

# Hacia la citricultura de calidad con la producción ecológica

Contenidos de vitamina C, pulpa, aceites esenciales y atributos ambientales en cítricos ecológicos y convencionales

Para cuantificar los valores diferenciadores de la producción de cítricos en AE y convencional se han realizado una serie de experimentos, relacionados con la calidad, que evalúan los distintos parámetros intrínsecos y extrínsecos en ambos tipos de agricultura.

**A. Domínguez Gento<sup>1</sup>, M.D. Raigón<sup>2</sup>, D. Soler Sangüesa<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Estació Experimental Agrària de Carcaixent. Pda. Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent.

<sup>2</sup> Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia, Universidad Politécnica de Valencia.



**E**l mercado citrícola está saturado, con una oferta que supera a la demanda (Magraner y Doménech, 2000). Aunque actualmente la fruta más consumida en Europa son los cítricos, su consumo en fresco se ha estancado (Juliá y Cortés, 1990). Por ello la búsqueda de factores que diferencien a los frutos producidos, a la vez que proporcionen mejores condiciones sobre la sanidad alimentaria, son objetivos prioritarios dentro del sector citrícola valenciano.

La calidad de un producto depende de una serie de factores, que están tipificados y cuantificados de una forma objetiva. En los productos cítricos, la calidad viene definida por los factores intrínsecos o internos al propio fruto y factores extrínsecos, tal como podemos ver en los cuadros adjuntos. Algunos factores intrínsecos positivos de gran importancia orgánica y nutricional son el contenido en oligoelementos, minerales, ácido ascórbico, pulpa o aceites esenciales. Como parámetros negativos estarían el contenido en tóxicos provenientes de las técnicas agroquímicas.

Según algunos estudios, el contenido en minerales y oligoelementos presentes en los productos ecológicos es mayor que en los convencionales; esto se debe a que estos últimos sufren esta deficiencia por culpa de un abonado centrado únicamente en el aporte de nitrógeno, fósforo y potasio; además, se producen efectos antagónicos como consecuencia de la utilización de estos fertilizantes inorgánicos, causando desequilibrios en los productos (Roger, 1985; Cerisola, 1989).

El uso abusivo de fertilizantes nitrogenados provoca la disminución de ácidos esenciales en las proteínas, así como la disminución del contenido en ácido ascórbico y carotenos. Las prácticas de agricultura ecológica producen alimentos con valores de estos parámetros, significativamente superiores (Lampkin, 1998; Fischer y Richter, 1986). En este sentido, Raigón y col. (2002), Tortosa y col. (2001) y Gómez y col. (2001) han encontrado diferencias significativas en el contenido mineral y de vitaminas de determinadas frutas y verduras producidas en la Comu-

nidad Valenciana, siendo los valores favorables a los productos ecológicos.

Al mismo tiempo, cada vez es más común la demanda por parte de consumidores concienciados y de cadenas importantes del sector de la alimentación, de la introducción de distintos parámetros extrínsecos al propio alimento, pero que tienen que ver con su producción y/o elaboración, y que definen así un concepto más innovador de la calidad agroalimentaria. Estos valores externos repercutirán, al igual que los internos, en un mayor bienestar del consumidor, tanto en lo relacionado con su salud como con el medio donde se desenvuelve (ambiental y social). Entre otros resultados, son numerosos los estudios que demuestran la relación entre el uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis y la contaminación de acuíferos por nitratos, o la repercusión negativa de los plaguicidas en la salud y en los ecosistemas, el alto grado de erosión y degradación del suelo agrícola a escala mundial o la disminución de la biodiversidad causada por la agricultura intensiva (Arnal, 1987; Colborn y col., 1997; Olea, 1998; García, 1998; Domínguez-Gento y Domínguez, 1999).

El principal objetivo de este estudio es determinar el contenido de tres parámetros relacionados con la calidad intrínseca, además de una serie de atributos ambientales cualitativos, de los frutos cítricos ecológicos de cuatro variedades citrícolas de elevada repercusión comercial (**cuadro I**). Los parámetros internos seleccionados han sido el contenido en pulpa, ácido ascórbico del

**CUADRO I. DISTRIBUCIÓN DE VARIEDADES ESTUDIADAS**

FRUTO	ESPECIE	GRUPO	VARIEDAD
MANDARINAS	Citrus unshiu Marc. Citrus clementina Hort. ex Tanaka	Satsuma Clementinas	Okitsu Clemenules
NARANJAS	Citrus sinensis (L.) Osb. Citrus sinensis (L.) Osb.	Navel Navel	Navelina Newhall

zumo, así como el aceite esencial de la corteza. Los valores se comparan con los respectivos obtenidos por métodos de producción convencional.

## ► Material y métodos

Las muestras de frutos cítricos se recolectaron *in situ* teniendo en cuenta que las parcelas ecológicas y convencionales de una misma variedad estuvieran ubicadas lo más próximas posible, así como que presentaran sistema de riego (inundación en Okitsu y Newhall, goteo en Clemenules y Navelinas), condiciones microclimáticas y características edáficas similares, sobre todo en lo referente a la clase de textura. También en la medida de lo posible se ha intentado mantener similitud entre el patrón y la edad del árbol. Los frutos se recogieron aleatoriamente de los distintos árboles de la parcela (eliminando los del perímetro). De cada árbol seleccionado se recogían frutos de las cuatro direcciones y orientados hacia el interior y exterior de la copa.

La determinación del contenido en pulpa consiste en determinar su peso, después de determinado el del zumo y corteza. Los resultados se expresan en porcentaje respecto al peso total de los frutos.

La determinación de vitamina C consiste en establecer la cantidad de ácido ascórbico en el zumo natural, midiendo la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 243 nm (Fung y Luk, 1985) y comparando estas medidas con las de la curva patrón. Los resultados se expresan como mg de ácido ascórbico por 100 gr de zumo. La medida se realiza por duplicado.

El método utilizado para la determinación del contenido en aceites esenciales consiste en extraer el aceite esencial contenido en la corteza mediante el arrastre de vapor (CCI, 1986), a través de un equipo de destilación Clavenger. El rendimiento en aceites esenciales de la corteza se calcula según la expresión:

$$\% \text{ Aceite esencial: } \frac{P_a}{P_c} \times 100$$

Siendo:  $P_a$  = peso en gr del aceite extraído.

$P_c$  = peso en gr de las cortezas.

La valoración de los atributos ambientales se realiza de forma cualitativa, mediante el análisis de las diferentes técnicas utilizadas en ambos sistemas de cultivos.

Para analizar la significancia estadística se han utilizado modelos de análisis de varianza parcialmente jerarquizados. Se ha empleado el módulo GLM (modelos lineales generalizados) del programa Statgraphics. Las comparaciones múltiples entre los niveles de los factores se han realizado mediante intervalos LSD, utilizando siempre niveles de significación del 0,05.

## ► Atributos intrínsecos: pulpa, vitamina C y aceite esencial

### Pulpa

Es una materia orgánica de consistencia carnosa; constituye el endocarpio sin el zumo, o sea, que es la parte comestible del fruto, libre de las fases líquidas. Los frutos del cultivo ecológico contienen un elevado contenido en pulpa respecto al convencio-



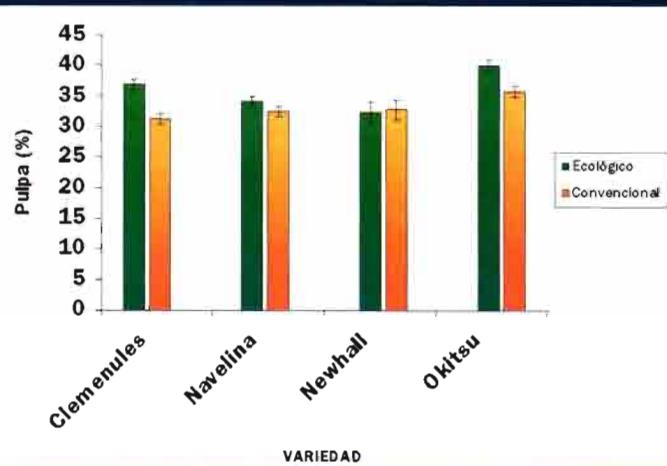
Los frutos de la citricultura ecológica tienen un mayor contenido de pulpa, vitamina C y aceites esenciales.

nal, siendo las diferencias estadísticamente significativas, con un 34,11% de pulpa para el ecológico y un 29,6% en convencional (con un nivel de significación del 95%).

Atendiendo al tipo de cultivo y variedad estudiada, la **figura 1** muestra los valores de pulpa (%) obtenidos; se observa que el contenido en pulpa es significativamente superior (al 95% de confianza) en las variedades de Clemenules, Navelina y Okitsu cultivadas bajo sistemas ecológicos, mientras que para los frutos de la variedad Newhall, producidos convencionalmente, se obtiene ligeramente mayor contenido en pulpa, aunque las diferencias no

**FIGURA 1.**

Contenido en pulpa (%) en los frutos cítricos, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.



llegan a ser significativas.

Los valores de referencia sobre el porcentaje de pulpa son del 31,1% en Okitsu, 34,4% en Clemenules y un 21% para Navelina y Newhall (Sanchez, 1998a; Sanchez, 1998b), aunque Primo y col. (1972) establece un 20,4% para Newhall y Navelina. Los niveles obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores, exceptuando en el cultivo convencional de Clemenules.

#### Vitaminas

Las vitaminas son sustancias químicas orgánicas que realizan funciones vitales para el organismo, son indispensables para la transformación de la energía y regulan el metabolismo. El zumo de naranja contiene alrededor del 25% de vitamina C presente en la naranja (Agustí, 2000). La cantidad de ácido ascórbico depende de diversos factores, como la orientación, insolación del fruto,

madurez, patrón, suelo, fertilización, etc. A medida que el fruto madura baja el contenido de vitamina C, aunque el aumento de zumo, a través del proceso de maduración de la fruta, hace que el contenido de la vitamina sea mayor (López, 1995).

Los resultados del contenido en ácido ascórbico en los frutos, según el tipo de cultivo, indican que los zumos obtenidos a partir de los frutos ecológicos presentan valores estadísticamente superiores (al 95% de confianza) de la citada vitamina, con un 45,05% para ecológicos y 36,17% en convencionales. El estudio por variedades muestra la misma tendencia a favor del cultivo ecológico (**figura 2**), pero las diferencias cruzadas por variedad y cultivo no son estadísticamente significativas.

De estos resultados se concluye que con la ingesta de una pieza de fruta de las variedades Clemenules, Navelina o Newhall procedentes de cultivo ecológico, estarían aproximadamente cubiertas las necesidades de vitamina C de una persona adulta, pero serían insuficientes si el consumo fuese de las mismas variedades y de procedencia convencional.

García y col. (1957) estudiaron el contenido de ácido ascórbico en las naranjas, encontrando valores dentro del rango de 40-65 (mg/100 ml); estas cifras coinciden con las de los trabajos de Primo y col. (1963) y Agustí (2000). Las variedades Navelina y Newhall presentan valores dentro de estos límites.

En las mandarinas, el contenido promedio de vitamina C se ajusta al rango de 20-50 (mg/100 ml) (Agustí, 2000; [www.comafru.org.ar](http://www.comafru.org.ar)). Los valores de Clemenules se encuentran dentro de este rango, sobre pasado en las ecológicas, mientras que los valores de Okitsu son inferiores al valor límite mínimo, aunque siempre se observa que los valores de vitamina C en los zumos de los frutos ecológicos son superiores a los de los frutos convencionales.

#### Aceites esenciales

Los aceites esenciales de los frutos cítricos están formados por una compleja mezcla de compuestos químicos: terpenos, compuestos oxigenados que son los principales de la fracción aromática, colorantes y cierta cantidad de residuos no volátiles. Son productos de la secreción o de excreción en muchos procesos metabólicos (López, 1995). Los aceites esenciales de la corteza de los cítricos se hallan en el flavedo (parte coloreada de la corteza), en las glándulas de esencia. Éstas, dispersas de una forma irregular, se encuentran rodeadas por unas células que contienen disolución acuosa de azúcares, sales y coloides, que ejercen una presión sobre ellas. Gracias a esa presión, cuando se trocea una corteza, el aceite sale expulsado (Braverman, 1952).

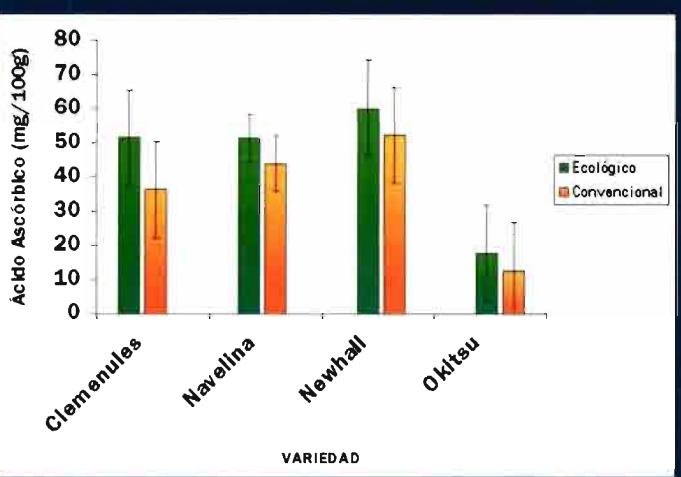
Según Primo (1979) la cantidad de esencia existente en las naranjas es del orden de 0,5 a 1 ml por 100 cm<sup>2</sup> de superficie de piel. En el estudio realizado por Jorro y col. (1973), se obtuvo un rango de contenido en aceite esencial de 0,55-0,69% (m/m).

El contenido de la esencia viene determinado entre otros factores por la superficie de la corteza, por la maduración del fruto y por la reabsorción del aceite por el tejido circundante a las glándulas de aceite. El rendimiento de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos en función del tipo de cultivo indica el mayor nivel de aromas que presentan los frutos ecológicos, atendiendo a las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el rendimiento de sus aceites, con un 0,55% en ecológico y 0,44% en cultivo convencional, con un nivel de significación del 95%.

Resultados similares se obtienen para este parámetro en la interacción entre el tipo de cultivo y variedad (**figura 3**), donde hay que señalar que, aunque las diferencias no son significativas, en

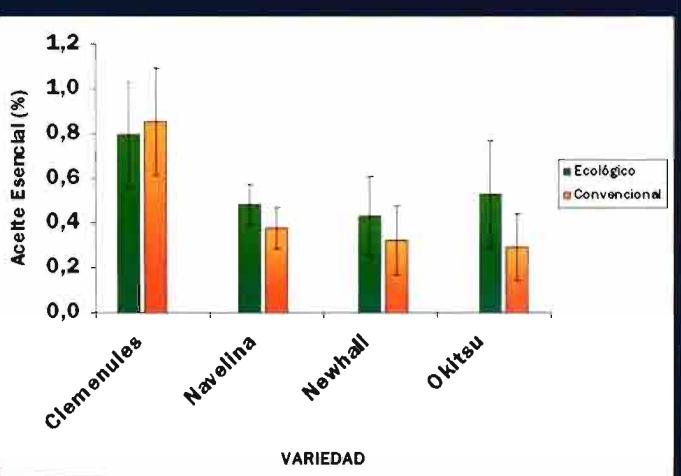
**FIGURA 2.**

Contenido en ácido ascórbico (mg/100gr) del zumo, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.



**FIGURA 3.**

Rendimiento (%) de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.



# AGRICULTURA ECOLÓGICA dossier

todas las variedades, excepto para Clemenules, los frutos ecológicos presentan mayor contenido de aceites esenciales en sus cortezas.

## ► Atributos extrínsecos ambientales: erosión y contaminación

Dada la dificultad de valoración de los diversos parámetros extrínsecos, se realiza a continuación una descripción cualitativa de los dos sistemas de cultivo radiografiados.

Por un lado, se observa una disminución en las cuatro parcelas ecológicas del número y toxicidad de los tratamientos fitosanitarios. En tres de ellas tan sólo se ha realizado un tratamiento anual con aceite parafínico (en dosis que van desde 1,5

al 2%), para el control de piojo rojo de California; en una, además, un tratamiento con extracto de neem (azadirachtina). Mientras que en las parcelas químicas se han realizado tratamientos con organofosforados, carbamatos y otras materias activas en diferentes épocas, con el fin de controlar ácaros, pulgones, minador, piojo rojo de California, piojo gris, cotonet, caparreta, serpeta, mosca de la fruta o *Phytophthora*. En estas últimas, en algún caso se realizó un tratamiento químico hormonal para la mejora del cuajado, engorde y mantenimiento del fruto en árbol. La media de tratamientos plaguicidas en las parcelas químicas fue superior a diez, aunque algunos se realizaron conjuntamente para reducir costes, con materias activas A y B (algún C o D) de categoría tóxica, frente a un único tratamiento de las parcelas ecológicas. El año del estudio, en la parcela de Okitsu no se realizó ningún tratamiento fitosanitario (**cuadro II**).

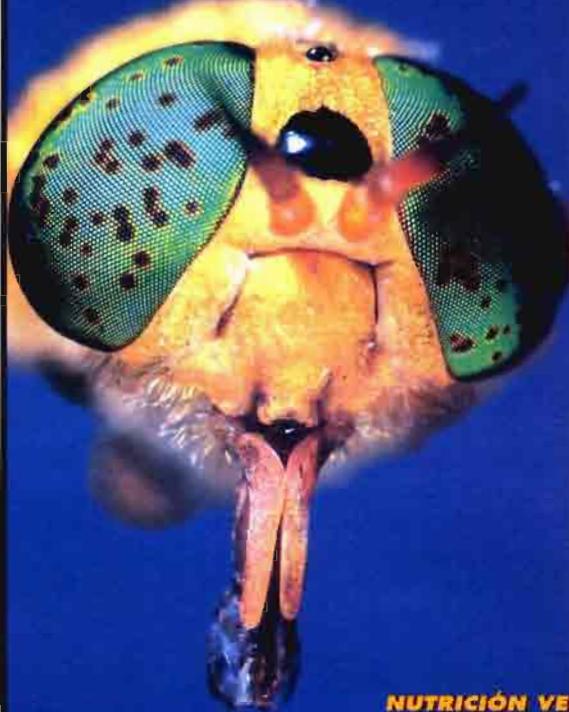
En el manejo del suelo y de las hierbas adventicias también existen diferencias evidentes. Ninguna de las parcelas convencionales mantiene cubierta durante el verano y tan sólo una la mantiene durante el invierno. El resto mantiene el suelo desnudo todo el año, a base de tratamientos herbicidas (fundamentalmente triazinas, derivados del uracilo y glifosato), que vendrían a incrementar el número de tratamientos entre cuatro y cinco de media. En las ecológicas, se realiza una cubierta vegetal durante el invierno, y durante el verano dos mantenían las cubiertas silvestres de forma permanente mediante siegas y las otras dos mantenían el suelo libre de hierbas mediante pases de motocultor.

**CUADRO II. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS APLICADOS EN LAS PARCELAS ECOLÓGICAS Y CONVENCIONALES, CON LAS MATERIAS ACTIVAS MÁS COMUNES UTILIZADAS**

Sistema de cultivo	Familia fitosanitario	Materia activa	Toxicidad	Media de tratamientos
Parcelas convencionales	Acaricida	Dicofol Hexiazox Pirimidaben Propargita	Xn-A-C-A Xn-A-A-A T-B-C-D Xn-A-C-A	2
	Insecticida (pulgones)	Acefato Carbosulfán Cipermetrina Diazinón Dimetoato Etión Malatión	Xn-A/B-A-B T-B-C-B Xn-A-C-D Xn-B-B-D Xn-B-A-D Xn-C-C-D Xn-A-B-D	2.5
	Insecticida (minador)	Abamectina Carbosulfán Benfuracarb	T-B-C-C T-B-C-B T-C-C-D	0,75
	Insecticida (cóccidos)	Aceite mineral de verano Clorpirifos Ixosatión Metidatión	Baja-A-A-A T-B-C-D Xn-C-B-C T-C-C-D	2
	Insecticida (mosca de la fruta)	Malatión + atrayente	Xn-A-B-D	2.25
	Funguicida (aguado, gomosis, podredumbres)	Fosetyl-Al Compuestos cítricos Mancozeb	Xn-A-B-B Nula-A-B-B Xn-A-B-B	0,75
	Herbicidas (arvenses o adventicias)	Simazina Glifosato Terbacilo Diuron Sulfosato MCPC 2,4-D Bromacilo Dicuat	Xn-A-B-A Xi-A-B Baja-A-A-A Xn-A-B-A Xn-B-B-B Xn-B-B-B Xn-A-A-B Baja-A-A Xn-B-A-B	4.25
	Hormonas (cítricos)	2,4-D 3,5,6-TPA Fenotiol GA	Xn-A-A-B Xn-A-A-B Xi-A-A-B Baja-A-A-A	1,25
<b>TOTAL CONVENCIONALES</b>				<b>15,75</b>
Parcelas ecológicas	Cóccidos	Aceite parafínico Aceite mineral de verano Jabón potásico	Baja-A-A-A Baja-A-A-A Nula	0,75
	Minador	Azadirachtina		0,25
<b>TOTAL ECOLÓGICAS</b>				<b>1,00</b>
Toxicidad: Humanos-mamíferos/aves-ictiofauna-abejas.				



**Agromed**



**QUASSIA AMARA**  
Extracto original de la selva centroamericana de Quassia Amara  
"HOMBRE GRANDE"



Desde la selva, el futuro para controlar tus plagas ecológicamente

**NUTRICIÓN VEGETAL**  
CONTROLADORES ECOLÓGICOS DE PLAGAS Y FITOPATOLÓGICAS

En cuanto a la fertilización, en las parcelas químicas se utilizaban exclusivamente abonos minerales de síntesis (nitrato amónico, nitrato potásico, sulfato amónico, fosfato potásico, superfosfato de cal, complejo 15-15-15 o abonos líquidos a través del riego a goteo, como urea, ácido fosfórico, sulfato potásico y cloruro potásico, según el sistema de riego). Las dosis han sido las recomendadas habitualmente para el cultivo de cítricos (200-250 UF/ha de N, 80-100 UF/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150-160 UF/ha de K<sub>2</sub>O). También en dos casos se utilizó nitrato cálcico, vía foliar, como mezcla de los tratamientos hormonales.

En las parcelas ecológicas, pese a tener sistemas de riego similares a sus homólogos varietales convencionales, en ningún caso se han usado abonos minerales de síntesis (están prohibidos), obteniendo la base del abonado con fertilizantes orgánicos. En su mayor parte, han usado estiércol de oveja maduro y, en una de ellas, estiércol de caballo, a razón de 15-20 t/ha y año. Otra de las fincas ecológicas realizó un tratamiento foliar con extracto de algas.

El tratamiento de las arvenses junto a la fertilización orgánica dan mayores valores de materia orgánica en suelo y, por ende, de la actividad biológica. Aunque no fue el objetivo del presente estudio, sí se han realizado en las mismas parcelas otros estudios que dieron como resultado diferencias favorables al cultivo ecológico. Domínguez Gento y col. (2000) observan diferencias en una proporción de 11:1 entre las capturas de artrópodos en los suelos ecológicos y convencionales estudiados en el presente trabajo.

Esta situación se cumple durante todos los meses muestreados. Safón, Raigón y Domínguez-Gento (2001), pudieron constatar la enorme diferencia en el valor de materia orgánica en varias de las parcelas que se han analizado en este trabajo, dando niveles entre el 2,5 y el 4% en los suelos ecológicos frente a valores de 0,5 a 1,5% en los convencionales. Estudios del mismo equipo dieron también unos valores superiores en la actividad enzimática de los suelos ecológicos (equivalente a la actividad biológica).

Por último, otra distancia clave observada entre las parcelas ecológicas y las convencionales fue en el entorno. Los cítricos ecológicos en tres de las cuatro parcelas se hallan rodeados de setos naturales o plantados con el expreso motivo de proteger y servir de refugio de fauna. En la cuarta estaban diseñando el mismo, pero aún no lo habían llevado a cabo. En ninguna de las cuatro convencionales existía un seto propio bien cuidado. Exclusivamente en una de ellas había un barranco cercano lindante con la parcela ecológica; mientras que en esta última se mantenían las especies silvestres surgidas, en la vertiente convencional se cortaba y quemaba año tras año.

La diferencia, como es obvio, queda claramente favorable hacia el cultivo ecológico en cuanto a:

- Disminución de la contaminación: por un menor uso de plaguicidas y un uso nulo de herbicidas, así como una mayor capacidad de desintoxicación por la mayor actividad biológica del suelo.
- Disminución del riesgo de degradación del suelo y erosión: por la cubierta vegetal (que puede fallar en verano en algunas parcelas), por los setos protectores y por la fertilización orgánica.
- Aumento de la capacidad de retención de agua, debido a la mejora de la estructura por la materia orgánica, observado en una disminución de la frecuencia de riegos (mayor espaciamiento entre ellos en las parcelas ecológicas, pasando de 12-15 días a 20-25 días entre riegos).
- Aumento de las especies de flora y fauna, por el uso de cu-

## CONCLUSIONES

Los frutos ecológicos presentan mejores cualidades nutricionales al contener valores significativamente superiores de pulpa en su composición, aportando más cantidad de fibra beneficiosa a la dieta. Además, la pulpa de los frutos de producción ecológica es mucho más jugosa y nutritiva que la de los de producción convencional, atendiendo al mayor contenido en humedad que presenta (Soler Sangüesa, Raigón y Domínguez Gento, 2001).

En promedio, la ingesta de una única pieza de fruta cítrica ecológica, de las variedades Clemenules, Navelina o Newhall, sería suficiente para cubrir las necesidades en vitamina C de una persona adulta, por lo que la valoración de la calidad final de los frutos cítricos ecológicos es superior a la de los convencionales, atendiendo al mayor contenido en ácido ascórbico que presentan las cuatro variedades de frutos ensayadas, lo que pone de manifiesto que el consumo continuado de estos productos tiene repercusiones más favorables sobre la salud. Por otra parte, atendiendo a las propiedades antioxidantes de esta vitamina, puede incidir sobre la mejora de la conservación de la fruta.

Los frutos cítricos ecológicos presentan mejores condiciones para la industria de la transformación y elaboración (alimentaria, cosmética, farmacológica, etc.) ya que el contenido en aceites esenciales de su corteza es significativamente superior. Además este parámetro resulta altamente interesante para los frutos que se comercializan para consumo en fresco, ya que se provee al mercado de frutos con una mayor fracción aromática.

Las mayores concentraciones de los tres parámetros (ácido ascórbico, pulpa y aceites esenciales) encontrados en los frutos ecológicos ponen de manifiesto la óptima calidad de estos frutos frente a los convencionales, en igualdad de factores ambientales. Con ello, se puede llegar a apreciar mejor el diferente valor añadido que estos productos aportan.

Se ha verificado la ventaja de la producción cítrica ecológica en cuanto a los atributos ambientales, como la menor contaminación del medio, la disminución del riesgo de degradación del suelo o de erosión, o la mayor riqueza en biodiversidad y paisajística.

Tanto en estos valores extrínsecos ambientales como en los socioeconómicos, se debería profundizar, para continuar en el camino de la mejora de la calidad de los productos agroalimentarios. Es interesante que algunas cadenas de supermercados centroeuropeas y cooperativas de consumidores ecológicos estén exigiendo a sus clientes productores que, además de respetar con sus técnicas el medio ambiente, tengan una relación digna y legal con sus trabajadores. Algunas ya han empezado a boicotear productos provenientes de zonas polémicas por brotes racistas. Otras exigen conocer a los productores directamente, y saber el precio que se les está pagando en campo y el margen del intermediario. Son nuevos tiempos a los que acompañan originales valores cualitativos de sostenibilidad. ■

biertas vegetales, setos y la disminución de la presión con biocidas.

- Una mejora paisajística y del ecosistema debido al uso de las cubiertas y los setos. ■

## Agradecimientos

A los agricultores La Vall de la Casella y Ecomediterrània, Coop.V.

## Bibliografía

Existe una amplia relación bibliográfica en nuestra redacción a disposición de los lectores.