

ENSAYOS REALIZADOS PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL CULTIVO DE CÍTRICOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Comparación de la eficiencia de uso del nitrógeno en fertilización orgánica y mineral

Existen numerosas experiencias que analizan el destino del ^{15}N procedente de residuos de cosecha y estiércoles aplicados en fresco a diferentes cultivos, principalmente hortícolas. Sin embargo, no se han realizado estudios de eficiencia de uso del N aplicado a cítricos en forma de abonos solubles orgánicos en comparación con fertilizantes minerales, ambos marcados con ^{15}N . En este marco, el propósito de este estudio, continuación del publicado en este mismo número de Vida Rural titulado "Fertilizantes orgánicos solubles marcados con ^{15}N para una agricultura sostenible", consistió en comparar la absorción de los nutrientes aplicados a plantas de cítricos, principalmente nitrógeno, mediante abonos orgánicos obtenidos de residuos vegetales y estiércol de oveja frente a fertilizantes minerales ampliamente utilizados en una fertilización convencional.

Ana Quiñones, Belén Martínez-Alcántara, Eduardo Primo-Millo y Francisco Legaz.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada (Valencia).

Las técnicas y procesos de producción agraria se ven influenciados, cada vez más, por la necesidad de asumir compromisos de respeto medioambiental.

En esta línea, la agricultura ecológica se presenta como alternativa a la agricultura tradicional que contribuye a mantener los ecosistemas y a reducir la contaminación. Asimismo, la agricultura ecológica supone un importante potencial para el desarrollo económico de los agricultores y empresas que trabajan dentro de este marco legal.

Entre estas técnicas, la fertilización en agricultura ecológica ofrece una solución lógica y con fundamento científico que radica en mejorar

la fertilidad activa del suelo a través del suministro de materia orgánica en sus distintas configuraciones. Una de ellas son los abonos orgánicos obtenidos de residuos de cosechas, abonos verdes, paja y otros acolchados, estiércol líquido y purines (Anexo II del Reglamento (CEE) n°2092/1991). De este modo y mediante un adecuado manejo, estos residuos podrían ser una fuente importante de nutrientes para las plantas. Ante esta nueva alternativa es necesario evaluar los elementos nutritivos que se pueden aportar a las plantas mediante fertilizantes orgánicos, principalmente el N disponible por los cultivos. Para ello, la incorporación del isótopo ^{15}N a los residuos que constituirán la materia prima para la obtención de fertilizantes orgánicos constituye una potente herramienta para conocer, de una manera exhaustiva y fiable, el destino final del N aplicado con el abono orgánico. Sin embargo, para que los fertilizantes orgánicos puedan aportarse mediante este sistema de riego, es preciso someter los residuos orgánicos de partida a varios procesos para transformarlos en compuestos solubles asimilables para las plantas



(Sørensen *et al.* 1994). Quiñones *et al.* (2012) obtuvieron dos fertilizantes orgánicos solubles marcados con ^{15}N , uno obtenido de subproductos vegetales y otro procedente de estiércol animal.

Material y métodos

Cultivo de las plantas

El ensayo se ha realizado con veintisiete plantas de tres años de edad de la variedad Clementina de Nules injertadas sobre citrange Carrizo (con diámetro de copa de 80 cm), en macetas-lisímetros de 40 l de capacidad con un suelo calizo franco arcillo arenoso, típico del cultivo de los cítricos, de densidad aparente de $1,6 \text{ kg}\cdot\text{l}^{-1}$. Las plantas se cultivaron en el exterior bajo un umbráculo de $6 \times 24 \text{ m}$ de policarbonato transparente, con malla de poliéster en los laterales, para evitar que las condiciones climáticas adversas (pedrisco, viento, etc.) pudieran afectar al desarrollo normal de las plantas. El riego se efectuó mediante un sistema localizado a goteo con dos emisores de $4 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$ por maceta. Al inicio de la actividad vegetativa (marzo) se extrajeron tres plantas con el fin de conocer la biomasa de las mismas al comienzo de los tratamientos.

Tratamientos

Las veinticuatro plantas restantes se abonaron, de marzo a octubre, mediante cuatro fertilizantes diferentes, con el fin de comparar la eficiencia de absorción del N de procedencia mineral frente a los de origen orgánico. Cada tratamiento se repitió tres veces con una planta por repetición. Los tratamientos realizados fueron:

1. Control del abono vegetal (abono mineral). Las plantas se fertilizaron con la solución nutritiva de procedencia mineral (**cuadro I**), enriquecida al 2,5% con ^{15}N .

2. Control del abono animal (abono mineral). Las plantas se fertilizaron con la solución nutritiva de procedencia mineral (**cuadro II**), enriquecida al 2,5% con ^{15}N .

3. Abono vegetal. Las plantas se fertilizaron con la solución nutritiva de origen vegetal expuesta en el **cuadro I** y enriquecida al 2,62% con ^{15}N .

4. Abono animal. Las plantas se fertilizaron con la solución nutritiva de origen animal expuesta en el **cuadro II** y enriquecida al 2,17% con ^{15}N .

Dado que los abonos orgánicos obtenidos mostraron una composición muy diferente en-

CUADRO I.

Concentración de nutrientes ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) del abono orgánico de origen vegetal y de su control mineral.

Macronutrientes	N	P	K	Mg	Ca	S
	330,8 ^z	47	923	60	386	548
Micronutrientes	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
	8,3	2,5	1,2	0,13	0,16	

^z: La concentración de N del abono orgánico estaba formada por un 85,5% en forma orgánica y un 14,5% en forma mineral (55% de N en forma de amonio y 45% como nitrato).

CUADRO II.

Concentración de nutrientes ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) del abono orgánico de origen animal y de su control mineral.

Macronutrientes	N	P	K	Mg	Ca	S
	495,7 ^z	365	921	257	545	2.274
Micronutrientes	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
	22,6	18,0	5,7	0,04	0,52	

^z: La concentración de N del abono orgánico estaba formada por un 81,4% en forma orgánica y un 18,6% en forma mineral (95% de N en forma de amonio y 5% como nitrato).

CUADRO III.

Dosis N por árbol (g)^z y su distribución estacional.

Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
Dosis (%) ^z	5	10	15	20	20	15	10	5	100
$\text{g N}\cdot\text{mes}^{-1}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,0	1,5	1,0	0,5	10

^z: Porcentaje de N aplicado en todo el mes.

tre sí en cuanto a concentración de macro y micronutrientes (**cuadros I y II**), se utilizaron dos controles minerales en los que se aportó la misma concentración de nutrientes que la de su abono orgánico correspondiente. Además, en el control del abono vegetal, el N se aplicó un 55% como amonio (sulfato amónico) y un 45% como nitrato (nitrato potásico y cálcico). Esta proporción es la misma que la obtenida en la fracción mineral del abono orgánico de origen vegetal (**cuadro I**). En el control del abono animal, el N se aplicó un 95% como amonio (sulfato amónico) y un 5% como nitrato (nitrato potásico y cálcico), conservándose la misma proporción que la obtenida en la fracción mineral del abono orgánico de origen animal (**cuadro II**). En los dos controles minerales, el P se suministró como ácido fosfórico, el K en forma de nitrato potásico y sulfato potásico, el Mg como sulfato de magnesio, el Ca en forma nitrato cálcico y el S provino de los sulfatos añadidos junto con el ácido sulfúrico aportado. En cuanto a los micronutrientes, las concentraciones de Fe, Zn y Mn se aportaron con un quelato múltiple (EDHHA) con un

4,5-0,5-1% de Fe, Zn y Mn respectivamente, el resto del Zn y Mn se aportó mediante correctores de Zn y Mn, y para el Cu y B se aplicaron los correctores adecuados para los suelos calizos.

Dosis y distribución estacional de los nutrientes

De acuerdo a su diámetro de copa, se suministró una dosis de N de $10 \text{ g}\cdot\text{árbol}\cdot\text{año}^{-1}$ que se distribuyó mensualmente (**cuadro III**) de acuerdo a los criterios establecidos por Legaz y Primo-Millo (2000), con una frecuencia de aplicación de dos a tres veces por semana, según las necesidades de riego del cultivo, desde el inicio de la actividad vegetativa (principio de marzo) hasta el inicio del letargo (final de octubre).

Para aportar esta dosis de N se necesitaron 30,2 l de la solución nutritiva de origen vegetal (**cuadro I**) y 20,1 l de la solución nutritiva de origen animal (**cuadro II**) que suministraron los nutrientes indicados en los **cuadros IV y V**, respectivamente. La distribución estacional del resto de elementos nutritivos se hizo de forma idéntica a la descrita para el N (**cuadro III**).

CUADRO IV.

Nutrientes aportados con la solución nutritiva de origen vegetal.

Macronutrientes (g)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
	10,0	1,4	27,9	1,8	11,7	16,6
Micronutrientes (mg)	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
	683,7	544,5	172,5	1,2	15,8	

CUADRO V.

Nutrientes aportados con la solución nutritiva de origen animal.

Macronutrientes (g)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
	10,0	16,9	22,3	8,6	15,4	45,8
Micronutrientes (mg)	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
	455,4	362,7	114,9	0,8	10,5	

CUADRO VI.Peso seco (g)² de los árboles al inicio del ensayo.

Órgano	Órganos viejos	Sistema radical	Total planta
Biomasa	578,9±76,0	349,4±45,2	928,3±22,8

²: Cada valor es la media de 3 repeticiones ± desviación estándar.**Recogida de las soluciones de drenaje**

En dos momentos del ciclo anual de crecimiento (mitad de julio y septiembre), se aplicó a todos los tratamientos un riego en exceso con agua desionizada para la lixiviación de sales. El agua drenada se recogió, y con el fin de que este proceso no alterara la absorción del N disponible, estas soluciones drenadas se aplicaron de nuevo a cada planta, después de diluirlas con agua desionizada para no modificar su composición isotópica.

Arranque de las plantas y toma de muestras de material vegetal

Las veinticuatro plantas de los cuatro tratamientos se extrajeron de las macetas en dos momentos del ciclo vegetativo: durante el desarrollo del fruto (principios de julio) y en la maduración de éste (final de diciembre). En la primera extracción se había aplicado un 50% de la dosis de N y el resto de la dosis se aportó de julio a octubre. En cada una de las plantas extraídas se separaron y se muestrearon los órganos siguientes:

- Órganos jóvenes: frutos en desarrollo, hojas y ramas jóvenes de la brotación de primavera (arranque de julio) y frutos maduros, hojas y ramas de las brotaciones de primavera y verano (arranque de diciembre).

- Órganos viejos: hojas del año anterior, ramas y tronco.

- Sistema radical: raíces gruesas y fibrosas. Estas fracciones se lavaron con agua desio-

nizada, se secaron en estufa (60°C) y se trituraron con un molino refrigerado (IKA M20, Staufen, Alemania) hasta un tamaño menor de 0,3 mm de diámetro y, finalmente, se almacenaron a 4°C hasta su posterior análisis.

Recogida de los órganos caídos

A fin de cuantificar la pérdida de biomasa y de nutrientes asociada a los órganos caídos, se dispusieron mallas sobre los contenedores en los que se desarrollaron los árboles de mayo a julio. Mensualmente se recogieron los órganos caídos sobre las mallas y se separaron en distintas fracciones según el tipo de órgano (pétalos, cáliz, frutos en desarrollo y hojas viejas senescentes) y se sometieron a un tratamiento similar al descrito para las fracciones separadas en los arranques.

Análisis de las muestras de materia vegetal

En estas muestras se determinó la concentración de N total mediante un analizador elemental (NC 2500 Thermo Finnigan) y la relación isotópica ¹⁵N/¹⁴N con un espectrómetro de masas (Delta Plus, Thermo Finnigan) acoplado al analizador. Los resultados se expresaron como porcentaje sobre peso seco.

Cálculos

El contenido de ¹⁵N de las muestras de los cuatro tratamientos se calculó según la **expresión 1**.

Expresión 1. $^{15}\text{N}_{\text{muestra}} \text{ (mg)} = \text{Peso seco (g)} \times \text{N (\%)} \times \% ^{15}\text{N exceso} \times 10^{-1}$

El % ¹⁵N en exceso se obtiene restando a la concentración de ¹⁵N de cada muestra, la abundancia en la naturaleza de este isótopo. La abundancia natural de ¹⁵N en el N₂ atmosférico es de 0,366%, según la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, 1983).

El porcentaje eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) representa la proporción de ¹⁵N aplicado con los fertilizantes marcados que ha sido absorbido por las plantas de cada tratamiento y se determinó mediante la **expresión 2**.

Expresión 2. $\% \text{ EUN} = \frac{\sum ^{15}\text{N absorbido}_{\text{órgano}} \text{ (mg)} \times 100}{^{15}\text{N (mg)} \text{ aplicado mediante los fertilizantes marcados (abonos minerales y orgánicos)}}$

El porcentaje de N derivado del fertilizante (Nddf) cuantifica en qué proporción las necesidades en N del órgano en cuestión se satisfacen por el N procedente de los fertilizantes aplicados y se calculó con la **expresión 3**.

Expresión 3. $\text{Nddf (\%)} = \frac{^{15}\text{N en exceso}_{\text{órgano}} \text{ (\%)} \times 100}{\text{átomos \% } ^{15}\text{N exceso en los fertilizantes marcados (abonos minerales y orgánicos)}}$

Resultados y discusión

Las plantas extraídas al inicio del ensayo presentaron una biomasa promedio algo superior a los 900 g (**cuadro VI**).

En los **cuadros VII y VIII** se presentan los valores promedio de la biomasa de los árboles de los cuatro tratamientos, así como el peso del conjunto de órganos en los que éstos se fraccionaron. La determinación de la biomasa total de la planta constituye un dato fundamental para cuantificar, posteriormente, el contenido en N, el ¹⁵N absorbido por las plantas, así como la eficiencia de uso del N y el N derivado de los fertilizantes aplicados. En el arranque de junio se observó que los órganos jóvenes de las plantas fertilizadas con abonos orgánicos mostraron un desarrollo significativamente superior al obtenido con los abonos minerales (abonos control). A medida que transcurrió el ciclo (**cuadro VIII**), el peso total de los árboles aumentó como conse-

cuencia de la biomasa asociada al desarrollo final del fruto y a la brotación de verano y otoño (órganos jóvenes). En el arranque de diciembre, los árboles abonados con fertilizantes orgánicos de origen animal presentaron los mayores valores de biomasa (**cuadro VIII**). Con respecto al estado inicial de las plantas (**cuadro VI**), el peso medio de los árboles extraídos en julio y diciembre aumentó un 22 y 45%, respectivamente.

De los **cuadros VII y VIII** se puede deducir cómo el aporte de abonos minerales y orgánicos no influye en la distribución de la biomasa entre la parte aérea y el sistema radical. Así, la proporción de parte aérea y sistema radical respecto al total de la planta se mantuvo en torno al 66% y 34%, respectivamente, en la extracción julio. Dichos valores se desplazaron ligeramente a favor de la parte aérea en el momento de la maduración (68 vs 32%), como consecuencia del peso seco de la cosecha y brotación de verano (**cuadro VIII**). En la bibliografía se encuentran valores de biomasa muy similares a éstos (Menino *et al.* 2007; Legaz y Primo-Millo 1988; Kubota *et al.* 1974).

En los **cuadros IX y X** se presenta la concen-

CUADRO VII.

Biomasa (g)^z de los árboles del arranque de julio.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	88 b	86b	123 a	127 a	*	NS
Órganos viejos	558	619	594	601	NS	NS
Parte aérea	646	705	716	728	NS	NS
Sistema radical	355	351	352	393	NS	NS
Total planta	1.001 b	1.055 ab	1.068 ab	1.121 a	*	NS
Total caídos	76	74	71	70	NS	NS
Planta+caídos	1.076	1.129	1.138	1.191	NS	NS

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$ (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

tración media de N sobre el peso seco en los distintos órganos y en el total de la planta. Los tratamientos no afectaron de forma significativa a la concentración de N de los distintos órganos en las extracciones realizadas. Además, ni la fuente de N ni el origen del mismo influyeron de

forma significativa en los valores de esta variable. Con independencia del tipo de abonado aplicado, los valores más elevados de concentración de N se presentaron en los órganos jóvenes y en los caídos de ambas extracciones. Al final del ciclo (**cuadro X**) se observó una disminu-

¿Seguro?



¡Seguro!



EPSO
Combitorp

Magia de la naturaleza. EPSO Combitorp® es la referencia Europea entre los abonos foliares con magnesio, azufre y micronutrientes. Sus características: composición ideal (13% MgO, 34% SO₂, 4% Mn, 1% Zn), completamente soluble en agua, inmediatamente disponible para las plantas y aptos para todos los cereales. Sus efectos:

- evita carencias durante el crecimiento
- aporta micronutrientes en los picos de demanda
- influye favorablemente en la calidad de la cosecha

EPSO Combitorp® es el abonado foliar ideal para cereales, que podrá realizar simultáneamente con un tratamiento fitosanitario. EPSO Combitorp® – la solución correcta en primaveras secas y frías.



CUADRO VIII.Biomasa (g)^z de los árboles del arranque de diciembre.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	307	341	329	366	NS	*
Órganos viejos	510	522	532	545	NS	NS
Parte aérea	818 a	863 ab	861 ab	912 a	*	*
Sistema radical	412 b	408 b	407 b	439 a	NS	NS
Total planta	1.230 b	1.270 b	1.268 b	1.350 a	*	*
Total caídos	54	63	73	69	NS	NS
Planta+caídos	1.284 b	1.333 b	1.341 b	1.419 a	*	*

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$. (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

CUADRO IX.Concentración de nitrógeno (% peso seco)^z de los árboles del arranque de julio.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	2,50	2,77	2,72	2,73	NS	NS
Órganos viejos	1,34	1,18	1,13	1,20	NS	NS
Parte aérea	1,48	1,37	1,40	1,47	NS	NS
Sistema radical	1,35	1,20	1,25	1,19	NS	NS
Total planta	1,44	1,32	1,35	1,37	NS	NS
Total caídos	2,87	2,79	2,82	2,86	NS	NS
Planta+caídos	1,54	1,41	1,44	1,46	NS	NS

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$. (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

CUADRO X.Concentración de nitrógeno (% peso seco)^z de los árboles del arranque de diciembre.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	1,80	1,98	1,93	2,04	NS	NS
Órganos viejos	1,19	1,39	1,43	1,12	NS	NS
Parte aérea	1,42	1,62	1,62	1,49	NS	NS
Sistema radical	1,44	1,31	1,43	1,42	NS	NS
Total planta	1,43	1,52	1,56	1,47	NS	NS
Total caídos	2,94	2,81	2,97	2,88	NS	NS
Planta+caídos	1,49	1,58	1,64	1,54	NS	NS

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$. (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

ción en la concentración de N de los órganos jóvenes, como consecuencia del efecto de dilución asociado al incremento más acusado en la biomasa de estos órganos (**cuadro VIII**). Los valores de concentración de N fueron inferiores en órganos viejos, disminuyendo paulatinamente la concentración de N de los órganos jóvenes a lo largo del ciclo.

Eficiencia de uso del N aplicado con los fertilizantes

En la **figura 1** se muestran los porcentajes de la EUN en el total de las plantas desde el principio de la actividad vegetativa (marzo) hasta el momento de extraer las plantas (final de julio y diciembre).

Los tratamientos realizados no afectaron de forma significativa a la EUN de las plantas extraídas en ambas épocas, ya que las plantas absorbieron de forma similar el N aportado con independencia de la fuente del mismo (mineral u orgánica), así como de su origen (vegetal y animal). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Langmeier *et al.* (2002) y Bosshard *et al.* (2009). En cuanto a la diferencia de eficiencia entre los dos arranques, la EUN promedio de los cuatro tratamientos aumentó solo un 35% desde finales de julio hasta diciembre, ya que la primera extracción de las plantas sobrepasó la mitad del periodo activo de crecimiento de los cítricos.

Nitrógeno derivado del fertilizante

El Nddf cuantifica en qué proporción las necesidades de este elemento del órgano en cuestión son satisfechas por el N procedente del fertilizante aplicado (**cuadros XI y XII**). Un menor valor de este parámetro conllevaría a un incremento en las proporciones aportadas por el N procedente de otras fuentes, tales como las reservas de la propia planta, el suelo y/o el agua de riego.

Los tratamientos realizados afectaron de forma significativa a los porcentajes de Nddf, ya que en todos los órganos de las plantas fertilizadas con los abonos orgánicos se obtuvieron valores inferiores a las tratadas con los fertilizantes minerales. Por otro lado, la contribución del N procedente del fertilizante al total del N de los órganos jóvenes aumentó considerablemente entre ambas extracciones. En los controles minerales, a principios de julio, el valor medio de Nddf en los órganos jóvenes superó el 21% de su contenido total de N, mientras que en la madu-

REJILLA ECOLÓGICA

Nuevo producto patentado por Mañez y Lozano



Como es sabido, la mayoría de las enfermedades y las plagas de los frutales, viñedos y cítricos son los hongos, ácaros e insectos.

Los hongos, como el oído, mildiu, abolladura o lepra, cribado o perdigonada, moteado del manzano y peral, negrilla, mycosphaerella navae del per simón, alternaria de los cítricos, etc. operan principalmente en las hojas de los árboles cayendo al suelo cuando están en plena fase de contaminación.

Todas estas hojas enfermas y contaminadas por los hongos permanecen en el suelo y, por la humedad de las lluvias o de los riegos, los hongos instalados en ellas se transforman en esporas que pueden durar en las partículas de las hojas hasta 2 años proporcionando una fuente de alimentación para el ciclo siguiente.

Por su parte, los ácaros e insectos viven e hibernan perfectamente en las malas hierbas y en el suelo aprovechando la época y el clima para su reproducción en la masa foliar.

Después de analizar estas adversidades que tenemos en la agricultura y sus formas de reproducción, concluimos, que en muchas ocasiones, estamos facilitando la reproducción de las mismas con los métodos más modernos que tenemos hoy para combatirlos como son los mismos atomizadores que se utilizan habitualmente para combatir estas plagas y enfermedades.

Ello ocurre porque en los equipos atomizadores convencionales la aspiración del ventilador que absorbe la hélice entra de forma de cono por la parte trasera del equipo, en el que únicamente se suele contemplar la existencia de una rejilla de protección para evitar el contacto con las espas llegando en algunas marcas a tener que montar un fastidioso faldón que se llena de barro en la parte baja trasera de la tobera para poder trabajar y que no se obstruyan continuamente la rejilla de protección trasera a su paso con hojas, hierbas, plásticos que va recogiendo.

El objetivo de este desarrollo de rejilla es conseguir que la aspiración del equipo turbo atomizador no se obstruya tanto como la que hemos venido montando durante años y de esta forma que no disminuya el caudal de metros cúbicos en el rendimiento de los equipos.

Y además si consideramos correcto lo anteriormente expuesto sobre las plagas y enfermedades de los árboles, podríamos llegar a la conclusión de que estamos haciendo un tratamiento con abonos foliares e insecticida, evitaríamos que el equipo nos aspirara del suelo y nos aplicara sobre la vegetación todas las esporas y hongos que a su paso vayan aspirando, si el tratamiento es fungicida y no llevara insecticida, también podemos interpretar que todos los ácaros, pulgones, etc. que recoja a su paso también nos los incorporaría al árbol.



CUADRO XI.

Nitrógeno derivado del fertilizante (%)^z de los árboles del arranque de julio.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	21,5 a	21,2 a	12,4 b	13,7 b	*	NS
Órganos viejos	9,6 a	10,1 ab	8,5 b	6,9 bc	*	NS
Parte aérea	12,3 a	12,8 a	9,8 b	9,8 ab	*	NS
Sistema radical	8,9	7,0	8,9	9,2	NS	NS
Total planta	11,2 a	11,1 b	9,5c	9,7 ab	*	NS
Total caídos	3,3	2,2	3,1	3,0	NS	NS
Planta+caídos	10,1 a	9,9 b	8,8 b	8,9 b	**	NS

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$. (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

CUADRO XII.

Nitrógeno derivado del fertilizante (%)^z de los árboles del arranque de diciembre.

Tratamientos	Control abono vegetal	Control abono animal	Abono vegetal	Abono animal	Fuente de N ^y	Origen abono ^x
Órganos jóvenes	28,5 a	27,1 a	21,7 b	22,5 b	*	NS
Órganos viejos	13,8	12,3	12,8	10,2	*	**
Parte aérea	20,7 b	19,5 a	16,8 a	17,0 ab	*	NS
Sistema radical	15,0	12,1	11,8	10,4	*	*
Total planta	18,8	17,4	15,4	14,9	*	NS
Total caídos	6,0 a	5,3a	1,9 b	1,6 b	**	NS
Planta+caídos	17,7 b	16,3 a	13,2 ab	13,7 b	*	NS

^z: Valor promedio de 3 repeticiones. ANOVA, diferencias significativas entre medias de los tres tratamientos para $p \leq 0,05$. (*) y no significativas (NS), para $p > 0,05$. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según el test LSD-Fisher.

^y: Diferencias entre medias de los dos controles minerales frente a los dos abonos orgánicos para $p \leq 0,05$. (MIN vs. ORG).

^x: Diferencias entre medias del control del abono vegetal y el abono vegetal frente al control del abono animal y el abono animal para $p \leq 0,05$. (VEG vs. ANIM).

rez del fruto (final del ciclo), el N procedente de estos fertilizantes contribuyó casi en un 30% de su N total. Esto supuso un incremento del 43% con respecto a julio. En cambio, los valores observados en los órganos jóvenes de las plantas fertilizadas con los abonos orgánicos fue significativamente inferior a la de las plantas control, tanto en la extracción de julio (en torno al 13%) como en la de diciembre (alrededor del 22%), observándose, sin embargo, un incremento del 69% entre los dos arranques en estas plantas. Esta pauta se mantuvo en los porcentajes de Nddf de los órganos viejos. La menor contribución del N del fertilizante del abono orgánico puede ser debida a la menor disponibilidad de N asimilable (orgánico) en estos tipos de abono (cuadros I y II), ya que este N debe mineralizarse para poder ser asimilado por las plantas (Sørensen *et al.*, 1994). En estos primeros meses del ciclo de cultivo, con una fertilización orgánica, las reservas de la planta contribuirán en mayor medida al N de los órganos en desarrollo (Martínez-Alcántara *et al.* 2011).

Conclusiones

La aplicación de abonos orgánicos a plantas jóvenes de cítricos influyó de forma significativa a la biomasa total de las plantas sin afectar a la concentración de N total, con respecto al obtenido con fertilizantes minerales. Además, la eficiencia de uso del N aplicado no se vio afectada por los fertilizantes utilizados (mineral frente orgánico). La contribución del N procedente de los fertilizantes orgánicos al contenido en N total de los órganos jóvenes y viejos de la parte aérea de la planta fue notablemente inferior que la proporcionada por los fertilizantes minerales. De los hallazgos obtenidos se deduce que los fertilizantes de procedencia orgánica presentaron una respuesta agronómica similar a la obtenida con los fertilizantes minerales tradicionales. ●

Agradecimientos

Queremos dar las gracias al equipo de nutrición del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias: Teresa García Estellés, Josefa Giner, Ramón Pardo y M^a Carmen Prieto así como a los equipos de I+D+i de las empresas: SEIPASA (Francisco Espinosa y M^a del Puig Mora), Probelte S.A. (Ana Isabel Fernández) y Agrimartín S.L. (Rafael Gómez-Gamero) por su apoyo técnico y a Carlos Fernández y su equipo del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (UPV). Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2008-00071-00-00.

FIGURA 1.

Eficiencia de uso del nitrógeno aportado con los abonos minerales y orgánicos.

