

NUTRICION Y FERTILIZACION DE LA NARANJA

E. Molina*

Introducción

Uno de los aspectos que más incide en el rendimiento de la naranja es la nutrición, principalmente cuando los árboles entran en la etapa de producción. En muchos sitios en América Latina, la fertilización de este cultivo se realiza en forma empírica, debido a que no existe información precisa que permita establecer con seguridad los requerimientos nutricionales del cultivo y las dosis óptimas de fertilizantes.

En los últimos años, el cultivo de cítricos se ha extendido a una gran variedad de suelos y condiciones climáticas, lo cual complica de cierta forma el diseño de los programas de fertilización. Al momento existen plantaciones sembradas en Ultisoles, Inceptisoles, Andisoles y Alfisoles, con una gran variedad de características químicas y físicas que afectan el rendimiento y calidad de la fruta.

Se debe considerar además que la mayoría de las plantaciones apenas empiezan a producir o están cerca de hacerlo. Muchos de los problemas nutricionales están empezando a manifestarse con el inicio de la etapa de producción. Esto necesariamente obliga a los productores a buscar soluciones concretas para satisfacer los

requerimientos nutricionales del cultivo bajo diversas condiciones de clima y suelos.

Requerimientos de suelo

Los cítricos se adaptan a una amplia variedad de suelos. Sin embargo, su sistema radicular es muy superficial y la capacidad de absorción de nutrientes es pobre debido a que poseen un limitado número de pelos radicales. Por esta razón, las características físicas del suelo son de gran importancia para el cultivo. Los cítricos prefieren los suelos ligeros, de textura franco arenosa, franca o franco arcillosa, con buen drenaje y aireación. Los suelos de textura pesada o arcillosa, que generalmente tienen limitaciones de drenaje, no son aptos para los cítricos y están asociados con problemas de crecimiento y proliferación de enfermedades radicales.

Los cítricos se desarrollan bien en un rango amplio de pH que va de 4 a 9, sin embargo, se considera que el rango óptimo de pH está entre 5.5 a 6. Este cultivo es tolerante a la acidez del suelo, llegando a desarrollarse en forma normal hasta un valor de 30% de saturación de acidez. Sin embargo, es preferible que la saturación de aluminio no sobrepase el 20%.

Por el otro lado del rango del pH, los cítricos se desarrollan bien en suelos con pH superior a 7 siempre que no exista problemas de acumulación de sales o sodio (Na). Estos problemas deben manejarse con cuidado debido a que el rendimiento se afecta notablemente cuando se presentan los problemas antes mencionados. En estas condiciones son también comunes las deficiencias de micronutrientes.

Requerimientos nutricionales

Los cítricos absorben nutrientes durante todo el año, pero la absorción es más acentuada durante las etapas de floración y formación de fruta. El calcio (Ca) es el elemento más abundante en las partes vegetativas de la planta, seguido por el nitrógeno (N), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y fósforo (P). Sin embargo, el N y el K son los más abundantes en el fruto. Cerca del 30% del N total en la planta y el 70% del K se localizan en el fruto.

Una de las formas prácticas de determinar los requerimientos nutricionales de los cítricos es mediante el cálculo de la remoción de nutrientes en los frutos cosechados. Es decir los nutrientes que salen definitivamente del campo en la parte de la planta que es comercializada. La absorción

Tabla 1. Nutrientes removidos en el fruto de naranja según diferentes autores.

Fuente	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg/ton -----					
Chapman y Kelly (1993)	1.18	0.25	2.03	0.95	0.18	0.11
Smith y Reuter (1953)	1.25	0.15	1.77	0.45	0.19	--
Labanauskas (1972)	1.85	0.17	1.79	0.78	0.17	--
Bataglia et al. (1977)	1.90	0.17	1.50	0.53	0.13	0.14

* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

Tabla 2. Nutrientes renovados en el fruto de naranja var. Valencia, en San Carlos, Costa Rica (Molina y Morales; 1994, datos sin publicar).

N	P	K	Ca	Mg	S
----- kg/ton -----					
1.49	0.30	2.33	0.64	0.29	0.12

Tabla 3. Remoción de nutrientes por hectárea en el fruto de la naranja.

Nutriente	Remoción (kg/ha)
N	60
P	12.3 P; 28.2 P ₂ O ₅
K	96.0 K; 114.7 K ₂ O
Ca	25.6
Mg	11.6
S	4.8

de nutrientes depende de varios factores, entre los que se pueden mencionar la variedad, clima, suelo, edad de la planta y nivel de rendimiento. En las Tablas 1 y 2 se presentan las cantidades de nutrientes extraídas por la naranja según el reporte de varios autores. Se observa que una tonelada de naranja fresca extrae entre 1.18 y 1.90 kg de N, 0.17 y 0.25 kg de P, 1.77 y 2.03 kg de K. El N y el K se acumulan gradualmente en el fruto hasta la maduración, consecuentemente son absorbidos durante todo el ciclo anual y deben ser suministrados de acuerdo a este comportamiento. El P y Mg se acumulan durante el primer período de desarrollo del fruto y posteriormente permanecen constantes.

En la Tabla 3 se presenta la extracción de nutrientes de una producción de 4 cajas de fruta por árbol por ciclo (40.8 kg/caja, aproximadamente 40 ton/ha).

El K es el elemento extraído en mayor cantidad, seguido por el N. La relación de extracción en el fruto es de 2: 1: 4 considerando N: P₂O₅: K₂O. Estos valores brindan una idea de la cantidad de nutrientes que se deben suplir al suelo para sostener un rendimiento de 4 cajas por árbol.

Síntomas de deficiencia de nutrientes en cítricos

El cultivo intensivo de cítricos en muchas regiones en el mundo ha permitido documentar las características de las deficiencias nutricionales en este cultivo. A continuación se describen la mayoría de ellas.

Nitrógeno

El N es considerado como el elemento más importante en la nutrición de cítricos, debido a su marcado efecto en el crecimiento del árbol y en la producción y calidad de la fruta. Además, es el nutriente absorbido en mayor cantidad por la planta, acumulándose en mayor grado en las hojas y en el fruto. Es esencial para la adecuada absorción y distribución de otros nutrientes, tales como P, K, Ca y Mg. Como constituyente de proteínas y aminoácidos, es de vital importancia para la división celular, por esta razón la deficiencia afecta severamente el crecimiento de la planta. La mayor absorción y translocación del N ocurre poco antes y durante la floración y cuaje de los frutos. La deficiencia de N durante este período puede disminuir el número de flores y por ende el rendimiento.

Deficiencias: clorosis o amarillamiento de las hojas. Hojas delgadas, frágiles y pequeñas. La clorosis es más pronunciada en ramas con frutos. Los frutos son pequeños, con la cáscara fina y tienden a madurar precozmente. Reducción del crecimiento de la planta, defoliación y muerte descendente de las ramas.

Fósforo

El P es componente de enzimas, nucleoproteínas, fosfolípidos, ATP y otros compuestos que intervienen en la formación de órganos reproductores. Es importante en la fotosíntesis, síntesis de carbohidratos y transferencia de energía dentro de la planta. El P se acumula en los frutos y semillas.

Los cítricos tienen un bajo requerimiento de P. Se estima que una tonelada de fruta extrae alrededor de 0.2 kg de P y la extracción total en 40 ton es de aproximadamente 8 kg. Cerca del 60% de total de P absorbido por la planta es extraído por el fruto.

Deficiencia: La deficiencia de P es poco común en el cultivo de naranja, probablemente por el bajo requerimiento y por la habilidad del sistema radical para extraer el P del suelo. El efecto más marcado de la deficiencia de P en la naranja es la reducción en la floración y disminución en el cuaje de los frutos. Deficiencias severas producen hojas de color verde pálido o bronceado, caída de hojas, reducción de la floración. Los frutos presentan piel más gruesa y rugosa. Raíces pequeñas y pobremente ramificadas.

Potasio

Los cítricos remueven grandes cantidades de K, principalmente en los frutos. Es el elemento extraído en mayor cantidad por la planta después del N.



Foto 1. Típica deficiencia de K en hojas de naranja.

Entre las funciones fisiológicas en las que interviene el K están la formación de azúcares y almidones, síntesis de proteínas, crecimiento y división celular, regulación del suministro de CO₂, translocación de azúcares desde las hojas al fruto, regulación hídrica, etc. El K mejora la sanidad de la planta y la resistencia a enfermedades.

Las exigencias de K se incrementan al término de la floración y durante la maduración de los frutos. El K es uno de los elementos que tiene mayor influencia en la calidad del fruto, incrementando el tamaño del fruto, el sabor y el color.

Deficiencia: Con la carencia de K se reduce el tamaño de hojas nuevas, se presenta clorosis en las hojas viejas donde aparecen también áreas necróticas y moteados pardo amarillentos (Foto 1). El fruto es pequeño, de cáscara delgada y baja acidez.

Calcio

Las hojas de los cítricos acumulan gran cantidad de Ca, debido a que es un elemento inmóvil en los tejidos, por lo que tiende a acumularse en las hojas. Este elemento es particularmente importante en suelos viejos muy ácidos como los Ultisoles y Oxisoles prevalentes en áreas húmedas. El Ca promueve el desarrollo del sistema radical de la planta, forma parte de la pared celular y desempeña un papel importante en la división celular y el crecimiento vegetativo. Si se considera la constitución mineral de los frutos y las partes vegetativas, el Ca ocupa el tercer lugar después del N y K.

Deficiencia: La deficiencia hace que exista poco desarrollo radical. Aparece también clorosis en los márgenes y nervaduras de las hojas jóvenes, que luego

se extienden a toda la lámina foliar. Se produce necrosis en áreas amarillentas, comenzando también en los márgenes. Finalmente se presenta una fuerte defoliación. Los frutos son pequeños y deformes, con bolsas de jugo arrugadas, cáscara áspera y gruesa. Se reduce el crecimiento y la producción.

Magnesio

El Mg es el componente principal de la clorofila e interviene en la síntesis de carbohidratos. Además, participa en la síntesis de proteínas, nucleoproteínas y el ácido ribonucleico y favorece el transporte de P dentro de la planta. Es un elemento móvil en la planta, por lo que la deficiencia se presenta primero en las hojas más viejas.

Del total del Mg absorbido, aproximadamente la mitad se encuentra en el tronco y ramas del árbol, un tercio en las raíces y el resto en las hojas. Durante la floración y fructificación se produce una translocación significativa del Mg hacia los brotes y frutos. El Mg es exportado en el fruto casi en la misma magnitud que el P.

Deficiencia: La deficiencia se caracteriza por una clorosis interveinal, de aspecto bronceado, que toma forma de V que se inicia en la base de las hojas viejas y avanza hacia el centro cubriendo los márgenes. Posteriormente las zonas cloróticas empiezan a necrosarse. En ramas con frutos maduros, las hojas próximas a éstos muestran los síntomas en mayor grado que las ramas sin frutos. Los frutos son pequeños, con piel delgada y contenido bajo de azúcares y acidez.

Zinc

Es un elemento muy importante en la producción de la naranja. Después de N, la deficiencia de Zn es la más común en este cultivo y ocurre bajo un amplio rango de suelos. Aparentemente esta condición está en parte relacionada con la ineficiencia de los patrones para absorber Zn. El Zn es esencial para la síntesis de algunas hormonas, tales como la auxina, y para la síntesis de proteínas.

Deficiencia: El Zn es un nutriente inmóvil dentro de la planta y por eso los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas nuevas. Estas hojas presentan una clorosis interveinal, pero la nervadura central y los nervios laterales permanecen verdes. Las hojas son pequeñas, estrechas y puntiagudas (Foto 2). Los brotes jóvenes adquieren forma de roseta. Si la deficiencia es severa se reduce el tamaño de la planta y se reduce la producción y calidad del fruto.



Foto 2. Típica deficiencia de Zn en hojas de naranja.

Manganeso

Este nutriente cumple un papel importante como catalizador de los sistemas enzimáticos que intervienen en los fenómenos respiratorios, fotosíntesis y el metabolismo del N. La deficiencia de Mn es común en suelos alcalinos y en suelos arenosos. También podría presentarse en algunos suelos ácidos con baja CIC sometidos a alto lavado.

Deficiencia: Se presenta en forma muy similar al Zn apareciendo en las hojas jóvenes como un color verde pálido o amarillento entre las venas, sin embargo, la clorosis es menos pronunciada que la de Zn. Los frutos son suaves y de color pálido.

Hierro

El Fe es un activador enzimático en la formación de la clorofila. La deficiencia de Fe está bien identificada en suelos calcáreos y suelos arenosos bajos en materia

orgánica. La deficiencia de Fe podría ser inducida por un sobreencalado, o por la aplicación excesiva de Cu, Zn o Mn al suelo.

Deficiencia: Debido a la baja movilidad de este nutriente dentro de la planta, los síntomas aparecen en hojas jóvenes que se tornan amarillentas, pero la red de nervaduras permanecen de color verde. Al incrementarse el síntoma, toda la lámina foliar se torna amarillenta. Las hojas son pequeñas y se reduce el cuaje de frutos y los frutos tienden a ser pequeños lo que reduce el rendimiento. El patrón Trifoliata parece ser más susceptible a la deficiencia de Fe.

Boro

El B juega un papel muy importante en la división celular, por esta razón la deficiencia de este nutriente afecta considerablemente el crecimiento meristemático de las plantas. También interviene en el transporte de azúcares y otros compuestos orgánicos desde la hoja a los frutos, en la reproducción y la germinación del polen. El B es quizá el micronutriente que más influye en el rendimiento y calidad de los frutos. El B y el Zn constituyen los micronutrientes más importantes en la producción de cítricos y por esto se los incluye normalmente en los programas de fertilización.

Deficiencia: Cuando el B es deficiente las hojas jóvenes se deforman y toman un color amarillamiento en las venas central y lateral. Las hojas más viejas se enrollan y deforman. Se presenta una muerte descendente de las ramas y la formación múltiple de yemas vegetativas. Los frutos son pequeños, con poco jugo, duros, de cáscara gruesa y áspera, con puntos de goma en el interior de los gajos.

Exceso: Es fácil inducir toxicidad de B, debido a que el ámbito entre deficiencia y toxicidad es muy estrecho.

Tabla 4. Guía para el diagnóstico foliar en naranja.

Elemento	Rango Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N %	2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	2.8
P %	0.09	0.09-0.11	0.12-0.15	0.17-0.29	0.3
K %	0.4	0.4-0.7	0.7-1.1	1.1-2.0	2.4
Ca %	1.5	1.5-2.9	3.0-5.5	5.6-5.9	7.0
Mg %	0.15	0.15-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	1.2
S %	0.14	0.14-0.19	0.2-0.3	0.4-0.5	0.5
B mg/kg	21	21-30	31-100	101-260	260
Fe mg/kg	35	35-59	60-100	130-200	250
Mn mg/kg	16	16-24	25-200	300-500	1000
Zn mg/kg	16	16-24	25-100	110-200	300
Cu mg/kg	3.6	3.6-4.9	5-15	17-22	100

Con la toxicidad aparecen manchas amarillentas en las puntas de las hojas, que se extienden hacia los márgenes, mostrando un aspecto moteado. También se forma goma de apariencia pardusca en el envés de las hojas. En casos severos se produce defoliación.

Análisis foliar

El análisis foliar, junto con la información del análisis de suelos y de otros factores limitantes, es una de las mejores herramientas para evaluar el estado nutricional de los cítricos y para orientar los programas de fertilización.

El diagnóstico de las necesidades nutricionales de las plantas mediante el análisis foliar se basa en el principio de que cada uno de los órganos de la planta requieren de una determinada concentración de cada uno de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado crecimiento y producir buenos rendimientos. Si el contenido de uno o varios nutrientes se encuentra por debajo de cierto nivel crítico, la planta puede experimentar una reducción en el crecimiento y producción. El análisis foliar permite identificar deficiencias nutricionales, evaluar el estado nutricional de la planta y establecer recomendaciones de fertilización.

El primer paso del diagnóstico foliar de los cítricos es el muestreo, que debe ser representativo del área que se desea estudiar. Se deben seguir ciertas normas básicas de muestreo para asegurar que los datos de análisis generados por el laboratorio sean confiables. Estas normas de muestreo se detallan a continuación:

1. El muestreo debe hacerse al azar, en lotes que varíen entre 2.5 y 5 has.

2. Se deben muestrear hojas situadas a la mitad de la copa, en los cuatro puntos cardinales del árbol.
3. Se debe muestrear la tercera o cuarta hoja a partir del ápice de la rama terminal sin fruta, en 20 a 30 árboles al azar en cada lote. También es posible muestrear ramas con frutos, para lo cual se deberá consultar la tabla de interpretación respectiva, ya que está demostrado que la concentración de nutrientes en hojas de ramas con frutos es diferente al de ramas sin frutos.
4. La época ideal para el muestreo es al inicio de la floración.
5. Las hojas muestreadas se colocan en bolsas de papel limpias debidamente rotuladas y se envían al laboratorio lo más pronto posible.

La interpretación de análisis se basa en tablas que presentan los niveles estándares de concentración foliar de cada uno de los nutrientes. En la Tabla 4 se presentan los estándares para la naranja.

Fertilización

En la fertilización de los cítricos se enfatiza el suministro de N y K, debido a que los resultados de investigación conducida en todo el mundo ha encontrado que estos nutrientes son los que más influyen en el rendimiento y calidad de la fruta. Otros nutrientes pueden ser importantes de acuerdo con las características de fertilidad de los suelos. Así por ejemplo el Ca y el Mg deben ser considerados en suelos ácidos, en suelos arenosos y en algunas condiciones donde se produzcan desbalances en K. El análisis foliar y el de suelos

revelan claramente esta condición. La respuesta al P es escasa en naranja, por lo que la dosis de este elemento generalmente es baja y su aplicación se concentra en los primeros años de crecimiento vegetativo.

Fuentes de fertilizantes

Los abonos usados en la fertilización de la naranja son generalmente fórmulas compuestas, tanto de origen físico como químico. La fuente de N depende de la naturaleza del fertilizante. En mezclas físicas se usa por lo general urea, mientras que en mezclas químicas el N se pueden usar como otras fuentes. Se puede usar también sulfato de amonio en las mezclas físicas pensando en el aporte de S además del N. En este caso se debe tener en cuenta el efecto residual del ácido del sulfato de amonio que es mayor que la urea y el nitrato de amonio. Sin embargo, en suelos de pH alto es una buena fuente N.

Las fuentes de P más comunes son el fosfato diamónico (DAP) y fosfato monoamónico (MAP) en las mezclas físicas y superfosfato triple, DAP y MAP en las fórmulas químicas. Como fuente de K se utiliza el cloruro de potasio (KCl) y Sulpomag o K-Mag. En ocasiones se presenta la duda sobre el posible riesgo de utilizar KCl en cítricos, debido a la presencia del cloro (Cl) que se piensa podría llegar a ser tóxico. Sin embargo, no existe ninguna evidencia que demuestre que el KCl es detrimental para los cítricos, especialmente si se toma en cuenta que el cultivo se siembra en suelos de pH ácido y en climas muy lluviosos, donde el Cl se puede lixiviar con facilidad. La utilización de sulfato de potasio es una posibilidad para sustituir al KCl como fuente de K, particularmente en suelos de pH alto que tienden a acumular sales.

Tabla 5. Recomendaciones de fertilización de naranja en diversas zonas cítricas del mundo.

Fuente	Lugar	----- kg/ha -----		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Anderson, 1982	Florida	225-280	100	130
Moreira, 1983	Florida	100-300	100	100-200
Cohen, 1983	California	200-500	---	---
Moreira, 1983	España	200-300	150-250	300-500
Moreira, 1983	Sudáfrica	300	---	---
Moreira, 1983	Japón	145	180	240
Cohen, 1983	Australia	90	24	200
Rodriguez, 1983	Brasil	110	45-55	80-100
Malavolta, 1991	Brasil	150	90	120

Sin embargo el costo del sulfato de potasio es más alto y es un factor que debe tomarse en cuenta.

Dosis de nutrientes

La dosificación de nutrientes en cítricos genera controversia debido a la gran variación en las recomendaciones publicadas en la literatura internacional. En la Tabla 5 se presenta un resumen de recomendaciones de fertilización de naranja reportados en varios países.

Varios factores deben considerarse para diseñar un programa de fertilización de naranja. Algunos de estos son: variedad, patrón, clima, suelo, humedad, etc. Sin embargo, uno de los aspectos que más influye es el tipo de suelo. Por ejemplo, las plantaciones de cítricos de la Florida están sembrados en gran parte sobre suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico, que presentan deficiencias de Ca, Mg y K y bajos niveles de materia orgánica. Estas condiciones obligan a utilizar un programa intensivo de fertilización que incluye además del N y K, la aplicación de cal y elementos menores. Estos suelos presentan características químicas y físicas muy diferentes a los suelos en los que se siembra naranja en otros países en América Latina. Por esta razón, el uso de recomendaciones

de fertilización de Florida puede resultar inconveniente en nuestras condiciones. Es conveniente desde todo punto de vista el desarrollar experiencia local basándose en la información de rendimiento y análisis foliares y de suelos.

Para determinar la cantidad de nutrientes que se debe aplicar en naranja se presentan dos opciones bien definidas. Una de ellas consiste en dosificar de acuerdo con la edad de los árboles. De esta forma, la cantidad de fertilizantes se incrementa cada año hasta que el árbol alcanza el desarrollo óptimo, lo que normalmente ocurre entre los 8 y 10 años de edad. Este sistema asume que a mayor edad, mayor crecimiento, y que por lo tanto se debe incrementar la cantidad de fertilizante en proporción aproximada a la edad. Sin embargo, en muchos casos se puede llegar a sobrestimar la

cantidad de nutrientes a aplicar.

La otra alternativa que parece más razonable consiste en dosificar según el nivel de rendimiento del cultivo, para lo cual es necesario estimar el número de cajas producidas por árbol producidas, o el peso total de frutos por hectárea. Este sistema es quizá más práctico porque permite un uso más racional de los fertilizantes y fomenta una nutrición más balanceada. Sin embargo, una de las desventajas de esta alternativa es que requiere de información previa sobre los rendimientos y una estimación de los rendimientos esperados. Esta información es precisamente la más difícil de obtener, debido a la poca disciplina de los productores para mantener una buena base de datos, la escasez de investigación y a la poca edad de la mayoría de las plantaciones.

Tabla 6. Efecto de la fertilización con nitrógeno en el rendimiento de naranja Valencia, San Carlos, Costa Rica (cosecha de 1998).

Dosis de N (kg/ha)	Naranja Cajas/ha*	Jugo LSST/ha**
0	253	1254
50	418	1998
100	498	2365
150	719	3448
200	549	2351

* Cajas de 40.18 kg de naranja fresca
 ** Libras de Sólidos Solubles Totales en el jugo de naranja
 Fuente: Molina y Morales, 1999 (datos sin publicar)

Para implementar este sistema son de gran ayuda, los datos de exportación de nutrientes en los frutos y los resultados de experimentos de fertilización.

La fertilización con base en el rendimiento considera que las plantaciones de alta productividad reciben más fertilizante que las de escasa producción, aún cuando los árboles tengan la misma edad. Para planificar el programa de fertilización resultan útiles los resultados de investigación de campo, sin embargo, la investigación en nutrición de este cultivo en nuestros países lamentablemente es escasa, y los esfuerzos realizados hasta la fecha han sido principalmente por iniciativa de empresas privadas. Los resultados de un experimento

de largo plazo, conducido en un Ultisol en Costa Rica, se presentan en las Tablas 6 y 7. Se probaron dosis crecientes de N y K y los resultados presentados corresponden a la cuarta cosecha de fruta realizada en 1998.

Los resultados, luego de 4 años de investigación, indican que la dosis de 150 kg de N/ha presenta el rendimiento más alto y el mayor contenido de sólidos solubles totales en el jugo. En el ensayo de potasio, el mejor tratamiento corresponde a la dosis de 150 kg de K_2O /ha. Ambos experimentos recibieron una base de fertilización fosfórica de 50 kg de P_2O_5 /ha.

Con base en resultados experimentales, los datos de exportación de nutrientes en frutas, y las

características de fertilidad de los suelos se puede diseñar un programa eficiente de fertilización en naranja. En las Tablas 8 y 9 se presentan las sugerencias para fertilización de naranja en producción en Costa Rica.

Bibliografía

- Bertsch, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica. 86 p.
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. ACCS. 157 p.
- Cohen, A. 1983. Fertilización de los cítricos. Boletín IIP N .4, Berna, Suiza, Institute Internacional de la Potasa. 48 p.
- Chapman, H. D. 1968. The mineral nutrition of citrus. The Citrus Industry. Bartow, California, USA. V. 2, p. 127-289.
- Emblenton, T. W., H. J. Reitsz., W. W. Jones. 1973. Citrus fertilization. In The Citrus Industry, edit. Por W. Reuther, University of California, USA. P. 122-182.
- Grupo Paulista de Adubacao e Calagem para Citros. 1994. Recomendacoes de adubacao e calagem para citros no Estado de Sao Paulo. Laranja, Coerdeirópolis, Brasil.

Tabla 7. Efecto de la fertilización con potasio en el rendimiento naranja Valencia, San Carlos, Costa Rica (cosecha de 1998).

K_2O (Kg/ha)	Cajas/ha*	LSST/ha**
0	340	1781
50	496	2280
100	660	3011
150	815	3962
200	490	2332

* Cajas de 40.18 kg de naranja fresca

** Libras de Sólidos Solubles Totales en el jugo de naranja

Fuente: Molina y Morales, 1999 (datos sin publicar)

Continua... Pág 13

Tabla 8. Cantidad de fertilizante a utilizar para un rendimiento estimado de 4 cajas de fruta por árbol.

Fórmula	kg/árbol	kg/caja	N	P_2O_5	K_2O	MgO
----- kg/ha/año -----						
18-3-10-8-1.2	1	0.25	56	9	31	25
15-3-31	1	0.25	47	9	97	0
Total	2	0.50	103	18	128	25

Tabla 9. Requerimientos nutricionales para naranja en producción.

Elemento	Dosis (kg/ha)	1º Aplicación	2º Aplicación
Nitrógeno (N)	150-200	60%	40%
Fósforo (P_2O_5)	25-50	50%	50%
Potasio (K_2O)	150-200	40%	60%
Magnesio (MgO)	20-40	50%	50%
Azufre (S)	15-50	50%	50%
Boro (B)	2.4	50%	50%

de problemas de plagas y enfermedades y distribución geográfica de los factores de la calidad del grano son unos pocos ejemplos de como los datos en GIS se pueden usar con éxito en el desarrollo y la administración de los agro negocios.

Algunos distribuidores de maquinaria agrícola están usando GIS como una herramienta para monitorear el uso de equipos agrícolas. De este modo se puede programar y facilitar el plan de actividades en el campo, minimizar el tiempo de desplazamiento y decidir si vale la pena agregar nuevos equipos de aplicación. Comparando los datos de producción con la utilización de un equipo determinado, se puede construir un caso histórico de respuesta, se pueden solucionar los problemas potenciales o se pueden diseñar las mejores prácticas de manejo.

Nuevas herramientas GIS en el mercado incluyen computadoras de mano enlazadas a un vídeo o cámara digital para grabar los problemas de los cultivos u otras observaciones cuando se monitorean los lotes en el campo. Usando el Sistema de Posicionamiento Global

(GPS por sus siglas en inglés) en una computadora manual, las observaciones pueden ser geo referenciadas en una base de datos (GIS). Algunas personas han agregado grabaciones de voz describiendo la situación.

Todas estas fotos, vídeos y sonidos grabados pueden ser parte de un registro permanente GIS para el campo. La referencia GPS hace posible que se usen estas observaciones cuando se trata de evaluar, después de la cosecha, la causas de la variabilidad en la producción y esto ayuda en la planeación correctiva en el manejo para el siguiente ciclo.

Estas son algunas de las posibilidades del GIS. Una caja de herramientas relativamente nueva para el agricultor que se está usando para atacar problemas que no se podían manejar hace pocos años. Explorando las muchas facetas del GIS, se puede llegar más allá de solamente obtener mapas de suelos y producción. Esta es en la actualidad una de las herramientas más útiles para el manejo de suelos y cultivos por sitio específico.-

Nutrición y fertilización de la cont...

Malavolta, E. 1983. Nutricao mineral e adubacao de laranjeira. In Nutricao mineral e adubacao dos citros, edit por T. Yamada. Instituto da Potassa, Piracicaba, Brasil. p. 13-72.

Malavolta, E., H. S. Pates. 1994. Seja o doutor dos seus citros. Informacoes Agronomicas (Brasil) N 65, p. 1-6.

Molina, E. 1998. Encalado para la corrección de la acidez del suelo. San José, Costa Rica, ACCS. 45 p.

Obreza, T. A. 1996. Adubacao de plantas cítricas na Florida, USA.

In: Anais IV Seminario Internacional de citros: nutricao e adubacao, San Paulo, Brasil, Fundacao Cargill, p. 27-40.

Pratt, R. M. 1983. Guía de Florida sobre insectos, enfermedades y transtornos de la nutrición en los frutos cítricos. México, LIMUSA, 199 p.

Rojas, A., E. Molina., F. Morales. 1996. Evaluación agronómica de tres fuentes de cal en el cultivo de naranja. In: X Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José,

Costa Rica. Vol. III. P. 143.

Smith, P. F. 1966. Citrus nutrition. Un: Temperate to Tropical Fruit, edit. Por N. F. Childers, Somerset Press, New Jersey, USA. p. 174-207.

Vitti, G. C. et al. 1996. Técnicas de utilizacao de calcario e gesso na cultura dos citros. In: anais IV Seminario Internacional de citros: nutricao e adubacao, San Paulo, Brasil. Fundacao Gargill, p. 131-160.-

Los componentes de los alimentos cont...

La investigación sobre el efecto de la fertilidad del suelo tiene mucho que ofrecer en el descubrimiento de una miríada de fitoquímicos. Los especialistas en fertilidad de suelos deben prestar particular atención a los procesos que mejoren la absorción de nutrientes por las plantas que mejoren a su vez el contenido de fitoquímicos benéficos.

Como afectarán estos cambios en el mercado de alimentos la agronomía tradicional de cultivos

como el maíz, trigo y soya por ejemplo? Sin duda, se puede esperar que en el futuro los estándares de calidad de muchos cultivos serán influenciados por lo que se conozca acerca de su contenido de nutraceuticos. Los estándares de calidad serán más complejos que el simple peso, contenido de proteína o aceite, etc.

Muchas de las características de calidad son en realidad un efecto del clima. Es incierto que se pueda contratar con éxito la producción de identidad preservada en cereales

que tengan un estándar definido de componentes de alimentos funcionales. Sin embargo, se pueden ofrecer incentivos en este tipo de cultivo cuando éste llega a tener cantidades medibles del estándar requerido. Esto llevaría a que los agricultores manejen la selección de variedades, la nutrición y otras prácticas culturales para maximizar la oportunidad de alcanzar los estándares de calidad de los componentes de interés.-