

NORMAS PARA LA FERTILIZACION DE LOS AGRIOS



FRANCISCO LEGAZ PAREDES

EDUARDO PRIMO MILLO Instituto

Valenciano de Investigaciones Agrarias



GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'AGRICULTURA I PESCA

NORMAS PARA LA FERTILIZACION DE LOS AGRIOS

FRANCISCO LEGAZ PAREDES
EDUARDO PRIMO MILLO

Instituto Valenciano de
Investigaciones Agrarias

1. INTRODUCCION.

La fertilización es una de las principales prácticas en el cultivo de los agríos y, sin duda, constituye después del riego el segundo factor limitante de la productividad. Se estima que en la Comunidad Valenciana se consumen anualmente fertilizantes por valor de más de 11.000 millones de pesetas, por tanto, el abonado constituye uno de los principales gastos de cultivo.

En la Comunidad Valenciana, durante las últimas décadas y quizás debido a los buenos rendimientos del cultivo de los cítricos, se ha abusado de la aplicación de fertilizantes. Por ello, los criterios de utilización de los mismos deben replantearse, en el sentido de economizar al máximo su consumo, sin que repercuta en la productividad de las plantaciones, tratando de alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir los gastos de cultivo.
- Mejorar la calidad del fruto.
- Disminuir la contaminación de las aguas subterráneas.

Los dos primeros apartados vienen impuestos por las actuales condiciones de mercado, que nos obligan a incrementar la competitividad de nuestros frutos cítricos, y el tercero constituye una necesidad social irrenunciable.

2. OBJETIVOS DE LA FERTILIZACION.

El objetivo de; abonado es incrementar la fertilidad natural del suelo y, por tanto, obtener un aumento del rendimiento de las cosechas. Para ello, la aportación de fertilizantes debe cumplir las siguientes funciones:

- Suplir los nutrientes que faltan en el suelo.
- Restituir los elementos minerales extraídos por el cultivo.

Hay que considerar, que cuando un nutriente se encuentra en la planta en estado deficitario, al aumentar su aportación, se consiguen aumentos en la producción que compensan el coste del abono suplementario. Sin embargo a partir de determinados niveles de este elemento, el incremento de cosecha como consecuencia del mayor aporte del mismo es decreciente, alcanzándose un nivel crítico, en el que **el mayor gasto de fertilizante deja de compensar la mejora en el rendimiento de la cosecha.**

Por tanto, si bien una deficiente nutrición de las plantas produce una reducción de la cosecha, y en muchos casos del tamaño del fruto, el exceso de abonado ocasiona una serie de consecuencias adversas entre las que destacan las siguientes:

- Pérdida de calidad de los frutos.
- Consumo de lujo de fertilizantes con la consiguiente disminución de la rentabilidad de la plantación.
- Desequilibrios nutricionales por antagonismo con otros elementos.
- Alteraciones difícilmente reversibles de las características físicas y químicas del suelo.
- Contaminación del medio ambiente.

En apoyo de lo anteriormente expuesto, la Consellería de Agricultura y Pesca, ha realizado durante 5 años, un estudio sobre el estado nutricional de más de 300 parcelas, cultivadas de naranjos, clementinas y satsumas, en distintos suelos característicos de las zonas cítricas de Valencia, Castellón y Alicante. En este estudio han participado de forma coordinada varios servicios de la Consellería de Agricultura, como son el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, el Servicio de Transferencia de Tecnología Agraria, el Servicio de Extensión Agraria y el Laboratorio Agrario de la Generalidad Valenciana.

3. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS.

Los resultados obtenidos han mostrado que al estudiar los elementos de reducida movilidad en el suelo, como son los **fosfatos** y el **ión potasio**, más del 70% de las parcelas presentaban niveles de fósforo y potasio asimilables en el suelo, superiores al considerado óptimo. Los niveles foliares de estos elementos - que dan una idea indicativa de la capacidad de absorción y asimilación por la planta - mostraban que **en el 92% y 72% de las plantaciones, los contenidos en hojas de fósforo**

y **potasio** respectivamente estaban dentro de los rangos considerados **óptimo o excesivo**, mientras que **sólo un escaso número de parcelas presentaban deficiencias en ambos elementos**.

Ello indica que en la mayoría de las plantaciones cítricas valencianas se están dando aportaciones excesivas e innecesarias de fosfatos y potasio. Esto se demostró cuando, en muchas de ellas, se redujeron al mínimo o se eliminaron las aportaciones de ambos nutrientes, sin observarse, al menos en 5 años, una disminución de los contenidos foliares, ni una reducción de la productividad.

Otro efecto adicional negativo es la **carencia inducida de magnesio**, que se observó en la mayoría de las parcelas que tenían niveles altos de **potasio**, y cuya corrección por el suelo es extremadamente difícil, recomendándose en estos casos, la pulverización foliar con nitrato magnésico al 1%.

En el caso del **nitrógeno**, cuyas acumulaciones en el suelo son menos aparentes, debido a las elevadas pérdidas de este elemento que se



Sintomatología foliar de la deficiencia de nitrógeno.

producen al lixiviarse los nitratos con las aguas de riego y lluvia, el abuso de fertilizantes nitrogenados se pone de manifiesto por el hecho de que **el 70% de las parcelas estudiadas tenían niveles de nitrógeno en las hojas superiores al considerado óptimo, y el 10% estaban en el rango considerado excesivo.**

Otra evidencia adicional sobre las excesivas aportaciones de nitrógeno en nuestras plantaciones cítricas, la constituye los niveles de contaminación por nitratos detectados en las aguas subterráneas. El análisis de nitratos en aguas procedentes de varios centenares de pozos, ha mostrado que el 52% de los mismos contienen concentraciones de nitratos superiores a 50 p.p.m., y el 32% están por encima de 100 p.p.m.

Por todo ello es preciso ajustar el programa de fertilización de los cítricos siguiendo criterios racionales, de forma que los abonos se aporten en la cantidad justa, que permita cubrir las necesidades nutricionales del cultivo que no pueden ser atendidas por las reservas del suelo, evitando las deficiencias y los excesos.

4. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DOSIFICACION DEL ABONADO.

Los principales factores a considerar en la determinación de las dosis de abonado en la plantaciones de agrios se resumen en los siguientes puntos.

4. 1. ANALISIS DEL SUELO Y AGUA.

Aportan valiosas indicaciones sobre los nutrientes que se encuentran en el suelo de forma asimilable, así como sobre los aportados por el agua de riego. Dan información sobre las características físico-químicas del suelo que inciden sobre el comportamiento de los fertilizantes.

4.2. ANALISIS FOLIAR.

Informa sobre la absorción real de los nutrientes por la planta. Muestra la presencia de estados carenciales e indica la existencia de antagonismos entre nutrientes. Permite evaluar la disponibilidad de reservas de la planta.

4.3. CARACTERISTICAS DEL ARBOLADO.

La variedad, el patrón, la edad del arbolado, su desarrollo vegetativo,

cuantía de cosecha, etc.. permiten evaluar las necesidades nutritivas de la plantación.

4.4. CARACTERISTICAS DE LA PLANTACION.

El marco de plantación, la profundidad del terreno, drenaje, modalidad de cultivo, sistema de riego, etc., permite valorar aproximadamente algunos factores que afectan la eficacia de la utilización de los fertilizantes, así como programar la forma de aplicación de los mismos, para conseguir una máxima eficacia en su absorción por la planta.

5. NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS AGRIOS.

Las necesidades nutritivas de los agrios, se definen como **la cantidad de elementos nutritivos consumidos anualmente por la planta para su desarrollo vegetativo y fructificación.**

Parte de estos elementos consumidos, son reutilizados por la planta en ciclos posteriores al retraslocarse desde los órganos de reserva perecederos, especialmente las hojas viejas. Otras partes se pierden por las extracciones de la cosecha, o bien se restituyen al suelo con la caída de hojas, pétalos, frutos, etc. donde pueden ser reabsorbidos por la planta a medio y largo plazo. Por último, otra parte permanece en la planta como constituyente de los órganos vegetativos permanentes (tronco, raíces, ramas, etc.).

En la Tabla I se exponen los valores del consumo anual de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) por plantas de agrios de diferentes edades, en su desarrollo vegetativo y fructificación. En otra columna se dan los porcentajes de estos nutrientes que son aportados por las reservas contenidas en las hojas del año anterior (hojas viejas). Las diferencias entre ambos valores constituyen las necesidades nutritivas anuales de la planta. Evidentemente los valores expuestos en la tabla I son de tipo medio, y pueden sufrir variaciones en función de las características de la planta, sin embargo tienen un valor indicativo aproximado de las necesidades reales de los agrios.

Estas necesidades deben ser cubiertas por las reservas del suelo o mediante la aportación de fertilizantes, cuando aquellas no sean suficientes. Al aplicar los fertilizantes hay que tener en cuenta que la planta sólo puede absorber una parte de los mismo ya que existe un porcentaje de pérdidas por diferentes causas, como son lixiviación, retrogradación a formas inasimilables en el suelo, etc.

El porcentaje de pérdidas dependerá de numerosos factores que dependen del tipo de suelo, características de la plantación, modalidad de cultivo, sistema de riego, etc., y su estimación es importante para calcular la dosis de abonado.

TABLA I. Necesidades nutritivas de los agrios.

| | Peso seco árbol | Peso fresco cosecha | Consumo anual en el crecimiento y desarrollo de nuevos órganos —gramos— | | | % cubierto por resevas | | | Necesidades anuales —gramos— | | |
|------------------------------|-----------------|---------------------|---|-----|-----|------------------------|----|----|------------------------------|-----|-----|
| | Kgs. | Kgs. | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| Plantón (2 años) | 1'2 | — | 6'8 | 0'8 | 3'6 | 25 | 12 | 22 | 5'1 | 0'7 | 2'8 |
| Arbol en desarrollo (6 años) | 32 | 28 | 210 | 18 | 121 | 32 | 16 | 28 | 142 | 15 | 87 |
| Arbol adulto (12 años) | 102 | 120 | 667 | 53 | 347 | 32 | 17 | 29 | 453 | 44 | 246 |

6. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE SUELO.

Las Tablas II, III y IV muestran respectivamente los niveles de contenido de materia orgánica y las concentraciones de fósforo y potasio asimilables por los agrios en suelos de diferentes texturas.

7. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS FOLIARES.

Los análisis foliares se consideran un índice bastante preciso 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.

TABLA II. Interpretación de los análisis de Materia Orgánica del suelo.

| Niveles en M.O. (%) | | | | | |
|---------------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Tipo de Suelo | Muy bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
| Arenoso | 0 - 0'40 | 0'41 - 0'80 | 0'81 - 1'50 | 1'51 - 2'00 | > 2 |
| Franco | 0 - 0'60 | 0'61 - 1'20 | 1'21 - 2'00 | 2'01 - 2'50 | > 2'5 |
| Arcilloso | 0 - 0'80 | 0'81 - 1'60 | 1'61 - 2'50 | 2'51 - 3'00 | > 3'0 |

- Suelo tipo arenoso (menos del 10% de arcilla).
- Suelo tipo franco (entre 10 - 30% de arcilla).
- Suelo tipo arcilloso (más del 30% de arcilla).

TABLA III. Interpretación de los análisis de fósforo en suelo (método Olsen).

| Niveles de fertilidad en P (p.p.m.) | | | | | |
|-------------------------------------|----------|---------|---------|---------|----------|
| Tipo de Suelo | 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 IV. interpretación de los análisis de potasio en suelo
(extracto acetato amónico 1 N).**

| Niveles de fertilidad en K (p.p.m.) | | | | | |
|-------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Tipo de Suelo | 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 |

La tabla V muestra los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas para distintas variedades. Estos niveles se refieren a hojas de la brotación de primavera de 6-8 meses de edad, tomadas de brotes no fructíferos.

Las deficiencias de macroelementos, implican una insuficiente absorción de un determinado elemento por la planta. Esto provoca importantes alteraciones en su metabolismo y desarrollo, que conducen a una reducción significativa de la cosecha, disminución de la calidad de la fruta y alteraciones en el crecimiento. Asimismo los distintos estados carenciales producen síntomas característicos en diversos órganos de la planta (hoja, frutos, etc.).

La **deficiencia de nitrógeno** produce una sintomatología en el árbol que se manifiesta en amarilleamiento del follaje y falta de vigor, con brotaciones cortas de distribución irregular. Los síntomas foliares más característicos son disminución de tamaño de las hojas y amarilleamiento acusado en las nerviaciones. Las hojas entran precozmente en senescencia y caen prematuramente en gran cantidad. En general, la floración tiene tendencia a ser copiosa y el cuajado del fruto muy escaso, por lo que la cosecha es pobre. Los frutos que alcanzan la madurez suelen ser de menor tamaño, con la corteza muy fina y buena calidad en general.

TABLA V. interpretación de los análisis foliares de nitrógeno, fósforo y potasio en cítricos.

| | | Niveles nutritivos estándar (% de peso seco) | | | | |
|-------------|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Deficiente (MB) | Bajo (B) | Normal (N) | Alto (A) | Exceso (MA) |
| 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 | 2'21 - 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 |

La sintomatología de la **deficiencia de fósforo** no está bien definida y es difícil de encontrar en el campo. En ensayos experimentales, se ha manifestado que las hojas toman inicialmente un color bronceado mate y posteriormente aparecen necrosis en las puntas y márgenes de éstas, cayendo prematuramente. Cuando la deficiencia es acusada, se produce una reducción marcada de la floración. Las brotaciones son débiles, apreciándose una tendencia a la desecación de las puntas de los brotes. En los frutos, esta carencia se manifiesta por una disminución de la firmeza de los mismos. Los gajos se separan por la zona central, que queda hueca. Los frutos tienden a alcanzar un tamaño mayor, con una corteza gruesa y basta, a veces de color más intenso que el normal. La pulpa es estropajosa, con menor contenido en zumo que es muy ácido y con un alto contenido en vitamina C. La deficiencia de fósforo solo

produce efectos significativos sobre la cosecha cuando es muy pronunciada, produciendo una intensa caída de frutos pequeños durante el cuajado.

La sintomatología de la **deficiencia de potasio** se manifiesta por una reducción del vigor vegetativo y porque las hojas se enrollan y arrugan, apareciendo unas zonas amarillas difusas en el limbo en bandas transversales, sin que se aprecien quemaduras en las mismas, aunque si pueden formarse manchas de goma. La aparición de nuevas brotaciones hace que esta sintomatología sea más acusada en las hojas viejas, ya que el potasio emigra de ellas hacia los nuevos órganos. Las brotaciones son débiles, con hojas de tamaño inferior al normal, que caen con facilidad. En casos agudos, los brotes pueden llegar a secarse. Las raíces fibrosas aparecen cortas y gruesas. Los frutos son pequeños y con la corteza delgada y suave, que tiende a colorear prematuramente. La cantidad de zumo suele ser alta, y éste es escasamente ácido. Cuando la deficiencia en potasio es muy acentuada, suele producirse un incremento de la caída de frutos en desarrollo al final de la primavera (junio).



Sintornatología foliar de la deficiencia de fósforo.

Los niveles que se encuentran dentro del rango considerado bajo, constituyen una zona de transición, en la cual el nutriente se absorbe en cantidad limitada. Aunque en muchos casos no aparece una clara sintomatología carencial, se considera que un suplemento en la aportación de fertilizantes ricos en este elemento es beneficiosa para el cultivo.

Los niveles que se encuentran dentro de; rango considerado normal son los adecuados para un óptimo equilibrio entre producción, calidad del fruto y desarrollo vegetativo.

Las concentraciones foliares altas o muy altas, implican un exceso en la absorción del nutriente por la planta, y por tanto indican la necesidad de reducir su aportación, ya que se está produciendo un consumo de lujo del mismo. El exceso de absorción de los nutrientes también produce sintomatologías características, que generalmente se traducen en la disminución de la calidad del fruto.

El **exceso de nitrógeno** produce una típica sintomatología, que se manifiesta en los árboles por un abundante desarrollo vegetativo, con hojas grandes y gruesas de color verde oscuro. Estas plantas son más sensibles a algunos ataques de parásitos (pulgones). Los frutos tienen la corteza gruesa y rugosa, mucha pulpa, escaso contenido en zumo y su entrada en color suele ser más tardía. En general su calidad es escasa. Sin embargo el exceso de nitrógeno no tiene ningún efecto sobre el contenido en sólidos solubles, en la relación azúcares/acidez, ni en el contenido en vitamina C.

El **exceso de fósforo** no provoca aparentemente ninguna sintomatología de intoxicación. Sin embargo, las cantidades excesivas de este elemento pueden dificultar la absorción de otros, tales como el zinc, cobre y también, en algunos casos, del calcio, cuando éste se encuentra con un bajo contenido en el suelo.

El **exceso de potasio** influye fundamentalmente sobre la calidad del fruto, que empeora considerablemente. En este aspecto, aunque los frutos suelen ser grandes, su corteza es gruesa, la pulpa basta, con escaso zumo, normalmente muy ácido, y con una marcada tendencia a pudrirse fácilmente. Las concentraciones excesivas de este elemento pueden dificultar la absorción de otros, tales como el magnesio o el calcio, cuando éste se encuentra con un bajo contenido en el suelo.



Sintomatología foliar de la deficiencia de potasio.

8. ABSORCIÓN DE LOS NUTRIENTES.

Los agríos absorben el nitrógeno del suelo fundamentalmente en forma de ión NO_3^- (nitrato) y en menor proporción en forma de ión NH_4^+ (amonio). El nitrógeno constituyente de la materia orgánica, no es directamente asimilable por las plantas y debe transformarse en formas inorgánicas para que pueda ser utilizado por éstas. La materia orgánica del suelo es degradada por diferentes vías, la más importante de las cuales es quizá la debida a las bacterias anaerobias que reducen el nitrógeno orgánico para dar iones amonio. El ión amonio es oxidado a nitrato por la acción de bacterias aerobias autótrofas en un proceso denominado nitrificación. Los nitratos pueden ser rápidamente absorbidos y asimilados por la planta.

Las principales causas de la pérdida de nitrógeno asimilable en el suelo son las siguientes:

- a) Conversión en nitrógeno orgánico, que especialmente se produce al incorporar al suelo materia orgánica con una alta relación C/N.
- b) Pérdidas por evaporación al reducirse los nitratos a N por bacterias desnitrificantes en condiciones anaerobias.
- c) Lavado de nitratos por las aguas de riego o lluvia.
- d) Fijación en las arcillas.
- e) Erosión.

El fósforo se encuentra en la solución del suelo en forma de iones $\text{PO}_4^=$ PO_4H^- o PO_4H_2^- , que pueden ser absorbidos por la planta.

La fijación del fósforo en el suelo, para dar lugar a compuestos inasimilables por la planta, se realiza por los siguientes procesos:

- a) Inmovilización por las bases cálcicas, en suelos calizos y alcalinos dando lugar a la formación de fosfatos dicálcico o tricálcico insolubles.
- b) Formación de fosfatos de hierro y aluminio en los suelos ácidos.
- c) Fijación por las arcillas.
- d) Fijación por la materia orgánica.

El potasio se encuentra en la solución del suelo en forma de ión K^+ , fácilmente absorbible por la raíz. El ión K^+ , ligado al complejo de cambio del suelo, constituyendo la fracción intercambiable, es también fácilmente utilizado por las plantas. El potasio que forma parte de algunos minerales o se encuentra fijado en las arcillas, sufre un proceso de liberación lenta, antes de pasar a formas asimilables.

El potasio en el suelo puede perderse por:

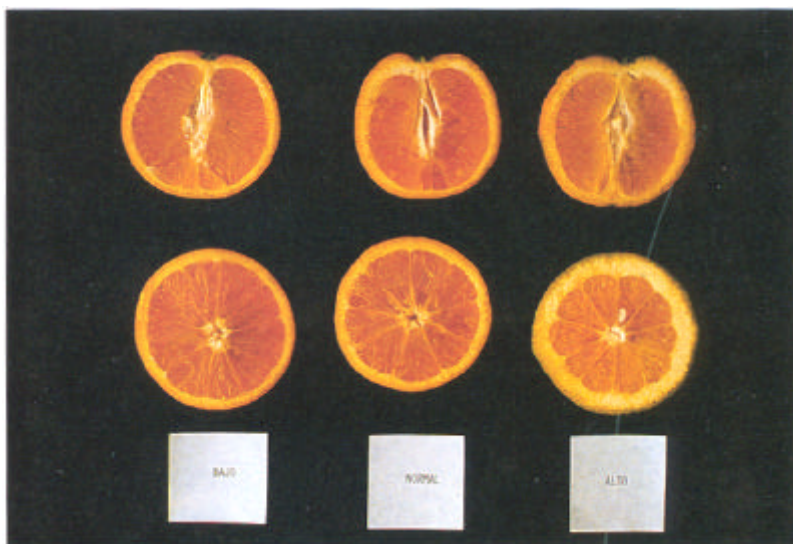
- a) Fijación en las arcillas.
- b) Lavado en terrenos arenosos, con baja capacidad de intercambio catiónico.
- c) Erosión.

La absorción de nutrientes por los agríos no es constante a lo largo de todo el año. Este proceso alcanza los mínimos valores durante el invierno, aumenta en primavera y alcanza su máximo valor al final de la misma, coincidiendo con el período de cuajado del fruto. Durante el verano se mantiene a nivel altos y disminuye de forma progresiva durante el otoño.

El máximo incremento en la absorción viene a coincidir con el período de mayor consumo por la planta, que se produce durante la floración y cuajado del fruto, como consecuencia de las necesidades de la brotación



Efecto de los niveles de nitrógeno sobre los frutos.



Efecto de los niveles de nitrógeno sobre los frutos.

de primavera, floración y desarrollo de los frutos.

Este período de máximas necesidades, se aprecia en la evolución del contenido en macroelementos de las hojas, que sufren una disminución en su contenido después de la floración, como consecuencia de la movilización de las reservas, para atender la demanda de los nuevos órganos en desarrollo.

Estas necesidades fisiológicas determinan las épocas de abonado, de forma que generalmente, una parte de los fertilizantes se aplica en primavera para atender la demanda de los nuevos órganos en desarrollo y otra parte se aplica durante el verano para constituir las reservas que serán utilizadas el año siguiente.

En el caso de los plántones cuya floración es escasa, las máximas necesidades nutricionales se dan durante el verano, como consecuencia de las fuertes brotaciones que se producen en este período.

9. DOSIS ANUALES DE ABONADO.

En la tabla VI se exponen los valores de tipo medio, para las aportaciones de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos, para suelos francos con contenidos normales en materia orgánica y en fósforo

TABLA VI. Dosis anuales de abonado.

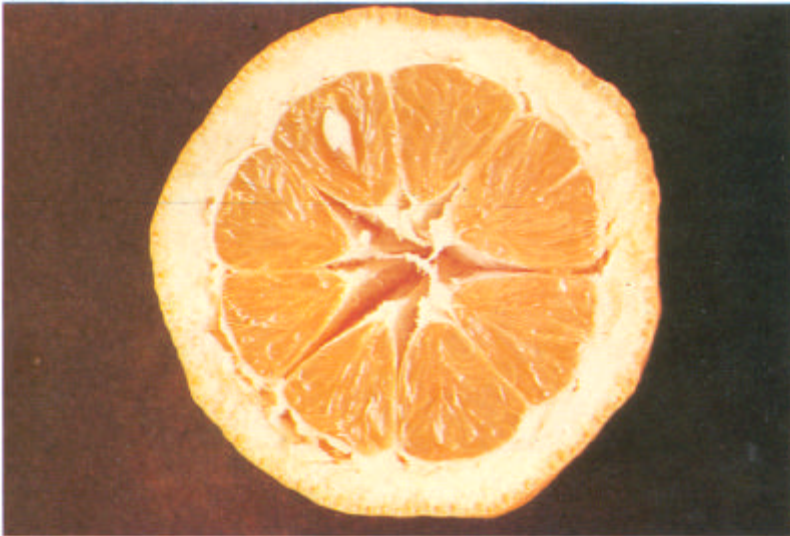
| Edad de la plantación —años— | Nitrógeno | | Fósforo (P.O ₅) | | Potasio (K.O) | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|---------|---------------|-----------|
| | gr/árbol | Kgr/Ha | gr/árbol | Kgr/Ha | gr/árbol | Kgr/Ha |
| 1 - 2 | 40 - 80 | 16 - 32 | 0 - 20 | 0 - 8 | 0 - 30 | 0 - 12 |
| 3 - 4 | 120 - 160 | 48 - 64 | 30 - 40 | 12 - 16 | 40 - 80 | 16 - 32 |
| 5 - 6 | 240 - 320 | 96 - 128 | 50 - 60 | 20 - 24 | 100 - 120 | 40 - 48 |
| 7 - 8 | 410 - 500 | 164 - 200 | 80 - 100 | 32 - 40 | 160 - 200 | 64 - 80 |
| 9 - 10 | 550 - 600 | 220 - 240 | 120 - 150 | 48 - 60 | 250 - 300 | 100 - 120 |
| > 10 | 600 - 800 | 240 - 320 | 150 - 200 | 60 - 80 | 300 - 400 | 120 - 160 |

y potasio asimilables. Estos valores se han obtenido en función de las necesidades de los agrios, aplicando un incremento en función de la eficiencia media de utilización de los fertilizantes.

Su validez en las plantaciones de cítricos se ha comprobado experimentalmente en numerosos ensayos en campo.

Sin embargo, resulta evidente que estas cantidades son aproximadas y pueden variar en función del desarrollo y productividad de los árboles y de las características específicas de cada plantación.

Las cantidades por Ha. se han calculado para una densidad de plantación normal, próxima a los 400 árboles/Ha. Cuando se trata de huertos con densidades de plantación superiores, o de huertos doblados, deberán efectuarse las correcciones en la dosis de abonado por Ha. en función del número de árboles/Ha., teniendo también en cuenta el tamaño del arbolado y su productividad. Por ejemplo, cuando se trata de plantaciones de alta densidad con árboles de reducido tamaño, como es el caso de las Clausellinas, deberán efectuarse las reducciones correspondientes en la dosificación por árbol (50-75% de reducción



Efecto de la deficiencia de fósforo en el fruto.

en arboles adultos, sobre las cantidades que se dan en la tabla).

Las cantidades de fertilizantes que se exponen en la tabla VI pueden ser modificadas en función de algunas características del suelo y de la planta. En las tablas VII y VIII se dan de forma simplificada algunos factores de

TABLA VII. Factores de corrección para el abonado fosforado de acuerdo con los análisis de suelo y foliar.

| Nivel de P en el suelo | Nivel de P foliar | % Carbonato cálcico | | |
|------------------------|-------------------|---------------------|--------|-------|
| | | 0 - 2 | 2 - 20 | > 20 |
| Muy bajo | MB | + 100 | + 120 | + 140 |
| | B | + 80 | + 100 | + 120 |
| | N | + 60 | + 80 | + 100 |
| Bajo | MB | + 80 | + 100 | + 120 |
| | B | + 60 | + 80 | + 100 |
| | N | + 40 | + 60 | + 80 |
| Normal | B | + 20 | + 30 | + 40 |
| | N | — | + 10 | + 20 |
| | A | — 20 | — 10 | — |
| Alto | N | — 60 | — 50 | — 40 |
| | A | — 100 | — 100 | — 60 |
| | MA | — 100 | — 100 | — 100 |
| Muy Alto | N | — 80 | — 70 | — 60 |
| | A | — 100 | — 100 | — 100 |
| | MA | — 100 | — 100 | — 100 |

+ : % incremento de las dosis anuales de abonado (Tabla VI).

- : % reducción de las dosis anuales de abonado (Tabla VI).

corrección para la dosificación de abonos. Los valores para el incremento o disminución de las aportaciones de fertilizantes, son sólo aproximados, ya que valores más exactos sólo pueden conseguirse con el uso de funciones complejas. Sin embargo, consideramos que estas aproximaciones son suficientes para un cálculo práctico de las necesidades de fertilización de los cítricos.

TABLA VIII. Factores de corrección para el abonado potásico de acuerdo con los análisis de suelo y foliar.

| Nivel de K en el suelo | Nivel de K foliar | Tipo de suelo | | |
|------------------------|-------------------|---------------|--------|-----------|
| | | Arenoso | Franco | Arcilloso |
| Muy bajo | MB | + 100 | + 110 | + 120 |
| | B | + 80 | + 90 | + 100 |
| | N | + 60 | + 70 | + 80 |
| Bajo | MB | + 50 | + 60 | + 70 |
| | B | + 40 | + 50 | + 60 |
| | N | + 30 | + 40 | + 50 |
| Normal | B | + 20 | + 30 | + 40 |
| | N | — | — | — |
| | A | — 50 | — 40 | — 30 |
| Alto | N | — 100 | — 90 | — 80 |
| | A | — 100 | — 100 | — 100 |
| | MA | — 100 | — 100 | — 100 |
| Muy Alto | N | — 100 | — 100 | — 100 |
| | A | — 100 | — 100 | — 100 |
| | MA | — 100 | — 100 | — 100 |

+ : % incremento de las dosis anuales de abonado (Tabla VI).
 - : % reducción de las dosis anuales de abonado (Tabla VI).

La materia orgánica del suelo puede aportar cantidades significativas de nitrógeno. Los valores de esta aportación, que se exponen en la tabla IX, deberán restarse de las unidades fertilizantes de nitrógeno consideradas en el anterior cálculo del abonado. Sin embargo en plantaciones jóvenes, donde las raíces no exploran la totalidad del terreno, deberá efectuarse una reducción de la cantidad de nitrógeno aportado por la materia orgánica, proporcional a la superficie de terreno no utilizado por las plantas.

TABLA IX. Nitrógeno procedente de la nitrificación del humus del suelo.

| Materia orgánica del suelo (%) | Nitrógeno anual disponible (Kg/Ha.) | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|-----------|
| | Arenoso | Franco | Arcilloso |
| 0.5 | 10 - 15 | 7 - 12 | 5 - 10 |
| 1.0 | 20 - 30 | 15 - 25 | 10 - 20 |
| 1.5 | 30 - 45 | 22 - 37 | 15 - 30 |
| 2.0 | 40 - 60 | 30 - 50 | 20 - 40 |
| 2.5 | — | 37 - 62 | 25 - 50 |
| 3.0 | — | — | 30 - 60 |

La contaminación de nitratos de las aguas de riego, puede aportar también cantidades considerables de nitrógeno que pueden restarse de la dosis de abonado nitrogenado.

Para calcular la cantidad de nitrógeno/Ha. aportada por el agua de riego puede recurrirse a la siguiente fórmula:

$$\text{kg N/Ha.} = \frac{[\text{NO}_3^-] \times V_r \times 22.6}{10^3} \times F$$

donde,

[NO₃⁻]: Es la concentración de nitratos en el agua de riego expresada en

p.p.m. (partes por millón = mgr/l).

- Vr: Volumen total de riego en m³/Ha.
- 22'6: % de riqueza en N del NO₃⁻
- F: Factor que depende de la eficiencia del riego y considera la pérdida de agua. Oscila entre 0'5 y 0'8 en función del sistema de riego utilizado, considerándose un valor normal el de 0'7.

En la tabla X se dan los valores del aporte de N por aguas de riego con distintas concentraciones de NO₃⁻, considerando un volumen total de riego de 7.000 m³/Ha. y una eficiencia del mismo del 70%. F = 0'7.

TABLA X

| APORTACION DE NITROGENO POR EL AGUA DE RIEGO | |
|--|------------------------|
| Concentración de NO ₃ ⁻ (p.p.m.) | Kgr de N/Ha. aportados |
| 50 | 55 |
| 75 | 83 |
| 100 | 110 |
| 125 | 138 |
| 150 | 166 |

10. ELECCION DEL TIPO DE ABONO.

En las Tablas XI y XII se exponen los tipos de fertilizantes más adecuados en función de las características del suelo y la época de abonado.

11. ABONADOS CON ALTO FRACCIONAMIENTO.

En la Tabla XIII se dan las recomendaciones para efectuar un abonado con alta frecuencia, especialmente recomendado para plantaciones con riego por inundación donde sea posible disolver los fertilizantes nitrogenados en el agua de riego.

| Fertilizantes | Suelos con contenido bajo en carbonato cálcico | Suelos con contenido alto en carbonato cálcico | Suelos ácidos | Suelos Salinos |
|---------------------|--|--|--|---|
| Nitrogenados | Nitrato amónico cálcico Nitrato cálcico | Sulfato amónico Nitrosulfato amónico Nitrato amónico Urea | Nitrato amónico cálcico Nitrato cálcico | Nitrato amónico Nitrato amónico cálcico Nitrato cálcico Urea |
| Fosforados | Superfosfato de cal | Fosfato diamónico | Fosforitas Escorias Thomas | Superfosfato de cal Fosfato diamónico |
| Potásicos | Sulfato potásico | Sulfato potásico | Nitrato potásico | Nitrato potásico |

TABLA XI. Tipos de fertilizantes en función del suelo.

| EPOCA | TERRENOS FRANCOS Y ARCILLOSOS | | TERRENOS ARENOSOS | |
|------------------------------------|-------------------------------|--|--|--|
| | Calizos | No Calizos | Calizos | No calizos |
| Primavera 1 ^{ra} Marzo | Sulfato amónico 40% UF | Nitrato amónico cálcico 50% UF | Sulfato amónico 33% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF |
| | Fosfato diamónico 100% UF | Superfosfato de cal 100% UF | Fosfato diamónico 100% UF | Superfosfato de cal 100% UF |
| | Sulfato potásico 100% UF | Sulfato potásico 100% UF | Sulfato potásico 50% UF | Sulfato potásico 50% UF |
| Verano | | | Nitrato amónico cálcico 33% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF |
| | Nitrato amónico 60% UF | Nitrato amónico cálcico 50% UF ó Nitrato cálcico 50% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF ó Nitrato cálcico 50% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF ó Nitrato cálcico 50% UF |
| Julio | | | Nitrato amónico 33% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF |
| Agosto | | | Nitrato amónico 33% UF | Nitrato amónico cálcico 33% UF |

TABLA XII. Tipos de fertilizantes en función de la época de abonado.

El abonado con alto fraccionamiento está especialmente indicado para terrenos arenosos y con escasa profundidad donde las pérdidas de nitrógeno por lixiviación son normalmente elevadas. El primer abonado (Marzo), se efectúa mediante aplicación superficial y posteriormente debe ser enterrado. El resto de las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados pueden ir disueltas en el agua de riego o incorporadas al suelo con el riego posterior, cuando se apliquen en la superficie del suelo. En cualquier caso los riegos que van acompañados de una incorporación de abono deberán efectuarse con un bajo volumen de agua para evitar las pérdidas por percolación.

TABLA XIII. Abonados con alto fraccionamiento.

| Epoca | Tipo de abono | % de la dosis total |
|------------|---------------------------------|--|
| 1.º Marzo | Sulfato amónico | 20 % UF N |
| | Fosfatos | 100 % UF P ₂ O ₅ |
| | Sulfato de potasa | 100 % UF K ₂ O |
| Abril | Urea o Solución N-32 | 20 % UF N |
| Mayo-Junio | Urea o Solución N-32 | 20 % UF N |
| Julio | Nitrato amónico o Solución N-32 | 20 % UF N |
| Agosto | Nitrato amónico o Solución N-32 | 20 % UF N |

12. CONCLUSIONES.

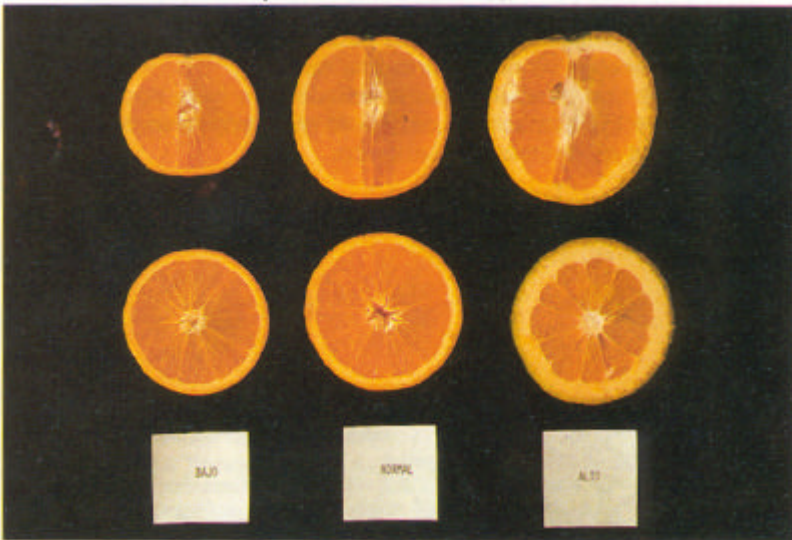
Como conclusiones a lo expuesto en esta publicación se aportan una serie de normas que pueden servir para economizar el consumo de fertilizantes y efectuar su aplicación con mayor eficacia.

a) Fertilizantes Nitrogenados.

- Ajustar la dosis de abonos nitrogenados a las necesidades de la



Efecto de los niveles de potasio sobre los frutos.



Efecto de los niveles de potasio sobre los frutos.

plantación y a la eficacia de asimilación de los mismos, estimadas para cada tipo de suelo.

- Aplicar el abonado con el mayor grado de fraccionamiento posible, especialmente en suelos muy permeables o poco profundos.
- No efectuar el abonado nitrogenado en invierno ni en otoño.
- Utilizar formas amoniacales para el abonado de primavera.
- Fraccionar el abonado de verano al menos en dos mitades cuando se aplican nitratos.
- No aportar grandes volúmenes de agua en cada riego.
- Determinar la cantidad de nitratos aportados por las aguas de riego y efectuar la reducción correspondiente en la dosis del abonado.
- Realizar análisis foliares anuales para comprobar que la plantación se mantiene en un nivel nutricional óptimo.

b) Fertilizantes Fosforados y Potásicos.

- Ajustar las dosis de abonado a las necesidades de la plantación y a la eficiencia de asimilación de los distintos fertilizantes, estimada para cada tipo de suelo.
- Evaluar las reservas de fósforo y potasio asimilables en el suelo y reducir la dosis de abonado en función de las mismas.
- Efectuar análisis foliares anuales para comprobar que la plantación se mantiene en un nivel nutricional óptimo.
- Utilizar el tipo de abono más adecuado para cada tipo de suelo.
- Fraccionar las aportaciones de potasio en terrenos arenosos de baja capacidad de intercambio catiónico.

En la realización de los estudios que han permitido obtener los datos expuestos en esta publicación han participado:

Francisco Legaz Paredes y Eduardo Primo Millo del I.V.I.A., David Villalba Buendía y Vicente Navarro Salvador, del S.T.T.A., José García de la Cuadra y Emilio Monteagudo Cogollos, del Laboratorio Agrario de la G.V., así como el personal técnico del S.E.A. destinado en las Agencias de la zona citrícola de la Comunidad Valenciana.

Serie: «**Fulletts Divulgació**» n.º 5-88
2ª EDICION

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

DIRECCION GENERAL DE
INNOVACION Y TECNOLOGIA AGRARIA

INSTITUTO VALENCIANO DE
INVESTIGACIONES AGRARIAS