

PROBLEMAS FUNDAMENTALES DEL ABONADO DE LOS AGRIOS

Dentro del campo, ciertamente confuso, de la fertilización de los cultivos nos referiremos en este trabajo fundamentalmente a los naranjos. Si nos arriesgamos a escribir sobre ello no es yendo tras el alarde académico sino con un objetivo de síntesis de experiencias y también de interrogantes técnicos. Soy consciente de que un largo camino nos separa de los primeros tiempos en que abonar era conseguir de inmediato aumento de cosecha. Igualmente soy consciente de que el camino andado desde entonces lo ha sido a trechos; unas veces bajo la influencia de la más objetiva opinión científica y otras bajo la presión de intereses comerciales. A consecuencia de ello hemos llegado a una realidad desconcertante en la que el aumento en las dosis de abonado no implica un incremento de producción y, en ocasiones, la aplicación de fertilizantes da lugar a alteraciones cuya secuela es el desarrollo de actividades que encarece el cultivo.

Aunque conscientes de esto, no es menos cierto que un viejo atavismo nos domina a veces y nos impulsa a creer en la existencia de sustancias eficacísimas cuyos principios milagrosos ponen remedio a todos los males e incluso pueden dar lugar a cosechas anormalmente elevadas; estos aspectos casi folklóricos de nuestro quehacer, nos sumergen en la vieja tradición de un humanismo casi olvidado cuyo fundamento era la búsqueda de la piedra filosofal. Sin embargo la realidad suele ser, por desgracia, menos pintoresca y nos enseña que los milagros en agricultura son escasos y en materia de fertilización casi nulos y siempre efímeros y esquivos. Por ello no tenemos más remedio que analizar el problema que nos ocupa a la luz del racionalismo sin que ello implique dar la espalda a la realidad que se escapa a nuestros modelos pues, aunque no sepamos explicarla, goza de todo nuestro respeto.

Entendemos que son problemas fundamentales los que se refieren a las dosis de aplicación de los diversos nutrientes y a la oportunidad de la misma. No vamos a hacer una alusión específica al abonado orgánico pues conocemos la imposibilidad de realizarlo, en estos momentos, con la generosidad que sería necesario. Sin embargo, creemos que la solución a muchos de estos problemas fundamentales está en la aplicación de materia orgánica y a su apoyo con abonos nitrogenados. Para el desarrollo de este trabajo hemos creído útil partir del estudio de las extracciones de nutrientes para, después, glosarlos en relación con el medio en el que se van a verter. Finalmente nos arriesgamos a dar unas recomendaciones, quizás lógicas, cuya utilización sencillamente creemos que es buena. La última parte del trabajo quiere ser una elemental introducción al análisis foliar como técnica de diagnóstico en orden a sentar sus fundamentos de cara a la nutrición de los árboles.

EXTRACCIONES

La composición analítica media de los diversos órganos de los naranjos se incluye en el cuadro n.º 1.



Cuadro núm. 1.—COMPOSICION MINERAL MEDIA DE LAS PARTES VEGETATIVAS DE LOS NARANJOS.

Organo	Contenido en % de materia seca					Relación de nutrientes a nitrógeno				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Hojas	2,22	0,18	1,31	4,20	0,25	1	0,08	0,59	1,89	0,11
Ramas	1,02	0,17	0,75	1,82	0,28	1	0,16	0,73	1,78	0,27
Troncos	0,40	0,07	0,21	0,51	0,07	1	0,17	0,52	1,27	0,17
Raíces	0,82	—	0,28	0,70	0,05	1	—	0,34	0,85	0,06

Del cuadro número 1 se desprende que:

— La mayor concentración de nitrógeno se halla en las hojas.

— El calcio es el elemento que se halla en mayor concentración en los órganos aéreos.

— El magnesio presenta una concentración superior o igual a la del fósforo en los casos en que contamos con datos analíticos de éste.

— La concentración de fósforo oscila entre 8 por 100 y 17 por 100 de la concentración de nitrógeno en los tejidos analizados.

En el cuadro n.º 2 se incluyen los datos que diversos autores han aportado sobre las diversas extracciones del cultivo de naranjos en cada cosecha. En él, a pesar de la diversidad de resultados se aprecia una cierta uniformidad en las extracciones que se pueden sintetizar aproximadamente en:

Extracciones de nitrógeno en kg./tm.

de naranjas 1,2-1,9

Extracciones de P_2O_5 en kg./tm. de

naranjas 0,4-0,6

Extracciones de K_2O en kg./tm. de

naranjas 1,5-2,5

En cuanto a la fórmula de equilibrio se comprueba que se puede dar como media:

1-0,5-2

Todo ello proporciona una valiosa información para establecer criterios de abonado.

POTASIO

No entraremos a discutir la necesidad de los nutrientes pues hace tiempo que tal cuestión ya escapó a toda discusión; sin embargo, queremos dejar bien sentado que dicha necesidad no implica obligatoriamente el aporte continuo de aquéllos.

Se atribuyen al potasio ciertas virtudes relacionadas con el sabor y la finura de la corteza de las naranjas. Está comprobado este efecto; sin embargo, el exceso de este nutriente produce frutos de corteza gruesa y tejido igualmente grosero a la vez que en los frutos produce una pérdida de color y maduración tardía.

Cuadro n.º 2.—EXTRACCIONES DE NUTRIENTES EFECTUADAS POR NARANJOS SEGÚN DIVERSOS AUTORES.

Especie	Autor	Forma de expresarlas	Unidades fertilizantes			Equilibrio N- P_2O_5 - K_2O
			N	P_2O_5	K_2O	
Naranja	Chappman y Kelley	Kg./tm.	1,18	0,618	3,144	1-0,52-2,66
	Eckstein y colaboradores	Kg./cosecha media	40	20	45	1-0,50-1,12
	Fesca	Kg./tm.	1,85	0,55	2,1	1-0,29-1,13
	Hilgard	Kg./tm.	1,82	0,53	2,08	1-0,29-1,14
	Lassus	Kg./tm.	1,80	0,52	2,09	1-0,28-1,16
	Romaines, Smith y Reuther	Kg./tm.	1,29	0,458	2,253	1-0,36-1,75

Su defecto provoca el debilitamiento de las ramas y una débil vegetación. Se ha utilizado este nutriente para combatir la caída de las mandarinas (variedad Clementina); el estudio fue llevado a cabo por A. Bertín y publicado en la Revista de la Potasa en 1974. Se comparó su aplicación con la de nitrato potásico al 2 por 100 en dos tratamientos, la tercera y la sexta semana después de la floración, y con la de ácido giberélico. El resultado obtenido fue que el nitrato potásico tenía cierta influencia en detener aquella caída pero su eficacia no fue superior a la del ácido giberélico.

El potasio es un elemento frecuente en los suelos jóvenes y arcillosos. En los del Levante español suele presentarse en altas concentraciones capaces en muchos casos de sostener la cosecha de naranjas. Creemos que cuando al analizar la tierra el contenido de potasio de cambio es superior a 0,6 miliequivalentes/100 gr. la respuesta de los cultivos al abonado potásico es prácticamente nula, y nuestra recomendación en este caso es que se eviten los abonados con este elemento.

En el intervalo 0,4-0,6 miliequivalentes/100 gramos la rentabilidad del abonado potásico no está suficientemente demostrada, siendo prudente recomendar la incorporación de abono a la mitad de las dosis que después señalaremos.

Aunque es de todos conocido, conviene recordar que a este elemento se le atribuyen antagonismos con el magnesio y con el manganeso.

FOSFORO

El fósforo es un elemento que interviene en las más delicadas funciones de la fisiología de los vegetales. Su concentración aumenta a medida que los órganos están más entregados a funciones de desarrollo y crecimiento. Durante mucho tiempo se viene discutiendo la influencia de este elemento sobre la resistencia a las heladas o, mejor, sobre el restablecimiento de los cultivos tras una helada. A este respecto W. F. Spencer señalaba en 1963 que las dosis normalmente empleadas en el abonado fosfórico podrían tener alguna repercusión en aquel restablecimiento; al parecer en esta función el fósforo parece estar ayudado por el magnesio y por lo tanto es lícito sospechar que el potasio podría disminuir la resistencia de los naranjos a las heladas.

Las importantes reacciones en que el fósforo ejerce su protagonismo nos podrían engañar sobre la demanda cuantitativa del mismo que realmente es baja, sobre todo en las épocas de madurez de las plantas en las que aquella roza el nivel de los micronutrientes. Como re-





gla nemotécnica se puede considerar que la concentración del fósforo es la décima parte de la de nitrógeno.

Los suelos de Levante, en general, no suelen ser muy ricos en este nutriente. Sin embargo, la especial dinámica de los abonos fosfatados hace que en aquellos suelos abonados regularmente se cree una reserva que en muchos casos es suficiente para sostener varias cosechas seguidas. Pensamos que cuando el análisis de tierra nos da valores de fósforo por el método Olsen superiores de 30 p.p.m. la respuesta de las cosechas al abonado fosfórico es prácticamente nula, mientras que en el intervalo entre 20-30 p.p.m. la respuesta es incierta. Puesto que hablamos de los abonos fosfatados conviene que señalemos que el superfosfato del 18 por 100, normalmente empleado, tiene una composición elemental de:

Azufre	11-12 por 100
Calcio	18-21 por 100
Fósforo	9,21 por 100

Esto nos da una idea de lo que echamos al suelo.

RITMO DE ABSORCION DE NUTRIENTES

Un aspecto interesante es el ritmo de asimilación de los nutrientes por las diversas variedades. Conviene que señalemos a este respecto el estudio que en 1974 publicaron A. Martí y J. L. García Martínez sobre dicho ritmo de absorción en las variedades de naranjo Washington Navel y Valencia Late, ponién-

dose de manifiesto en el mismo la existencia de dos épocas con velocidades distintas:

Primera época: Principios de junio - finales de septiembre.

Segunda época: Principios de octubre - finales de mayo.

La absorción en la primera época es dos o tres veces mayor que en la segunda. Al parecer, la primera fase está relacionada con la temperatura indicándose a este respecto que dicha fase comienza cuando la temperatura media semanal alcanza los 20° C. En el cuadro n.º 3 se incluyen datos sobre dicha absorción.

Cuadro núm. 3.—ABSORCION DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES, EN MG/PLANTA-DIA (árboles de 2 años)

Nutrientes	Washington navel/cleopatra		Valencia late/cleopatra	
	1.ª época	2.ª época	1.ª época	2.ª época
N- (NO ₃ ⁻) ...	45	17	37	21
P- (PO ₄ H ₂ ⁻)	11	6,1	11	4,1
S- (SO ₄ ⁼) ...	9,1	3,5	10	4,9
Ca ⁺⁺	39	17	37	16
Mg ⁺⁺	7,5	2,0	7,1	3,6
K ⁺	46	9,5	47	17

De estos datos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

— La gran influencia de la variedad en la nutrición.

— La gran importancia que en la nutrición tiene el azufre.

— La gran importancia que en la edad temprana de la plantación tiene el fósforo.

En el cuadro n.º 4 se establece la importancia relativa de la absorción de los nutrientes.

Cuadro núm. 4.—ABSORCION RELATIVA DE NUTRIENTES EN UNA PLANTACION DE DOS AÑOS

Variedad	N	Ca	K	S	Mg	P
Washington Navel/Cleopatra.	100	62	30	16	15	11
Valencia Late/Cleopatra ...	100	60	35	17	18	4

Como se puede comprobar, en esa época del crecimiento el nitrógeno tiene una importancia decisiva.

Concluyen los citados investigadores que la fase de floración y brotación, aunque constituyen momentos críticos, no provoca aumento en la demanda externa de nutrientes compensando sus mayores necesidades a partir de las reservas.

La detección de distintas épocas en el ritmo de absorción nos invita a especular sobre el interés del fraccionamiento del abonado en orden a una mejor asimilación de nutrientes. En este sentido conviene recordar la experiencia llevada a cabo por D. V. Calvert en Florida en 1963 sobre jóvenes plantones de naranjos de la variedad Valencia, observando que el fraccionamiento por encima de tres abonados al año no producía efecto significativo alguno.

NITROGENO

Tras la alusión a respuestas de abonado creo que debemos fijar nuestra atención en el ensayo establecido en Burjasot en 1934 por Herrero Egaña sobre la nutrición nitrogenada de naranjos Washington Navel.

Los datos de los tratamientos y los rendimientos obtenidos se incluyen en el cuadro número 5.

Cuadro núm. 5.—RESPUESTA DEL NARANJO WASHINGTON NAVEL AL ABONADO NITROGENADO

Dosis N kg/árbol	Rendimiento kg./árbol	
	Abonado único	Abonado fraccionado
0,0	50,2	50,2
0,2	85,0	94,2
0,4	105,0	117,9
0,8	108,2	109,8
1,2	108,7	126,9
1,8	103,3	118,2

A partir de estos datos hemos elaborado el siguiente cuadro n.º 6, en el que admitimos el riesgo de la interpolación.

Cuadro núm. 6.—ESTIMACION DE LAS UNIDADES FERTILIZANTES DE NITROGENO POR TONELADA DE NARANJAS EN LA EXPERIENCIA DE BURJASOT.

Dosis de N kg./árbol	Kg. N/Tm.	
	Abonado único	Abonado fraccionado
0,0	0,00	0,00
0,2	2,35	2,12
0,4	3,80	3,39
0,8	7,39	7,28
1,2	11,03	9,45
1,8	17,42	15,22

Estudiando los datos del cuadro n.º 6 y las respuestas del cultivo se comprueba que en el intervalo de dosis de nitrógeno: 0,00-0,40 kg./árbol la respuesta es lineal mientras que a partir de esta dosis las respuestas se ajustan a la ley exponencial de Mitscherlich, alcanzando su óptimo técnico para la dosis de 0,8 U. F. de N/árbol, mientras que el óptimo económico se alcanza para la de 0,6 U. F. de N/árbol.

La falta de linealidad de la respuesta a partir de la dosis de 0,4 U. F./árbol se manifiesta en que a medida que aumentamos las dosis se va encareciendo la producción de naranjas respecto al gasto de nitrógeno por tonelada de producción.



RECOMENDACIONES

Creo que dar recomendaciones tiene un riesgo elevado de equivocarse y lo asumo en la seguridad de que quien esto lea sabrá interpretar mi intención al escribirlo, que no es otra que la de acercarme a la realidad, esa realidad que muchas veces es testigo irónico de la irracionalidad de lo que hemos dado en llamar el abonado racional o equilibrado. Sé que la tendencia en países de tecnología avanzada es a reducir el abonado sólo a las formas nitrogenadas mientras que tanto las formas potásicas como las fosfatadas se quedan para un abonado abundante de plantación. Igualmente sé que a nivel de trabajo no es beneficioso cambiar de la noche a la mañana unas recomendaciones cuya eficacia se base más en la fe que pueda tener el agricultor en nosotros que en su propia virtud. Sin embargo, conviene pensar en el gasto inútil que muchas veces realiza el empresario agrícola sin más respuesta que la tranquilidad de conciencia que da el haber puesto todos sus recursos para producir bien. Sobre esta reflexión fundamento lo que voy a expresar en materia de recomendaciones.

No es la primera vez que manifiesto la idea de que el abonado de los cultivos cuyos frutos se recolectan en fresco, salvo excepciones, requiere una dosis de nitrógeno que oscila entre 5-10 U. F. por tm. de producción esperada.

Vamos a intentar justificar esta afirmación; recordemos el cuadro n.º 2 y las extracciones señaladas en el mismo, la más desfavorable de todas, la de Fesca, indica que éstas son:

Extracciones en kg. de U. F./tm. de cosecha:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.85	0,55	2.1

Considerando el abonado nitrogenado anual, las pérdidas de unidades fertilizantes se pueden cifrar de la siguiente forma:

Volatilización	30 por 100
Lixiviación	20 por 100
Efecto de localización	20 por 100

TOTAL 70 por 100 .

Según esto, el coeficiente de eficacia en la aplicación es, aproximadamente, del 30 por 100. Por lo tanto, para que las plantas puedan absorber 1,85 kg. de nitrógeno habrá que poner a su disposición 6,1 kg. de nitrógeno por tonelada de cosecha.

En cuanto al fósforo y potasio, conviene tener en cuenta que el coeficiente de eficacia en la aplicación de sus respectivos abonos suele ser del orden de 0,66 de forma que en la hipótesis de la anterior recomendación las aportaciones serían:

Fósforo (P ₂ O ₅)	1,93 kg./tm. de cosecha.
Potasio (K ₂ O)	3,81 kg./tm. de cosecha.

Conviene recordar que estas últimas aportaciones, en nuestra opinión, no son necesarias cuando se superan los niveles de riqueza del suelo mencionados con anterioridad.

ANALISIS FOLIAR

El análisis foliar es una técnica que nos permite profundizar en el conocimiento del estado nutritivo de los cultivos, y está basada en la premisa de que, en condiciones ecológicas concretas, la respuesta óptima de la planta se relaciona con un determinado contenido de nutrientes en las hojas. Uno de los aspectos más interesantes de la misma es el muestreo de éstas; en el caso de los agrios es recomendable tomar hojas de la brotación de primavera de cuatro a seis meses de edad, en ramas fructíferas, situadas en la parte exterior del árbol y a una altura del suelo comprendida entre 30 y 70 cm. El muestreo así definido se puede llevar a cabo desde principio de julio hasta finales de septiembre.



Cuadro núm. 7.—VALORES ANALITICOS PARA DETERMINAR EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS AGRIOS, APLICABLES SIGUIENDO LAS DIRECTRICES DADAS ANTERIORMENTE PARA EL MUESTREO

Nutriente	Contenido deficiente	Contenido bajo	Optimo	Contenido elevado	Exceso
N (%)	< 1,90	1,90-2,10	2,2 -2,7	2,8 -3,5	> 3,5
P (%)	< 0,07	0,07-0,11	0,12-0,18	0,19-0,29	> 0,30
K (%)	< 0,15 - 0,30	0,40-0,70	0,70-1,70	1,80-1,90	> 2,00
Ca (%)	< 2,0	2,0 -2,9	3,0 -6,0	6,1 -6,9	> 7,00
Mg (%)	0,05 - 0,15	0,16-0,20	0,30-0,60	0,7 -1,0	> 1,0
S (%)	0,05 - 0,13	0,14-0,19	0,20-0,30	0,40-0,49	> 0,50
Na (%)	—	—	—	0,2 -0,25	> 0,25
Cl (%)	—	—	—	0,2 -0,30	> 0,40
Fe (p.p.m.)	< 40	40-60	60-150	> 150	?
Cu (p.p.m.)	< 4	4-5	51-15	15-20	> 20
Zn (p.p.m.)	4-15	15-24	25-100	110-200	> 200
B (p.p.m.)	< 15	15-30	30-100	100-250	> 250
Mn (p.p.m.)	5-20	21-24	25-100	100-200	> 300
Mo (p.p.m.)	0,01-0,005	0,06-0,09	0,1-3	4-100	> 100

Las muestras deberán pesar un mínimo de 100 gr. Se deberán secar al aire y remitir al laboratorio en sobres de papel. Los datos que proporcionan los laboratorios se suelen expresar en tanto por ciento o en partes por millón con referencia a la materia seca. En el cuadro n.º 7 se incluyen unos niveles de interpretación orientativos, debidos a Chapmann y válidos para California, es decir que no están comprobados con la realidad concreta de cada zona. Por ello deben emplearse sólo en el caso de que no haya estudios específicos para

una zona. Señalamos que estos datos concuerdan con los establecidos por Ortuño, Carpena y Alcaraz en su estudio «Influencia de la variedad en el balance de nutrientes del género *Citrus*».

Pese a lo anterior, no existe, a partir de determinado nivel de contenidos foliares, una correlación clara entre éstos y la producción. En el cuadro núm. 8 se resumen los datos que proporcionan Praloran y Minot, relacionando producciones y contenidos foliares.



Cuadro núm. 8.—CONTENIDOS MINIMOS DE LAS HOJAS DE NARANJO PARA DIVERSAS PRODUCCIONES

Contenido foliar	Rendimiento kg./árbol			
	75	125	175	200
N	2,60	2,60	—	—
P	0,30	0,30-0,39	0,30-0,39	0,30-0,39
K	1,50	1,50	0,90-1,09	0,10-0,19

De este cuadro se desprende que a partir de determinado nivel de contenido de nutrientes en las hojas, la producción es independiente de dicho contenido.

Una de las deficiencias más acusadas en la actualidad por los agrios es debida al bloqueo del magnesio del suelo, Heymann-Herschberg señala que la misma aparece cuando:

$$\frac{\text{Mg} \times 100}{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}} < 3$$

Podríamos extendernos en la casuística que contempla el análisis foliar. Sin embargo, no queremos hacer este trabajo demasiado confuso, por lo que nos detendremos aquí.

CONCLUSION

El análisis foliar es una técnica que permite conocer el estado nutritivo de los agrios. No se tiene excesiva experiencia sobre los niveles normales en nuestras condiciones ecológicas; por ello, los criterios que nos proporciona la bibliografía deben tomarse con mucha precaución. Aún a falta de estos niveles, se puede utilizar la técnica de análisis foliar cuando aparezca una sintomatología confusa. El método a seguir es el siguiente:

1. Toma de cinco a diez muestras de hojas afectadas por la sintomatología.
2. Toma del mismo número de muestras de hojas «normales», con el mismo criterio de selección que las anteriores.
3. Análisis completo de las mismas.
4. Estudio estadístico de la diferencia entre los contenidos medios de nutrientes de las hojas afectadas y de las hojas normales.

5. Conclusiones en base a este estudio estadístico.

Siguiendo este proceso se puede hacer uso inmediato de esta técnica para abordar un problema concreto. Uno de los trabajos de los que aun no se tiene conocimiento de su realización es el establecimiento de los niveles normales de los nutrientes en las distintas comarcas. Creo que se podría llevar a cabo, cosa que llevaría muy poco esfuerzo y nos ayudaría a una mejor utilización del análisis foliar. Este comentario final debe considerarse como una propuesta concreta de trabajo.

JUAN CANOVAS CUENCA

BIBLIOGRAFIA

- A. BERTIN y A. SQUALI: «Ensayos de pulverizaciones foliares contra la caída, fisiológica de las mandarinas jóvenes, variedad clementina.» *Revista de la patata*, Secc. 8, núm. 4, 1974.
- H. D. CHAPMAN: «Leaf and soil analysis in citrus orchards. Criteria for the diagnosis of nutrient status and guidance of fertilization and soil management practices.» *California Agric. Exper. Station*. Riverside, 1960.
- J. L. GARCIA MARTINEZ y A. MARTI: «Estudio de las necesidades nutritivas del naranjo. III.—Ritmo de absorción de macroelementos por plantones de Washington Navel y Valencia Late a lo largo del año.» Caja de Ahorros de Valencia. Publicaciones Científicas y Tecnológicas, núm. 17, 1974.
- L. HEYMENN-HERSCHBERG: «A survey of the effect of fertilizing practices on the micronutrient composition of citrus leaves in Israel.» *Ktavim* 6 (1956), pp. 83/105.
- C.K. LABANUSKAS y M. F. HANDY: «Mineral nutrient removal by California Valencia.» *Citrograph*, vol. 58, núm. 2, dic. 1972.
- A. MARTINEZ CORBALAN: «Respuesta del naranjo Washington Navel al abonado nitrogenado», XIV Asamblea general del Centro Internacional de abonos químicos. Madrid, mayo de 1974.
- A. ORTUÑO y OTROS: «Influencia de la variedad en el balance de nutrientes de los citrus I.—Macronutrientes. Agrobiología 12. 1971.
- W. F. SPENCER: Phosphorus fertilization of Citrus University of Florida. Agricultural Experiment Station. Bulletin 653. 1963.
- H. R.v UEXKULL: «Fertilización de cítricos Universidad de la Habana. Ingeniería Agronómica núm. 3, 1968.