, roedores, gusanos...)
 - . Microorganismos (bacterias, hongos, algas...)
- Materia orgánica (restos vegetales y animales)

Componentes del suelo

- Parte mineral
 - Los silicatos
 - Aluminosilicatos amorfos y paracristalinos
 - Óxidos e hidróxidos del suelo
 - Calcita y carbonatos relacionados
 - Sales mas solubles que el yeso
 - Los fosfatos

Propiedades físicas del suelo

- Textura
- Estructura
- Consistencia (suela de labor)
- Profundidad
- Porosidad y -densidad del suelo
- Grietas
- Elementos gruesos
- Humedad del suelo
- Aireación del suelo
- Espesor de un horizonte
- Cementaciones y acumulaciones

Propiedades químicas del suelo

pH

Salinidad

Capacidad de intercambio catiónico

Materia orgánica

Nitrógeno

Fósforo

Potasio, calcio, magnesio, sodio

Micronutrientes

Problemas en los suelos cultivados de Canarias

-)] Actividad biológica nula.
-)] Nivel bajo de materia orgánica
-)] Estructura débil o sin estructura
-)] Suela de labor
-)] Poca profundidad
-)] Salinidad alta
-)] Niveles altos de fósforo y potasio.
-)] Niveles bajos de calcio.
-)] Niveles altos de nematodos
-)] En general alta incidencia de patógenos de suelo

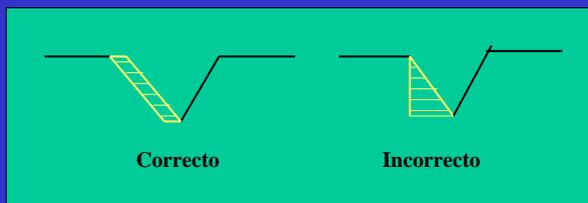
Diagnóstico de la fertilidad

- 1 - El muestreo del suelo
- 2 - Los análisis de suelos
- 3 - La interpretación del análisis
- 4 - Conclusiones y recomendaciones

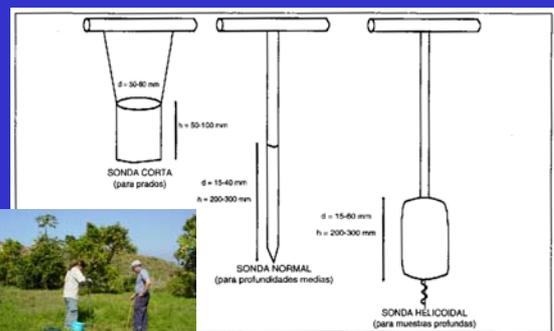
El muestreo del suelo

- 1 - Delimitación de la zona de muestreo
- 2 - La selección del sistema de muestreo
 - a) Los instrumentos
 - b) La profundidad
 - c) La técnica de muestreo y el nº de muestras
- 3 - La preparación de la muestra
- 4 - La época

Los instrumentos del muestreo: la recogida de muestras con pala



Tipos de sondas para el muestreo de suelos



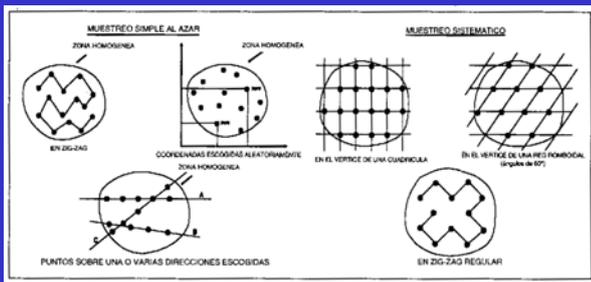
Muestreo de calicatas (catas): Profundidad



Organización del suelo

- Estudio del suelo en campo detallado y preciso.
- Perfil del suelo es un corte vertical.
- Capas de suelo: horizontes.
- Instrumentos: vista, tacto, cuchillo y lupa.
- Horizontes genéticos: A, B, C, R ...
- Proceso principal de la formación del horizonte se indica por las letras minúsculas (Bt acumulación de arcilla).
- Horizontes de transición se designan por la combinación de letras (AB, BA....)

Técnicas de muestreo de suelos



El muestreo del suelo

La preparación de la muestra

- a) Cantidad de muestra
- b) El secado
- c) El envasado y el etiquetado
- d) La información complementaria

El muestreo del suelo

La preparación de la muestra

d) La información complementaria

- Datos del solicitante
- Datos generales de la explotación
- Datos de la parcela
- Cultivo de la parcela
- Riego
- Abonado

El análisis de suelos

1 - Contenido total de un elemento.

. La textura, carbonatos, pH, salinidad, materia orgánica, C.I.C.

2 - Los elementos asimilables (P, K, Ca, Mg, y los microelementos). Es la fracción del contenido total de este elemento en el suelo que, en un lapso de tiempo relativamente restringido (dos o tres años) es susceptible de quedar a disposición del cultivo.

3 - Fases en los análisis de los elementos asimilables: la extracción y la cuantificación.

El análisis de suelos

Forma de los elementos del suelo

- Cationes integrados en las redes cristalinas. Las plantas no tienen acceso a ellas.
- Cationes intercambiables
- Cationes fijados
- Cationes solubles

Cationes extraíbles es la suma de los intercambiables mas los solubles

Determinaciones mas frecuentes para evaluación de la fertilidad de un suelo

Las determinaciones analíticas más típicas utilizadas en la evaluación de la fertilidad de los suelos agrícolas (BALLARD-1984 y GAGNARD et al.-1988, con modificaciones)

Parámetro	Grado de necesidad (opinión de los autores)	Repetición en años posteriores
Textura y cuantificación de componentes gruesos	imprescindible	no
Densidad aparente	recomendable ¹	no
Materia orgánica	imprescindible	si
pH	imprescindible	depende ²
Salinidad (conductividad)	imprescindible	depende ²
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	muy recomendable	si
Carbonatos totales	imprescindible (sólo en suelos básicos)	no ³
Caliza activa	deseable ⁴	no
N (para la relación C/N)	imprescindible ⁵	si
P asimilable	imprescindible	si
K intercambiable	imprescindible	si
Ca intercambiable	imprescindible ⁶	si
Mg intercambiable	imprescindible	si
Na intercambiable	opcional ⁷	si
Microelementos	opcional ⁸	si

¹ Para poder expresar la riqueza en elementos nutritivos del suelo en función de su volumen.
² Por ejemplo, será necesario después de un estudio para un suelo con alta salinidad caliza.
³ No será necesario, por ejemplo, en un suelo en el que los análisis previos nos hayan detectado ningún sistema de anulación y donde no se haya observado que haga suponer que podría haber aumentado considerablemente.
⁴ A no ser que se hayan efectuado encalados.
⁵ Sólo en suelos básicos con elevado contenido de carbonatos y según el tipo de cultivo a implantar.
⁶ Muchos agricultores lo consideran un parámetro sólo recomendable, y otros lo califican de innecesario.
⁷ Muchos agricultores lo consideran un parámetro innecesario en los suelos calcáreos.
⁸ Según la salinidad.
⁹ En general aporta muy poca información interesante.

La interpretación del análisis

- Sistema de interpretación adecuada
 - Nivel suficiente.
 - Proporción de cationes en el complejo de cambio.
 - Normas de diagnostico
- Sistema de muestreo (suelo, subsuelo, horizontes)
- La técnica analítica empleada y unidades
- La relación entre los diferentes parámetros analíticos.

La interpretación del análisis

- La relación entre los diferentes parámetros analíticos.

Relaciones K/Mg

- < 0,1 posibles carencias de K
- > 0,5 posibles carencias de Mg

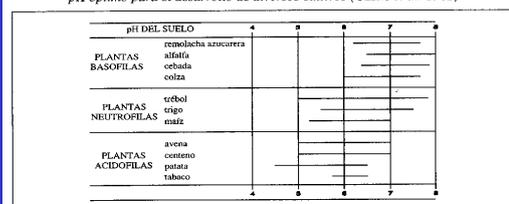
La interpretación del análisis

Clasificaciones de los suelos según su nivel de riqueza

Bajo contenido	Muy pobre	Muy alto
Medio contenido	Pobre	Ligera. alto
Alto contenido	Normal	Medio
	Rico	Bajo
	Muy rico	Muy bajo

pH óptimo para el desarrollo de diversos cultivos

pH óptimo para el desarrollo de diversos cultivos (CLERC et al.-1982)



²⁰ Si en el suelo existen carbonatos de calcio, éstos generarán nuevos iones Ca^{2+} a medida que se pierdan y vayan apareciendo H^+ , siguiendo la ecuación 5. En este caso no tendrá lugar ni la decalcificación (si la reserva de carbonatos es suficiente) ni la acidificación. Lo mismo sucederá si se aportan abonos o enmiendas que contengan Ca^{2+} .

²¹ Por ejemplo, la mayoría de leguminosas prefieren un pH neutro o ligeramente básico porque en tales condiciones la actividad fijadora de nitrógeno atmosférico de los *Rhizobium* es máxima y también porque entonces suele abundar el ión Ca^{2+} , imprescindible para estos microorganismos.

Proporción de cationes en el complejo de cambio

- Adecuada proporción en el complejo de cambio de Ca, Mg y K (no para N y P). Aplicable para suelos ácidos.

Proporciones deseables

K -----	2 - 6
Mg-----	6 - 20
Ca -----	60 - 85
Na -----	< 5

Interpretación de pH según los criterios USDA

Interpretación del pH según los criterios USDA (CESCAS-1978 y PORTA et al.-1986)

Valor del pH	Calificativo
pH < 4.5	Extremadamente ácido
4.5 ≤ pH < 5.0	Muy fuertemente ácido
5.0 ≤ pH < 5.5	Fuertemente ácido
5.5 ≤ pH < 6.0	Medianamente ácido
6.0 ≤ pH < 6.6	Ligeramente ácido
6.6 ≤ pH ≤ 7.3	Neutro
7.3 < pH ≤ 7.8	Medianamente básico
7.8 < pH ≤ 8.5	Moderadamente básico
8.5 < pH ≤ 9.0	Ligeramente alcalino ¹
9.0 < pH ≤ 10.0	Alcalino
10.0 < pH	Fuertemente alcalino

¹ Químicamente los conceptos de básico y alcalino son casi sinónimos, pero edafológicamente no: un suelo alcalino es aquel de pH superior a 8.5 y en cuyo complejo de cambio abunda o predomina el catión Na⁺.

Antagonismos entre elementos

Antagonismos entre elementos (MAGNY y BAUR-1962, GURGOU et al.-1989, TAUREAU-1989 y DROUIN-1989)

Macroelemento en exceso	Carencia inducida	Condiciones en las que se manifiesta el antagonismo	Causa
N-NH ₄ ⁺	Mg	A tener especialmente en cuenta en los suelos ácidos, donde la mineralización de la materia orgánica puede detenerse en la fase de N-NH ₄ ⁺	
N-NH ₄ ⁺	Zn y Mn	En suelos ácidos	
N	Cu	Con niveles elevados de K en el suelo	
P	K	Con niveles de Mg elevados	El P favorece el flujo de Mg hacia la planta, el cual impide la entrada del K
P	Zn	En suelos ácidos o muy ácidos (en especial si hay exceso de N-NH ₄ ⁺)	Formación de fosfatos insolubles en el suelo
P	Fe	Si el exceso de P es notable y los suelos son ácidos	Formación de fosfatos insolubles en el suelo
P	Cu		Formación de fosfatos insolubles en el suelo
K (o Na)	Mg		Desequilibrios en el complejo de cambio y en la solución del suelo
K	Ca	En suelos descalcificados	Desequilibrios en el complejo de cambio y en la solución del suelo
K	B	Sólo detectable en plantas sensibles	

Antagonismos entre elementos

Elemento secundario en exceso	Carencia inducida	Condiciones en las que se manifiesta el antagonismo	Causa
Ca	Mg	El antagonismo del Ca hacia el Mg no es tan fuerte como el del K y Na hacia el Mg	Desequilibrios en el complejo de cambio y en la solución del suelo
Ca	P	Sólo en suelos calcáreos	Formación de fosfatos insolubles en el suelo
Ca	Fe, Mn, Zn, B	Sólo si se ha incrementado el nivel de Ca con un encalado (con la consiguiente elevación del pH) o en suelos con una caliza activa excesiva	Formación de diversos compuestos insolubles
Mg	K		Desequilibrios en el complejo de cambio y en la solución del suelo
Mg	Mn	En especial con exceso de Ca	

Antagonismos entre elementos

Microelemento en exceso	Carencia inducida	Condiciones en las que se manifiesta el antagonismo	Causa
Fe	P	En suelos ácidos (pH < 6)	Formación de fosfatos de hierro
Fe	Mn		
Fe	Mo	Especialmente en suelos ácidos	
Mn	Mg	En suelos ácidos y mal aireados (condiciones que favorecen la presencia de formas solubles de Mn)	
Mn	Zn		
Mn	Fe		
Mn	Mo		
Mn	Co	De interés en alimentación animal (el Co es esencial para los animales pero no para las plantas)	
Cu	Fe		El Cu favorece catalíticamente la oxidación del Fe ²⁺ a Fe ³⁺ , el cual forma compuestos mucho más insolubles
Cu	Mn	En especial en suelos férricos (bien aireados) y calcáreos o de pH próximo a la neutralidad	El Cu favorece catalíticamente y la oxidación del Mn ²⁺ (soluble) a MnO ₂ (insoluble)
Cu	Mo		
Zn	Fe	Fenómeno muy inusual	
B	Mo	En suelos ácidos	
B	Fe	En suelos ácidos	
Mo	Cu	En suelos calcáreos	

Relaciones entre los cationes principales del complejo de cambio

Relaciones Ca / Mg

- > 10 posibles carencias de Mg
- < 1 posibles carencias de Ca

Las concentraciones de cada elemento vienen expresadas en meq/100g de suelo

Propiedades químicas del suelo: Salinidad

Interpretación de la salinidad de un suelo

Criterios USDA de clasificación de los suelos según su nivel de salinidad (Porta et al.-1986)

<u>CE e.s. de p.s. 25° C (dS/m)</u>	<u>Clasificación</u>
0 - 2	No salino
2 - 4	Ligeramente salino
4 - 8	Salino
> 8	Muy salino

El Fósforo

Normas absolutas de interpretación del P asimilable según los métodos Bray II y Olsen

<u>Calificativo</u>	<u>Bray II</u>	<u>Olsen</u>
Muy bajo	< 3	< 5
Bajo	3 - 7	5 - 10
Correcto	7 - 20	10 - 18
Alto	20 - 30	18 - 25
Excesivo	< 30	< 25

Datos expresados en mg P/kg suelo

Corrección de salinidad y aportación de calcio



Lavado de sales



Corrección y entierro de calcio



Corrección y entierro de calcio



Corrección de materia orgánica



Corrección de materia orgánica



Corrección de materia orgánica en invernadero



Corrección potasio

- Compuestos orgánicos
 - Compost
 - Estiércol
 - Purín
 - Harina de huesos
 - Cenizas de madera
- Compuestos minerales
 - Patenkali (28 %)
 - Rocas silíceas (3 - 10%)

Corrección de nitrógeno

- Compuestos orgánicos
 - Compost
 - Estiércol
 - Purín
 - Harina de carne, pescado, sangre.
 - Harina de soja
 - Abono verde
- Compuestos minerales
 - Ninguno

Corrección del fósforo

- Compuestos orgánicos
 - Estiércol
 - Compost
 - Purín
 - Huesos pulverizados
 - Abono verde
- Compuestos minerales
 - Fosfatos naturales
 - Escorias de desfosforación
 - Fosfal, creta fosfatada

Corrección del calcio

- Dolomita
- Carbonato cálcico
- Sulfato cálcico
- Fosfatos naturales
- Algas

Ensayos de desinfección de suelos:
solarización, biofumigación y
aplicación de tajetes



Los setos en agricultura sostenible

- Protección del viento
- Reservorio de auxiliares
- Humedad del suelo
- Prevención contra la erosión del suelo
- Potenciación de la biodiversidad



SOLANACEAS		LEGUMINOSAS		COMPUERTAS		UMBELIFERAS	
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50

Diseño huerto (Gaspar Caballero)



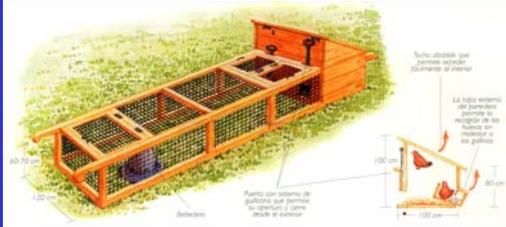
Huerto escolar modelo Gaspar Caballero



Huerto ecológico modelo Gaspar Caballero



Gallineros portátiles (malas hierbas, fertilización, huevos, carne....)



Huerto terraza



Huerto terraza



Huerto terraza



Huerto ecológico en la terraza



Compostera familiar



Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos canarios en horticultura ecológica

Tomás R. Alcoverro Pedrola



Propiedades del suelo ecológico Físicas - hortícolas -

- Profundidad del suelo / 40 cm
- Elementos gruesos < 10 %
- Grosor del horizonte superficial 25 - 30 cm
- Identificación y posición de capas impermeables en el perfil del suelo (suela de labor)
- Consistencia de los diferentes horizontes: friable
- Estructura del suelo: moderada, fuerte
- Textura de los diferentes horizontes del suelo
- Presencia de arcillas expandibles CEL < 7%



Propiedades del suelo ecológico Biológicas - hortícolas -

- Presencia de lombrices 50-200/m cúbico.
- Número de esporas de micorrizas 1-5/gramo.
- Actividad fauna: muy intensa a moderada.
- Raíces: Abundantes, frecuentes, finas y muy finas.
- Medida de otros macro o microorganismos.



Propiedades del suelo ecológico Químicas - hortícolas -

- pH del suelo 6,5 - 7,5 (pasta saturada, extracto 1/2,5 en agua)
- Salinidad < 4 dS/m a 25° C (extracto de pasta saturada)
< 0,3 dS/m a 25° C (en extracto 1/5)
- Nitratos del extracto de pasta saturada < 300 ppm
- Residuos de pesticidas inapreciable
- CIC del suelo 25-35 meq/100g
- Fósforo (Olsen) < 40 ppm



Propiedades del suelo ecológico Químicas - hortícolas -

	Nivel nutrientes (meq/100g)	% de cationes CIC %
Potasio (ext a.a.)	1 - 2	2 - 6
Calcio (ext a.a.)	18 - 25	60 - 80
Magnesio (ext a.a.)	3 - 5	10 - 15
Sodio (ext a.a.)	1 -2	< 5
Aluminio	inapreciable	inapreciable



Gracias por su
atención