

**ANALISIS DE HOJAS, SUELOS Y AGUAS
PARA EL DIAGNOSTICO NUTRICIONAL
DE PLANTACIONES DE CITRICOS.
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS**



**F. Legaz, M. D. Serna, P. Ferrer
V. Cebolla, E. Primo-Millo**



GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ

Edita: **Generalitat Valenciana**
Consellería d'Agricultura, Pesca i Alimentació

Depósito Legal: V-741 - 1.995

Imprime: **Gráficas Fortuny S.L.** R. Independencia, 70
46460 SILLA (Valencia)

Análisis de hojas, suelos y
aguas para el diagnóstico
nutricional de plantaciones de
cítricos. Procedimiento de
toma de muestras.

**F. Legaz¹, M. D. Serna¹, P. Ferrer²
V. Cebolla¹, E. Primo-Millo¹**

1 Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

2 Servicio de Transferencia de Tecnología Agraria (STTA)

1. Introducción

Un programa racional de abonado en cítricos debe basarse tanto en las características de la plantación como en los datos aportados por los análisis de hojas, suelo y agua de riego. El análisis foliar es el método más adecuado para diagnosticar el estado nutritivo de la plantación y evaluar la disponibilidad de reservas de la planta. El análisis de suelo proporciona información complementaria sobre las características físico-químicas del mismo que inciden en el comportamiento de los abonos y de la disponibilidad de nutrientes asimilables por la planta. Los datos analíticos del agua de riego permiten evaluar su calidad y contenido en sales minerales que, incorporadas a las del suelo, pueden actuar como fuente de nutrientes para la planta. La interpretación de los tres tipos de análisis nos aporta una visión suficientemente clara de: a) los elementos nutrientes que se encuentran en el agua de riego o en el suelo, b) las fracciones que están en formas químicas asimilables por la planta, e) los elementos que la planta está absorbiendo correctamente y d) la existencia de antagonismos entre iones o de otras interferencias que dificultan o impiden la absorción de algunos nutrientes. Toda esta información es necesaria para planificar correctamente el abonado.

2. Análisis foliar

El análisis foliar se considera actualmente como una referencia indispensable para determinar tanto las necesidades de abonado de las plantaciones de cítricos como los estados carenciales de microelementos. Esto se debe a que los análisis foliares dan una indicación precisa de la absorción de los diferentes elementos por la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo. La correcta utilización de esta práctica requiere efectuar adecuadamente la toma de muestras de hojas, de modo que sea representativa del estado nutricional de la plantación, e interpretar correctamente los análisis. El contenido en nutrientes de las hojas depende de diversos factores tales como la edad, tipo y posición de la hoja que se muestrea, la combinación injerto-patrón, la disponibilidad de nutrientes del suelo, la producción, el estado fitosanitario, etc. La interpretación del análisis foliar se realiza comparando los resultados obtenidos con los valores foliares estándar previamente establecidos para cada elemento (tablas 1, 2 y 3). Sin embargo, en el diagnóstico nutricional definitivo deben tenerse en cuenta las posibles interferencias ocasionadas por el estado productivo de la planta.

Los niveles considerados como deficientes indican que el elemento en cuestión no alcanza en el tejido la concentración suficiente para el normal desarrollo de las funciones fisiológicas o procesos metabólicos en el que éste está implicado. Estas disfunciones producen sintomatologías características en diversos órganos (hojas, frutos, raíces, etc...), que, con limitaciones, permiten diagnosticar visualmente el estado carencial. La consecuencia final de todas estas alteraciones suele ser una disminución significativa del vigor de la planta, o bien, de la

TABLA 1- Interpretación de los análisis foliares de nitrógeno, fósforo y potasio en cítricos

		Niveles nutritivos estándar (% peso seco)				
		Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Naranjos	N	<2.30	2.30-2.50	2.51-2.80	2.81-3.00	>3.00
	P	<0.10	0.10-0.12	0.13-0.16	0.17-0.20	>0.20
	K	<0.50	0.50-0.70	0.71-1.00	1.01-1.30	>1.30
Clementinos	N	<2.20	2.20-2.40	2.41-2.70	2.71-2.90	>2.90
	P	<0.09	0.09-0.11	0.12-0.15	0.16-0.19	>0.19
	K	<0.50	0.50-0.70	0.71-1.00	1.01-1.30	>1.30
Satsumas	N	<2.40	2.40-2.60	2.61-2.90	2.91-3.10	>3.10
	P	<0.10	0.10-0.12	0.13-0.16	0.17-0.20	>0.20
	K	<0.40	0.40-0.60	0.61-0.90	0.91-1.15	>1.15

TABLA 2- Interpretación de los análisis foliares de calcio, magnesio y azufre en cítricos

		Niveles nutritivos estándar (% peso seco)				
		Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Ca		<1.6	1.6-2.9	3.0-5.0	5.1-6.5	>6.5
Mg		<0.15	0.15-0.24	0.25-0.45	0.46-0.90	>0.90
S		<0.14	0.14-0.19	0.20-0.30	0.31-0.50	>0.51

productividad, tamaño y calidad del fruto. Los niveles denominados bajos, indican que la planta no está absorbiendo el elemento nutriente de forma plenamente satisfactoria y, aunque no obligatoriamente deben producirse alteraciones importantes en el desarrollo vegetativo y la productividad, es conveniente prestar atención a la nutrición con este elemento

TABLA 3- Interpretación de los análisis foliares de hierro, zinc, manganeso, boro, cobre y molibdeno en cítricos

	Niveles nutritivos estándar (ppm)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Fe	<35	35-60	61-100	101-200	>200
Zn	<14	14-25	26-70	71-300	>300
Mn	<12	12-25	26-60	61-250	>250
B	<21	21-30	31-100	101-260	>260
Cu	<3	3-5	6-14	15-25	>25
Mo	<0.06	0.06-0.09	0.10-3.0	3.1-100	>100

para no caer en el estado deficitario. En los niveles bajos puede observarse la sintomatología de la deficiencia en algunas brotaciones, aunque de forma aislada y escasamente intensa. Los niveles foliares considerados óptimos indican que la nutrición es equilibrada y no es limitante para un correcto funcionamiento de la plantación. Sin embargo, hay que destacar que las concentraciones de elementos en las hojas que inducen un máximo desarrollo vegetativo no son los mismos que los que producen el mayor rendimiento en cosecha u optimizan la calidad del fruto. Por ello, los valores que se exponen en las tablas 1, 2 y 3 son los que se han considerado adecuados para un correcto equilibrio entre producción y calidad. Las concentraciones foliares altas o excesivas de un determinado elemento indican que éste está siendo absorbido en cantidades superiores a las estrictamente necesarias, ya sea por su abundante disponibilidad en el suelo en estado asimilable o por un exceso de fertilización. En estas circunstancias puede producirse una disminución de la calidad del fruto y también la aparición de carencias por antagonismos en la absorción de otros nutrientes. Adicionalmente, la acumulación excesiva de algunos ele-

mentos en los tejidos puede producir efectos tóxicos, con graves repercusiones en el desarrollo y la producción. Cuando la situación de exceso de absorción de algún nutriente se debe a un elevado aporte del abono correspondiente, debe corregirse reduciendo la dosis del mismo, ya que, además del despilfarro económico y los posibles efectos nocivos sobre la cosecha, se puede estar contaminando el medio ambiente.

2. 1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

2. 1. 1. Selección de las unidades de muestreo

Para determinar el número de muestras que deben tomarse en una plantación se tendrá en cuenta tanto la diversidad del suelo como la del arbolado.

La plantación deberá dividirse en parcelas con condiciones edáficas homogéneas en lo que se refiere a textura, fertilidad, color, profundidad del suelo, etc. Dentro de éstas se tomarán subparcelas cuyo arbolado sea también uniforme, especialmente en cuanto a combinación injerto/patrón, edad, porte, color del follaje, producción, etc. Normalmente, se tomará una muestra de hojas de cada una de estas subparcelas.

2.1.2. Selección de los árboles para tomar una muestra

Una vez dividida la plantación en subparcelas homogéneas, se procederá a la selección de los árboles en los que se va a efectuar el muestreo de las hojas. En la tabla 4 se muestra la relación aproximada entre el número de plantas que deben muestrearse en cada subparcela homogénea y el número de plantas totales de la misma. Esta relación evidentemente disminuye al aumentar el tamaño de la subparcela. Puede observarse que en subparcelas muy

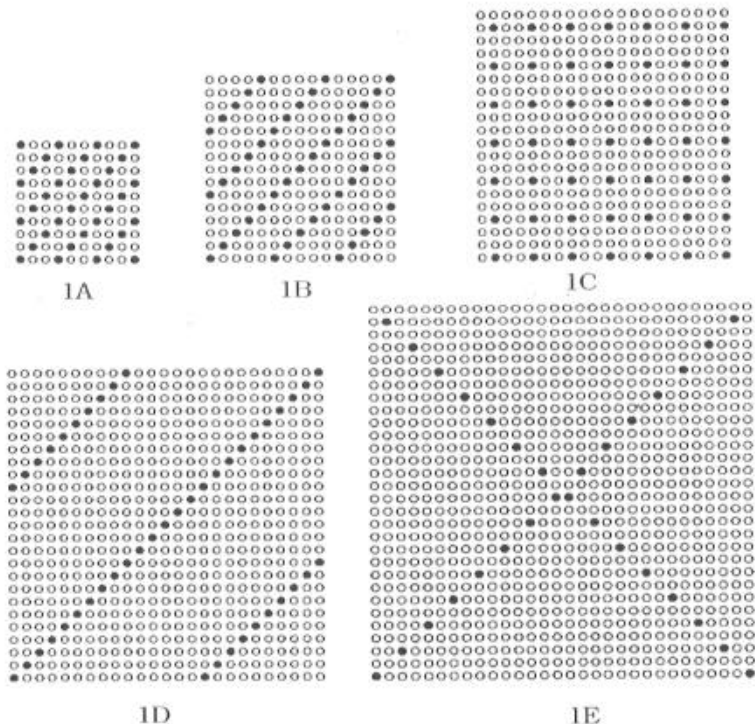
pequeñas, con menos de 150 árboles, se debe muestrear un árbol de cada tres. En parcelas mayores, con 150-250 árboles, se muestrearán uno de cada cinco árboles, en las de 250-450 árboles uno de cada nueve y así sucesivamente hasta parcelas superiores a los 1500 árboles en las que puede muestrearse un árbol de cada cincuenta. Cuando la parcela supere los 2500 árboles es conveniente dividirla para efectuar más de un muestreo. En todos los casos el número de árboles a muestrear oscila entre 25 y 50. Este criterio ha demostrado ser suficientemente preciso en estudios previos sobre el diagnóstico del estado nutritivo en plantaciones uniformes de distintos tamaños.

TABLA 4- Relación entre el número de árboles a muestrear en una subparcela homogénea y el número de árboles totales de la misma

N.º árboles / subparcela	Relación N.º árboles a muestrear/ N.º árboles subparcela
<150	1/3
150-250	1/5
250-450	1/9
450-750	1/15
750-1500	1/30
1500-2500	1/50

Otro aspecto al que debe prestarse atención es a la situación de los árboles en que se va a efectuar el muestreo dentro de cada subparcela. Estos pueden tomarse al azar entre el conjunto del arbolado, procurando que estén suficientemente distribuidos y no se concentren en una determinada zona. Otra posibilidad, que en muchos casos puede resultar más cómoda y sistemática, es seleccionar los árboles según un diseño determinado. En las figuras se ofrecen algunas distribuciones de árboles para el muestreo en parcelas de distintos tamaños. Como puede observarse,

FIGURA 1- Disposición de los árboles para el muestreo de hojas en parcelas de diferentes tamaños



IA- Disposición de los árboles a muestrear (● uno de cada tres) en una subparcela con un número de árboles inferior a 150.

IB-Disposición de los árboles a muestrear (● uno de cada cinco) en una subparcela con un número de árboles comprendido entre 150 y 250.

IC-Disposición de los árboles a muestrear (● uno de cada nueve) en una subparcela con un número de árboles comprendido entre 250 y 450.

ID-Disposición de los árboles a muestrear (● uno de cada quince) en una subparcela con un número de árboles comprendido entre 450 y 750.

IE-Disposición de los árboles a muestrear (● uno de cada treinta) en una subparcela con un número de árboles superior a 750.

uno de los sistemas se basa en seguir las filas de los árboles en sentido oblicuo (figs 1-A, 1-B y 1-D), con una separación igual a la relación de plantas a muestrear. En otro caso, se puede tomar el árbol central de un bloque de nueve árboles (fig 1-C). En subparcelas grandes (mayores de 750 árboles) se pueden seguir las dos diagonales de la plantación, tomando árboles alternos (fig 1-E).

Los árboles seleccionados deberán ser representativos de la plantación, por lo que deberán rechazarse aquellos que presenten:

- Anomalías vegetativas.
- Ataques de gomosis o podredumbre del cuello de la raíz (*Phytophthora sp.*).
- Afección intensa de virosis (tristeza, psoriasis, etc.)
- Incidencia fuerte de plagas.

Cada árbol eliminado se sustituirá por otro contiguo cuya apariencia sea normal.

2.1.3. Tipo de hojas

Generalmente está aceptado que deben muestrearse las hojas de la brotación de primavera de una edad determinada. Sin embargo, existen diferentes criterios sobre el tipo de brote que debe elegirse para el muestreo, considerando que pueden tomarse hojas procedentes de brotes vegetativos (sin frutos) o bien de brotes que presenten un fruto en posición terminal. Nuestro criterio se inclina a tomar hojas de brotes vegetativos, porque consideramos que ofrece más ventajas que el otro método. Dichas ventajas pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Normalmente los brotes vegetativos son más abundantes en la planta.

- Estos están menos sometidos a la depleción de nutrientes ocasionada por el fruto terminal próximo.
- En árboles muy jóvenes o en aquellos con escasa cosecha apenas existen brotes con fruto.
- Los brotes vegetativos son los que soportarán la floración y fructificación del año siguiente y por tanto, la determinación del contenido de nutrientes de sus hojas nos da una mejor estimación del nivel de reservas de la planta.

El principal inconveniente de este criterio estriba en la posibilidad de confundir estas hojas con las de otras brotaciones. Generalmente, en el momento de efectuar la toma de muestras aparecen en el árbol cuatro tipos de hojas: las procedentes del cielo vegetativo anterior que se denominan hojas viejas, y las desarrolladas en las brotaciones de primavera, verano y otoño (fig. 2-A). El contenido de nutrientes, en la época de muestreo, varía notablemente entre éstas. Normalmente, la concentración de nitrógeno y micronutrientes en las hojas de la brotación de primavera es significativamente diferente a la que presentan las hojas viejas y las de las brotaciones de verano y otoño. Esto pone claramente de manifiesto la necesidad de que la persona que realice el muestreo sea capaz de distinguir las hojas de la brotación de primavera en el conjunto del árbol. Este aspecto, sin embargo, no suele plantear problemas cuando se tiene una cierta experiencia en los muestreos. Para cualquier variedad, las hojas de la brotación de primavera se pueden distinguir fácilmente de los otros tipos (fig. 2-B). Estas son mucho más estrechas, puntiagudas y lanceoladas que las hojas de verano u otoño. Algunas hojas viejas pueden presentar esta morfología, ya que parte de ellas proceden de la brotación de primavera del ciclo anterior. En este caso, son mucho más coriáceas y no suelen aparecer como brote vegetativo terminal. Se muestrearán hojas con un tamaño próximo al considerado normal dentro de la primera brotación, sin ser ni excesiva-



FIGURA 2-A Aspecto de los diferentes tipos de brotaciones en cítricos

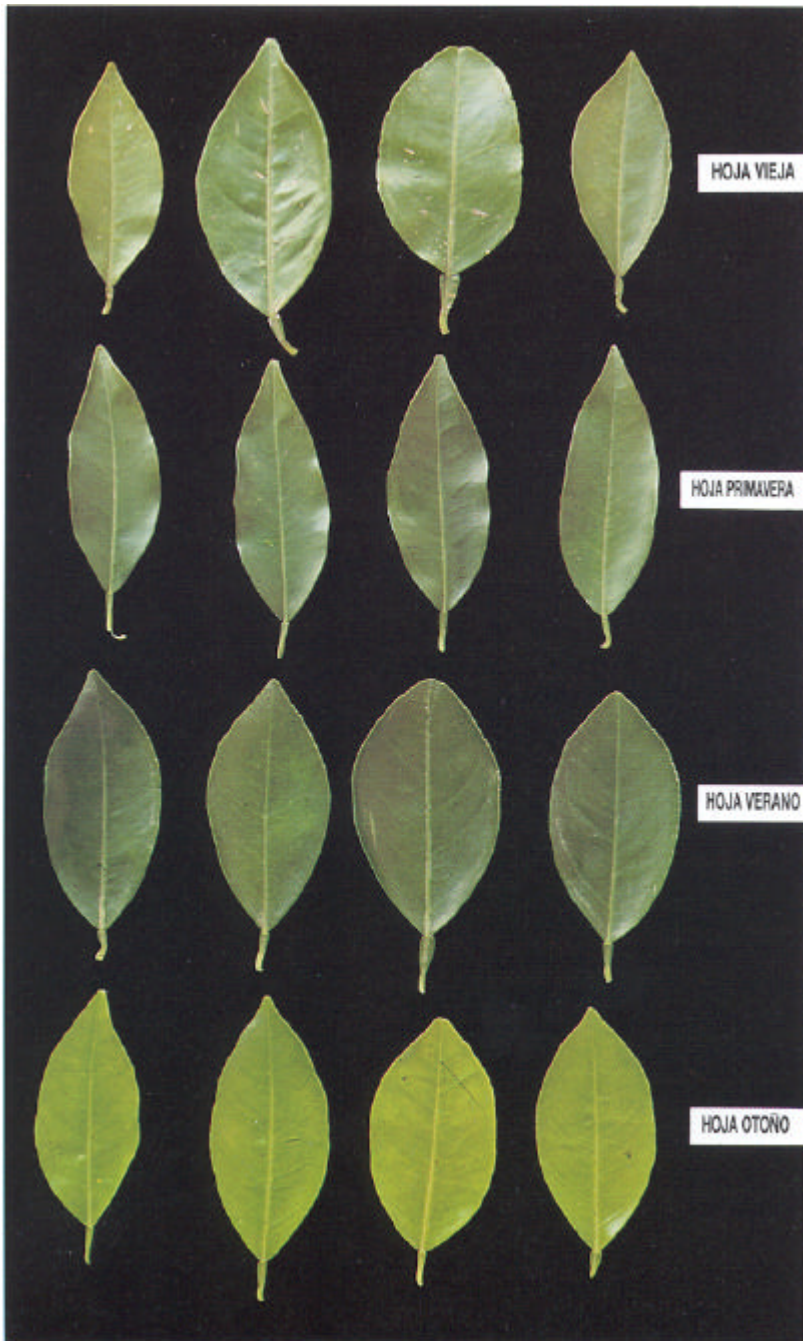


FIGURA 2B-Aspecto de los diferentes tipos de hojas en cítricos

mente grandes ni pequeñas. Deberán representar el estado nutritivo del árbol, por lo que no se tomarán hojas que presenten sintomatología de carencias más acusadas que las que se encuentran, por término medio, en el conjunto del árbol. Se rechazarán aquellas hojas con alteraciones, amarilleamientos excesivos y daños por ataques de plagas.

2.1.4. Epoca de muestreo

El período óptimo de muestreo es el comprendido entre septiembre y noviembre, cuando las hojas de la brotación de primavera han alcanzado una edad de 7 a 9 meses. En esta época, dichas hojas mantienen estable la concentración de elementos minerales a diferencia de lo que ocurre durante su desarrollo. No es conveniente efectuar el muestreo, al menos hasta que hayan transcurrido de 15 a 20 días desde el último abonado.

2.1.5. Situación de las hojas

Las hojas objeto de muestreo procederán de brotes vegetativos y terminales, es decir, que no tendrán fruto, ni tampoco se habrá desarrollado otra brotación sobre ellos. Dichos brotes estarán situados, aproximadamente, a la mitad de la altura del árbol y orientados en la dirección de los cuatro puntos cardinales. De cada uno de ellos se tomará la hoja situada en segunda o tercera posición comenzando por el extremo.

2.1.6. Tamaño de la muestra

Teniendo en cuenta que el número total de árboles seleccionados para el muestreo de una parcela homogénea oscila entre 25 y 50 y que se toman 4 hojas por árbol, el número normal de hojas que constituye la muestra debe estar comprendido entre 100 y 200, aunque puede oscilar moderadamente fuera de estos límites en función de las características del muestreo.

2.1.7. Transporte de las muestras

El transporte de las hojas conviene efectuarlo en bolsas de papel poroso, tela permeable o plástico perforado. No deben guardarse en recipientes herméticos o impermeables, que al impedir la evaporación de la humedad, provocan la podredumbre de las hojas. En la bolsa se marcará de forma clara la referencia de la parcela a la que corresponde la muestra.

Si las hojas están mojadas en el momento de su recogida, es conveniente secarlas con un papel absorbente antes de introducirlas en las bolsas.

Cuando sea necesario guardar las muestras durante un cierto tiempo, antes de su envío al laboratorio, se pueden mantener en un frigorífico a la temperatura de 1-4°C. De cualquier forma, se recomienda que el tiempo transcurrido entre la toma de muestras y la recepción de éstas en el laboratorio, sea lo más corto posible.

3. Análisis de suelos

El análisis del suelo es un elemento indispensable para conocer las características, tanto físicas como químicas de éste, que afectan a la nutrición de la plantación. Las condiciones físicas del suelo, y especialmente la textura,

TABLA 5-Interpretación de los análisis de suelo

Determinaciones analíticas	Niveles				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Reacción pH ¹	<5.5	5.5-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	>8.5
CO ₂ Ca total (%)	<2	2-10	11-20	21-40	>40
CO ₂ Ca activo (%)	<1	1-4	5-9	10-15	>15
Conductividad ² (mmhos /cm)	<0.20	0.20-0.40	0.41-0.70	0.71-1.20	>1.20
N total (%)	<0.07	0.07-0.12	0.13-0.18	0.19-0.24	>0.24
Relación C/N	<6.0	6.0-8.0	8.1-10.0	10.1-12.0	>12.0
Capacidad de cambio catiónico (meq/100 g)	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Calcio (%)	<25	25-45	46-75	76-90	>90
Magnesio (%)	<5	5-10	11-20	21-25	>25
Potasio (%)	<2	2-4	5-8	9-12	>12
Sodio (%)	<1	1-2	3-9	10-15	>15
Relación Ca/Mg ³	<1	1-3	4-6	7-10	>10
Relación K/Mg ³	<0.10	0.10-0.15	0.16-0.35	0.36-0.60	>0.60

1: Extracto 1/2.5

2: Extracto 1/5

3: Relaciones para valores expresados en meq/100g

nos informan de aspectos importantes relacionados con la movilidad del agua y la dinámica de los elementos fertilizantes. El análisis químico nos indica la riqueza en nutrientes del suelo y nos da una aproximación sobre aquellos elementos que se encuentran en forma asimilable por la planta. En su conjunto, el análisis del suelo también nos informa de aquellas características del mismo que son desfavorables o limitantes para el desarrollo del cultivo. Las tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10 muestran los niveles de los principales componentes del suelo, relacionados con la nutrición de los cítricos.

TABLA 6- Interpretación de los análisis de materia orgánica del suelo

Tipo de suelo	Niveles en materia orgánica (%)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0-0.40	0.41-0.80	0.81-1.50	1.51-2.00	>2.00
Franco	0-0.60	0.61-1.20	1.21-2.00	2.01-2.50	>2.50
Arcilloso	0-0.80	0.81-1.60	1.61-2.50	2.51-3.00	>3.00

TABLA 7- Interpretación de los análisis de fósforo en suelo (método Olsen)

Tipo de suelo	Niveles P asimilable (ppm)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0-9	10-20	21-40	41-60	>60
Franco	0-10	11-25	26-45	46-70	>70
Arcilloso	0-11	12-30	31-50	51-80	>80

TABLA 8- Interpretación de los análisis de potasio en suelo (extracto acetato amónico 1 N)

Tipo de suelo	Niveles de K asimilable (ppm) ¹				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0-60	61-120	121-200	201-300	>300
Franco	0-110	111-220	221-350	351-500	>500
Arcilloso	0-140	141-280	281-450	451-650	>650

1: [K] (ppm) / 390'1 = [K] (meq/1 00g suelo)

TABLA 9- Interpretación de los análisis de magnesio en suelo (extracto acetato amónico 1 N)

Tipo de suelo	Niveles Mg asimilable (meq/100 g suelo)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0-0.50	0.51-1.00	1.01-1.75	1.76-2.50	>2.50
Franco	0-0.90	0.91-1.80	1.81-2.90	2.91-4.20	>4.20
Arcilloso	0-1.20	1.21-2.30	2.31-3.75	3.76-5.40	>5.40

TABLA 10- Interpretación de los análisis de calcio en suelo (extracto acetato amónico 1 N)

Tipo de suelo	Niveles de Calcio asimilable (meq/100 g suelo)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0-3.0	3.1-6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	>8.0
Franco	0-5.0	5.1-10.0	10.1-12.0	12.1-15.0	>15.0
Arcilloso	0-7.0	7.1-13.0	13.1-16.0	16.1-20.0	>20.0

3. 1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Para la toma de muestras del suelo, la plantación deberá dividirse en parcelas con características edáficas homogéneas, en lo que se refiere a textura, fertilidad, color, profundidad de suelo, cte. También deberán diferenciarse aquellas parcelas que, aun teniendo un suelo semejante, estén sometidas a diferentes prácticas de cultivo, especialmente en lo que se refiere al riego (localizado o inundación), manejo del suelo (laboreo o no cultivo) y fertilización.

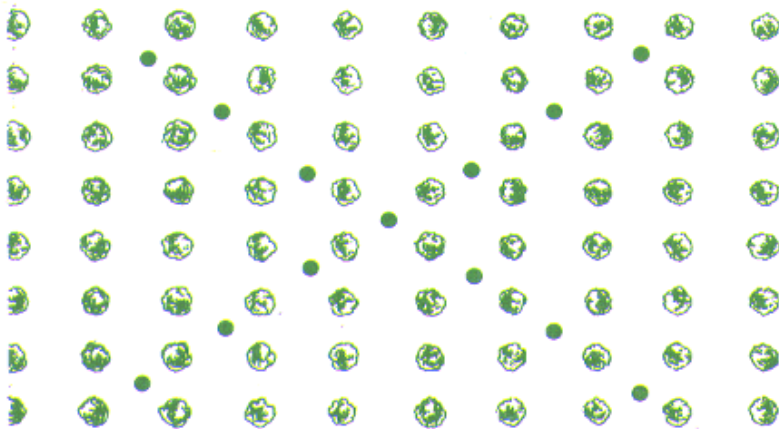


FIGURA 3-Distribución de los puntos de muestreo del suelo siguiendo las diagonales de la parcela

En las parcelas que presentan características homogéneas, se tomarán, aproximadamente, de 10 a 15 submuestras de la capa superficial comprendida entre 0 y 30 cm de profundidad. Estas deberán localizarse en puntos, más o menos equidistantes, distribuidos por toda la superficie de la parcela. Una forma cómoda de efectuar el muestreo es siguiendo las diagonales de la parcela, tal como se muestra en la figura 3. Hay que hacer notar, que cuando

el riego se realiza por inundación, es conveniente tomar las submuestras en las caes por donde se efectúa el riego (fig. 3). En los sistemas de riego localizado, se mantendrá la misma distribución, aunque la toma de submuestras se efectuará en el bulbo, en puntos intermedios entre el emisor y el límite de la zona húmeda del mismo.

Antes de efectuar la toma de tierra, se deberá eliminar de la superficie de cada punto de muestreo las piedras, hierbas u otros materiales ajenos al suelo que puedan dificultar dicha operación.

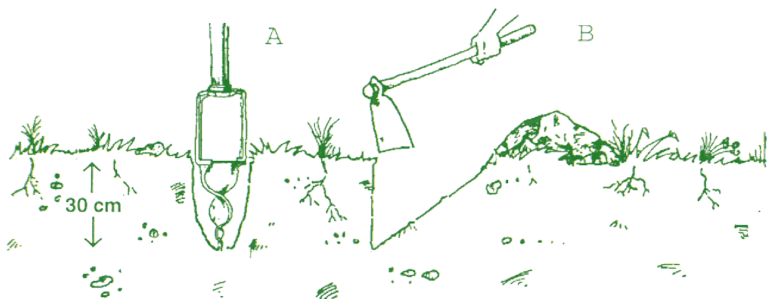


FIGURA 4-Instrumentos utilizados para la extracción de muestras del suelo.

La extracción de la tierra puede efectuarse con diversos instrumentos. El más adecuado es una barrena terminada en punta de taladro (fig 4-A). Esta herramienta al penetrar en el terreno, extrae mediante un dispositivo adecuado, cilindros de suelo que conservan el perfil de la zona muestreada. En caso de no disponer de barrena, se puede excavar un hoyo de 30 cm de profundidad con ayuda de una azada, tal como se muestra en la figura 4-B. De éste, se

extraerá una sección de suelo de la pared vertical, hasta la profundidad deseada. La extracción de muestras a una profundidad por debajo de los 30 cm, sólo es conveniente cuando exista algún problema que pueda limitar el desarrollo o funcionamiento del sistema radicular (estratos de arcilla compactada, costra caliza, etc.). Las muestras de este subsuelo nunca deberán mezclarse con las de la capa superficial.

3. 1. 1. Epoca de muestreo

El muestreo del suelo puede efectuarse en cualquier época del año. Únicamente se deberá tener la precaución de no tomar las muestras hasta que haya transcurrido un mes desde la última aplicación superficial de fertilizantes. En riego por goteo no es necesario contemplar esta observación, cuando los fertilizantes se aplican disueltos en el agua con un alto grado de fraccionamiento.

3.1.2. Manejo y transporte de las muestras

Las submuestras se desmenuzarán hasta dejar la tierra suelta y se eliminarán las piedras que contengan. Dichas submuestras se mezclarán íntimamente, separándose del conjunto una fracción representativa de aproximadamente 0.5 a 1 kg de peso, que se utilizará como muestra definitiva para su análisis en el laboratorio.

Si la tierra está excesivamente húmeda, es conveniente dejarla secar al sol. Posteriormente, si queda apelmazada, se triturará lo más finamente posible y se desecharán las piedras antes de efectuar la mezcla de las submuestras, previamente a su envío al laboratorio de análisis.

Las muestras de suelo se introducirán en bolsas limpias de papel impermeabilizado o plástico, indicando en cada una de ellas, con la mayor claridad posible, la referencia de la parcela y la profundidad a la que se ha tomado dicha muestra.

4. Análisis de aguas

La calidad del agua de riego afecta a la nutrición de los cítricos tanto por su contenido de elementos nutritivos en solución como por la presencia de iones tóxicos para la planta. Entre los primeros, caben destacar por su importancia, los nitratos que pueden encontrarse en concentraciones elevadas en algunas aguas subterráneas y constituir una importante fuente de nitrógeno. Algunos cationes como el Ca^{2+} y Mg^{2+} pueden suponer un aporte significativo de estos elementos al suelo, cuando se encuentran en proporciones altas en el agua. Entre los elementos tóxicos para la planta que puede contener el agua de riego, destacan los iones cloruro y sodio, que generalmente son los causantes de su salinidad. La presencia de boro en el agua de riego puede provocar también una importante toxicidad en los cítricos. La tabla 11 muestra los niveles de los principales elementos que se determinan en los análisis de agua, en función de su repercusión sobre los cítricos. Cuando los contenidos en sales o elementos tóxicos en el agua de riego se consideran bajos, ésta puede utilizarse sin ninguna restricción. Las concentraciones que se encuentran en los intervalos definidos como moderados, indican que el agua de riego debe utilizarse con precaución en patrones o variedades sensibles, donde puede causar daños leves. Los niveles altos advierten que existe un claro riesgo de toxicidad para el cultivo de los cítricos si se utiliza este agua para el riego.

En el caso del nitrato, las concentraciones consideradas altas, indican una elevada contaminación del agua por este ión y deben tomarse medidas para reducir el aporte de abonos nitrogenados.

TABLA 11-Interpretación de los análisis de agua de riego

Determinaciones analíticas	Unidades	Niveles en el agua de riego		
		Bajo	Moderado	Alto
Conductividad eléctrica (CEa)	mmhos/cm	<0.9	0.9-3	>3
Sólidos solubles totales (SST)	mg/l	<600	600-2000	>2000
Cloruro (Cl ⁻)	meq/l	<5	5-10	>10
Sodio (Na ⁺)	RAS*	<3	3-9	>9
Boro	mg/l	<0.50	0.51-0.75	>0.75
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/l	<15	15-50	>50

*RAS o relación de absorción de sodio indica el efecto desfavorable de este ión sobre la estructura del suelo y la conductividad hidráulica. Este índice se calcula a partir de las concentraciones de Na⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ en meq/l.

4. 1. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DE RIEGO

Para transportar las muestras de agua de riego se utilizarán recipientes limpios de cristal o plástico, con cierre hermético, de aproximadamente 1 litro de capacidad. Si el agua procede de un canal, debe tomarse cuando está en circulación por el mismo, y nunca cuando se encuentra estancada. Es importante recoger la muestra cuidadosamente para evitar, en lo posible, la presencia de elementos sólidos en suspensión. Cuando el agua proviene de un pozo, es conveniente que, antes de proceder a la toma de la muestra, la impulsión se mantenga en marcha durante unos minutos, hasta que el agua emerja clara.

Agradecemos al Laboratorio Agroalimentario y al Servicio de Transferencia de Tecnología Agraria por su colaboración en la obtención de los datos que se exponen en este trabajo.

Se autoriza la reproducción parcial o total del presente folleto citando la procedencia

**DIRECCION GENERAL DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA AGRARIA
SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRARIA**