

(S5-O199)

FACTORES QUE AFECTAN AL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN ALIMENTOS DE IV GAMA

MARÍA ISABEL GIL, ANA ALLENDE y ASCENSIÓN MARTÍNEZ-SÁNCHEZ

Grupo de Investigación en Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales, CEBAS-CSIC, Campus Universitario, Apdo. 164, 30100 Espinardo Murcia, España. E-mail: migil@cebas.csic.es
Teléfono: +34 968 396315 Fax: +34 968 396213

Palabras clave: frutas – hortalizas – antioxidantes – polifenoles – carotenoides – glucosinolatos – vitamina C

RESUMEN

Las frutas y hortalizas son alimentos vegetales que aportan vitaminas (C, A, B₆, tiamina y niacina), minerales y fibra dietética a nuestra dieta. Además, en los alimentos de origen vegetal podemos encontrar una gran variedad de metabolitos secundarios (fitonutrientes) entre los que se incluyen como más relevantes polifenoles, carotenoides, monoterpenos, folatos y compuestos azufrados como glucosinolatos y tiosulfatos. Estos compuestos, con propiedades biológicas que van más allá de la nutrición, tienen una gran relevancia en la calidad de las frutas y hortalizas. Son responsables de las coloraciones anaranjadas y rojizas así como también de las pardeadas, e influyen en el sabor astringente, picante o amargo de muchos alimentos vegetales.

En las frutas y hortalizas en IV gama, estos compuestos potencialmente bioactivos pueden verse alterados por una serie de factores, algunos que afectan al producto entero y otros específicos del producto procesado. Entre esta serie de factores se incluyen: el genotipo, manejo precosecha, estado de madurez así como las operaciones de procesado y conservación. La influencia del genotipo se ha estudiado en 25 variedades de melocotón, nectarina, ciruela y albaricoque, observando una gran variación en el contenido en constituyentes bioactivos entre variedades, entre las distintas partes del fruto (pulpa y piel) y en el estado de madurez. Entre los factores precosecha estudiados, se ha observado que la temperatura e intensidad de la luz tienen una gran influencia en el contenido nutricional (vitamina C, carotenoides, flavonoides, etc.). El tipo de suelo, riego y fertirrigación (nitrógeno y potasio) afectan, sobre todo, al contenido en vitaminas y minerales. El estado óptimo de madurez es otro de los factores que determinan la calidad del producto vegetal, en cuanto a la composición y la vida comercial. Asimismo, se ha estudiado la influencia que las operaciones de procesado, cortado, lavado, envasado y conservación, tienen sobre el contenido en constituyentes bioactivos. Los resultados de estos estudios han permitido identificar los factores críticos responsables de las pérdidas nutricionales, con el fin de mantener las características de calidad y seguridad de los alimentos de IV gama durante su vida útil.

FACTORS AFFECTING THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN FRESH-CUT PRODUCE

Keywords: fruits – vegetables – antioxidants – polyphenols – carotenoids – glucosinolates – vitamin C

ABSTRACT

Fruits and vegetables are an important part of a healthy diet as provide vitamins (C, A, B6, thiamine and niacine), minerals and fibre. There are also a great variety of secondary metabolites (phytonutrients), such as polyphenols carotenoids, monoterpene, folates and sulfur compounds. These compounds present biological properties with added benefits because they affect the fruit and vegetable quality as responsible of the orange, red and brown colouring of fresh produce. In addition, they confer astringent, hot or bitter flavours, that many vegetable products present.

In minimally processed fruits and vegetables, these potentially bioactive compounds could be affected by a number of factors. Some of these factors are related to the whole produce while others are specific of the fresh-cut produce. Among them, genotype, pre-harvest factors, physiological stage, as well as several processing operations are included. As an example, the genotype influence was studied in 25 varieties of peaches, nectarines, and plums. A large variation in the bioactive constituents was found among varieties, maturity stages, as well as between different parts of the fruits (peel and pulp). Among the studied pre-harvest factors, it was found that temperature and light intensity have a great influence on the nutritional content (vitamin C, carotenoids, flavonols, etc.) of baby leaves. The type of soil, irrigation and fertirrigation (N₂ and P) mainly affect the vitamin and mineral content of the fruit. The optimal maturity stage is another factor that determines the quality of the produce regarding fruit composition and shelf-life. Furthermore, the influence of processing operations such as cutting, washing, packaging and storage on the bioactive constituents was studied. These data have allowed to identified the critical factors, which are responsible for nutritional losses, to maintain the quality and safety characteristic of the fresh-cut fruit and vegetables throughout their shelf-life.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos el consumo de frutas y hortalizas en IV gama ha aumentado notablemente debido a que son alimentos saludables y de fácil preparación, los cuales conservan sus características originales de calidad organoléptica. Es conocido, que el consumo de frutas y hortalizas tiene un efecto positivo en la salud humana aportando vitaminas (C, A, B₆, tiamina y niacina), minerales y fibra dietética. En los alimento de origen vegetal, se encuentran una gran variedad de metabolitos secundarios (fitonutrientes) biológicamente activos entre los que se incluyen los carotenoides, folatos, flavonoides y otros compuestos fenólicos así como glucosinolatos, que actúan como agentes protectores frente a procesos degenerativos que tienen lugar en enfermedades como Parkinson y Alzheimer, enfermedades cardiovasculares y diversos tipos de cáncer.

Sin embargo, existe escasa información sobre la estabilidad de los compuestos bioactivos de las frutas y hortalizas en IV gama durante el procesado y la conservación. Coci et al. (2006) señalaron que podría deberse a que la información y documentación sobre los cambios en el contenido nutricional no ha sido un tema prioritario para los productores y distribuidores de alimentos en IV gama, los cuales han prestado mayor atención a la seguridad

y a los aspectos organolépticos. Sin embargo, ya en 1987, Klein subrayó que las consecuencias del procesado mínimo de las frutas y hortalizas son escasas ya que se preserva el contenido nutricional siempre que las condiciones sean las adecuadas para mantener las características sensoriales deseables.

No obstante, es importante conocer la materia prima, así como la repercusión que puedan tener distintos factores como el genotipo, los factores pre cosecha y el estado fisiológico, con el fin de poder seleccionar el mejor alimento de partida. Además, sería necesario profundizar en el conocimiento de los cambios que se producen en los compuestos bioactivos de frutas y hortalizas en IV gama como consecuencia de las operaciones de procesado y conservación e identificar los procedimientos para evitar las pérdidas. En esta revisión se pretende aportar algunos conocimientos sobre los factores que afectan al contenido en compuestos bioactivos de frutas y hortalizas en IV gama.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los estudios llevados a cabo en el grupo de investigación han permitido identificar y conocer alguno de los factores críticos responsables de las pérdidas nutricionales de los alimentos de IV gama, con el fin de mantener las características de calidad y seguridad durante la vida útil.

Factores genéticos

Existen diferencias importantes en el contenido de compuestos bioactivos dependiendo de la variedad de las frutas y hortalizas. En estudios realizados en espinaca con 11 cultivares comerciales y 15 líneas avanzadas obtenidas por mejora genética tradicional, observamos que el genotipo tiene una gran influencia sobre el contenido en compuestos polifenólicos y la actividad antioxidante (Howard et al., 2002). Las líneas más avanzadas, las cuales tenían mayor resistencia a plagas, presentaron mayor contenido en polifenoles, en flavonoides individuales y totales, así como mayor capacidad antioxidante comparadas con las líneas comerciales. Estos resultados resaltan la importancia de la composición y contenido en compuestos bioactivos, como factor fundamental en los programas de mejora, para la selección de variedades con mayor contenido en antioxidantes para el procesado en IV gama.

En estudios realizados en colaboración con el Prof Kader de la Universidad de California en Davis, se observó también una clara influencia del genotipo cuando se estudiaron 25 variedades de melocotón, nectarina y ciruela (Gil et al., 2002). Entre las frutas estudiadas, la ciruela fue el fruto de hueso con mayor contenido en compuestos bioactivos. Dentro de las variedades de ciruela existían grandes diferencias en el contenido en antioxidantes, siendo la variedad Black Beaut la que presentó más del doble del contenido en compuestos polifenólicos (109,2 mg/ración) y gran contenido en carotenoides (231,0 µg/ración), aunque niveles reducidos de vitamina C (2,9 mg/ración) comparada con otras variedades como Red Beaut (57,4 mg de polifenoles/ración, 67,0 µg carotenoides/ración y 10,2 mg vitamina C/ración). También se observó una gran variación en el contenido en compuestos fenólicos, vitamina C y carotenoides entre las variedades de pulpa blanca y amarilla de melocotones y nectarinas, así como entre las distintas partes del fruto, siendo el contenido en constituyentes bioactivos 2-5 veces superior en la piel que en la pulpa (Gil et al., 2002).

En colaboración con el Grupo de investigación de Mejora Vegetal del CEBAS-CSIC (Murcia, España) se determinó el contenido en compuestos bioactivos, incluyendo polifenoles y carotenoides totales e individuales, de 37 nuevas variedades de albaricoques y nuevas selecciones obtenidas de cruces entre variedades y cultivares tradicionales. En este estudio, observamos diferencias en el contenido en compuestos bioactivos debido a factores genéticos,

presentando un mayor contenido en compuestos bioactivos la piel y pulpa de una nueva selección (Z 207/4) de albaricoque, respecto a dos variedades tradicionales (Currot y Mauricio) (Ruiz et al., 2005a y b).

En la selección de variedades de patata para IV gama observamos grandes diferencias en el contenido en vitamina C entre las variedades estudiadas (Tudela et al., 2002). Liseta mostró los niveles más bajos de vitamina C (2,8 mg/100 g p.f.) mientras que Monalisa, Agria y Spunta contenían valores medios y Cara presentó el mayor contenido (6,2 mg/100 g p.f.). Además, un almacenamiento prolongado influyó en el contenido en vitamina C de los tubérculos. Así, las patatas de nueva temporada mostraron un mayor contenido de vitamina C que las patatas almacenadas durante 6-9 meses (13,6 y 4,8 mg/100 g p.f., respectivamente) (Tudela et al., 2002).

En estudios de diferentes especies de crucíferas de hoja (rocket salvaje, rocket cultivada, berro y mizuna) comercializadas como ingredientes de ensaladas de IV gama, se observó una distribución característica en relación al contenido en compuestos polifenólicos. Así, en rocket salvaje podríamos encontrar un elevado contenido en flavonoles derivados de quercetina, a diferencia de rocket cultivada, en cuyo perfil polifenólico detectamos, principalmente, flavonoles derivados de kaempferol. Una proporción similar entre ambos flavonoles, tanto derivados de quercetina como derivados de kaempferol, se pudo observar en berro, mientras que mizuna presentó una proporción similar tanto de ácido sinápico (en su forma libre), como de los diferentes derivados de flavonoles (quercetina, kaempferol e isorhamnetina). En términos cuantitativos, berro mostró un mayor contenido en compuestos polifenólicos totales, respecto al resto de las especies de crucíferas estudiadas (Tabla 1). Las especies de crucíferas, anteriormente citadas, presentaron un elevado contenido en vitamina C, detectando diferencias cuantitativas entre ellas (Figura 1). Así, berro y rocket salvaje presentaron los mayores valores de vitamina C. De este modo queda patente la influencia e importancia del genotipo (Podsedek, 2007), tanto en compuestos nutricionales, como es el caso de la vitamina C, como en los compuestos polifenólicos anteriormente citados.

Factores precosecha

Entre los factores precosecha, la temperatura e intensidad de la luz tienen una gran influencia en el contenido en compuestos bioactivos. Con el fin de determinar la influencia de estos parámetros se estudió el posible efecto de la época de cultivo en el contenido en compuestos polifenólicos y en la actividad antioxidante de 26 variedades de espinaca (Howard et al., 2002). Observamos mayor contenido en polifenoles y mayor actividad antioxidante en las espinacas cultivadas en primavera comparadas con las cultivadas en otoño. Estas diferencias se atribuyeron a las condiciones medioambientales durante el cultivo. Las espinacas cultivadas durante el invierno y recolectadas a comienzo de la primavera fueron expuestas a temperaturas más elevadas y mayor intensidad de luz, siendo más susceptibles a enfermedades. Estos estreses bióticos y abióticos son conocidos por inducir el metabolismo de compuestos fenilpropanoides en los tejidos vegetales (Dixon y Paiva, 1995). Asimismo, se llevaron a cabo estudios durante la campaña de cultivo de diferentes especies de crucíferas de hoja (rocket salvaje, rocket cultivada, berro y mizuna) en el contenido en vitamina C (Figura 2), así como, el contenido en compuestos bioactivos, flavonoides y glucosinolatos, en rocket salvaje (Figura 3). La fecha de siembra y recolección parecen influir en la composición nutricional de las hortalizas de hoja. Diferentes recolecciones en meses consecutivos de estas especies han mostrado variaciones en el contenido en vitamina C. Las hojas recolectadas en los meses de invierno mostraron un mayor contenido en vitamina C (Figura 2), respecto a las recolectadas en primavera. Además, el contenido en compuestos bioactivos, glucosinolatos y polifenoles, presentes en hojas de rocket salvaje también mostró una posible relación con el mes de recolección. El contenido en glucosinolatos fue mayor en los meses de invierno, al

igual que el contenido en polifenoles, siendo mucho mayor la diferencia en el contenido en polifenoles (Figura 3). Estas diferencias, de hasta 7 veces, en el contenido en polifenoles dependiendo de la época de recolección han sido previamente descrita por Di Venere et al. (2000). Además, Podsedek (2007) también citó la influencia de las condiciones climáticas como un factor a tener en cuenta al repercutir en el contenido en polifenoles, así como en los niveles de otros compuestos bioactivos.

Los procesos precosecha como riego y fertirrigación (abonado y riego) tienen un papel muy importante en la biosíntesis y acumulación de compuestos bioactivos, ya que han sido descritos como factores que afectan, sobre todo, al contenido en vitaminas y minerales. En nuestro caso hemos estudiado la influencia del aporte de potasio en el agua de riego en los constituyentes antioxidantes, carotenoides y polifenoles, en dos estados fisiológicos de pimiento: pintón y rojo. Sin embargo, en estos estudios no se observó una clara influencia del aumento del potasio en el agua de riego (hasta 14 mM K⁺) en el contenido de compuestos antioxidantes (Marín et al., 2007).

Estado fisiológico

El estado óptimo de madurez es otro de los factores que determinan la calidad en cuanto a la composición nutricional de los alimentos de IV gama. En estudios realizados en cuatro estadios distintos de madurez (verde inmaduro, verde, pintón y rojo) en pimiento dulce, pusimos de manifiesto que el contenido en compuestos polifenólicos, vitamina C, carotenoides y provitamina A de pimiento dulce está influenciado notablemente por el estado fisiológico del fruto (Marín et al., 2004). Los pimientos recolectados en el estado más inmaduro mostraban un mayor contenido en compuestos polifenólicos, mientras que en el estado más maduro contenían el nivel más alto de vitamina C, carotenoides y provitamina A.

En los estudios que realizamos en colaboración con el Prof. Howard de la Universidad de Arkansas evaluamos la influencia del estado fisiológico de la espinaca en el contenido en compuestos antioxidantes (Pandjaitan et al., 2005). Para ello estudiamos 16 variedades de espinaca, 8 tradicionales y 8 selecciones obtenidas a partir de líneas de mejora genética, en tres estados de madurez. Los resultados indicaron que las espinacas deben ser recolectadas en un estado intermedio de desarrollo, ya que corresponde con el mayor contenido en compuestos bioactivos comparado con los estados de desarrollo inmaduros o maduros.

Operaciones de procesado

La influencia de las operaciones de procesado, cortado, lavado, envasado y conservación sobre el contenido en constituyentes bioactivos ha sido un tema de gran interés para nuestro grupo. Sin embargo, contrariamente a lo esperado, hemos observado que el procesado en IV gama tiene un mínimo impacto en la reducción del contenido en antioxidantes y otros compuestos bioactivos tanto en frutas como en hortalizas. En general, el deterioro en la calidad visual tiene lugar con anterioridad a que se produzcan pérdidas significativas en el contenido nutricional. Así por ejemplo, en estudios realizados en fruta en IV gama incluyendo piña, mango, melón cantaloupe, sandía, fresa y kivi, observamos pérdidas $\leq 5\%$ en el contenido en vitamina C en la mayoría de las frutas estudiadas, excepto en melón donde se detectó un 25% de reducción en el fruto cortado respecto al producto sin procesar tras 9 días de conservación a 5°C (Gil et al., 2006). Sin embargo, no observamos cambios en el contenido en carotenoides en kivi y sandía de IV gama, mientras que en piña se observaron unas pérdidas del 25%, cuando se comparó con el fruto conservado entero en las mismas condiciones. Por otro lado, los compuestos polifenólicos fueron los antioxidantes más estables, sin que se observaran pérdidas o cambios importantes debidas al procesado o la conservación.

Uno de los puntos críticos del procesado de frutas y hortalizas es el lavado, y en concreto la selección de higienizantes efectivos que permiten controlar la carga microbiana, sin presentar efectos adversos en los constituyentes bioactivos del producto. Estos resultados quedaron puestos de manifiesto en el lavado de lechuga de IV gama con agua ozonizada y/o en combinación con luz UV-C (Beltrán et al., 2005a). Estas nuevas tecnologías, alternativas a la desinfección convencional con cloro, son llamadas procesos de oxidación avanzada y pueden ser recomendadas para la desinfección de vegetales en IV gama. En los estudios realizados en lechuga y patata procesada en IV gama observamos que el contenido en constituyentes antioxidantes fue preservado durante el lavado así como durante la conservación. Los lavados con agua ozonizada, además de controlar la carga microbiana con la misma efectividad que el cloro, no presentaron un efecto desfavorable en el contenido en constituyentes antioxidantes (polifenoles y vitamina C). Además, se observó un efecto beneficioso en el control del pardeamiento en las muestras lavadas con agua ozonizada comparada con el lavado con agua o cloro (Beltrán et al., 2005b). Resultados similares los observamos recientemente cuando comparamos la efectividad de 5 higienizantes incluyendo el cloro, agua ozonizada, clorito de sodio acidificado, ácido peroxiacético y ácido láctico en el control microbiano de las hojas de rocket (Martínez-Sánchez et al., 2006). Como resultado de este trabajo observamos que el impacto de estos higienizantes sobre los compuestos bioactivos (polifenoles, glucosinolatos y vitamina C) era mínimo tras el lavado, excepto el tratamiento higienizante a base de ácido láctico, el cual redujo marcadamente el nivel de compuestos antioxidantes y afectó a la calidad organoléptica del las hojas de rocket.

Conservación

Existen pocos estudios donde se haya examinado el efecto de la conservación en atmósfera modificada (MAP) sobre el contenido en compuestos bioactivos de alimentos de IV gama. Sin embargo, una óptima atmósfera de conservación es una de las claves para mantener la calidad sensorial y nutricional, así como la seguridad microbiológica de los productos de IV gama.

En estudios anteriores hemos observamos que la vitamina C se preservaba bien en condiciones óptimas de conservación en MAP, tal y cómo se pudo ver en espinaca en IV gama (Gil et al., 1999). Una atmósfera con un bajo O₂ y alto CO₂, puede ayudar a mantener la seguridad microbiológica del alimento, pero a veces éste tipo de atmósfera puede llevar al deterioro del producto cuando las condiciones de conservación no son las óptimas. En condiciones de conservación de 'baby leaf rocket' bajo niveles muy reducidos de O₂ ($\leq 1\%$) o muy elevados de CO₂ ($\geq 15\%$), se observó el deterioro de la calidad sensorial y la pérdida de vitamina C y compuestos bioactivos, polifenoles y glucosinolatos (Martínez-Sánchez et al., 2007). En este último estudio, observamos que niveles reducidos de O₂ y elevados de CO₂ favorecían la conversión de ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico, ocasionando su posterior pérdida (figura 4). En relación a los compuestos bioactivos, el contenido en polifenoles y glucosinolatos de las hojas de rocket también se reducía hasta en más del 50% bajo estas condiciones de MAP, comparada con la conservación en aire.

Sin embargo, cuando los procesos empleados han sido optimizados para el procesado en fresco de frutas y hortalizas en IV Gama, el contenido en compuestos bioactivos no se reduce. Un ejemplo de ello es la patata en IV gama donde observamos que el contenido en vitamina C se mantuvo durante 6 días de conservación a 4°C, e incluso aumentó en la variedad Agria de nueva temporada (Tudela et al., 2002).

CONCLUSIONES

El gran interés en el papel que juegan los antioxidantes y otros compuestos bioactivos de las frutas y hortalizas en la salud humana, ha permitido que se investigue como el contenido en estos constituyentes puede ser mantenido, o incluso aumentado, durante el procesado en IV gama. Por ello, la selección de nuevas especies y variedades, el estado fisiológico adecuado para el procesado, la influencia de factores medioambientales y prácticas de cultivo así como las etapas de procesado y condiciones de conservación han despertado un gran interés. Esta preocupación por el contenido nutricional de los productos de IV gama es compartido por los consumidores, que demandan alimentos más saludables, así como por los procesadores de IV gama, ya que el mantenimiento del contenido en constituyentes antioxidantes, además de tener repercusión en la salud, ayuda a frenar las reacciones de deterioro alargando la vida útil de los mismos.

El desarrollo de nuevas formas de envasado, con materiales plásticos adecuados para establecer atmósferas óptimas de conservación, debe permitir mejorar la calidad y prolongar la vida útil manteniendo el contenido nutricional de los productos de IV gama. Existe un gran futuro en el estudio de nuevas formas de presentación y mezclas multiproducto, como alimentos de gran atractivo para el consumidor, debido a que permiten un variado y alto aporte en el contenido de constituyentes saludables.

AGRADECIMENTOS

La financiación ha sido posible gracias al proyecto AGL2004-03060 del Plan Nacional de Recursos Naturales y Tecnologías Agroalimentarias. Se ha participado en el proyecto CYTED XI:22.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, B., Selma, M.V., Marín, A., Gil, M.I. "Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce". *J. Agric. Food Chem.*, 2005a, 53, 5654-5663.
- Beltrán, B., Selma, M.V., Tudela, J.A., Gil, M.I. "Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging". *Postharvest Biol. Technol.*, 2005b, 37, 37-46.
- Cocci, E., Rocculi, P., Romani, S, Dalla Rosa, M. 2006. "Changes in nutritional properties of minimally processed apples during storage". *Postharv. Biol. Technol.*, 39, 265-271.
- Di Venere, D.; Calabrese, N.; Linsalata, V.; Cardinali, A.; V. Bianco, V. "Influence of sowing time on phenolic composition of rocket". *Acta Hort.*, 2000, 533, 343-349.
- Dixon, R.A., Paiva, N.L. "Stress-induced phenylpropanoid metabolism". *Plant Cell*, 1995, 7, 1085-1097.
- Gil, M.I., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F.A. "Effect of postharvest storage and processing on antioxidant constituents (flavanoids and vitamin C) of fresh-cut spinach". *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 2213-2217.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. "Antioxidant capacity, phenolic compounds, carotenoids and vitamin C of nectarine, peach and plum cultivars from California". *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50, 4976-4982.
- Gil, M.I., Aguayo, E., Kader, A.A. "Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage". *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54, 4284-4296.
- Howard, L.R., Pandjaitan, N., Morelock, T., Gil, M.I. "Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and growing season". *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50, 5891- 5891.
- Klein, B.P. 1987. "Nutritional consequence of minimal processing of fruits and vegetables". *J. Food Qual.* 10, 179-193.

- Marín, A., Ferreres, F., Tomás-Barberán, F.A Gil, M.I. “Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.)”. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, 3861-3869.
- Marín, A, Rubio, J.S., Martínez, V., Gil, M.I. “Antioxidant constituents in green and red peppers as affected by fertilizers and salinity”. *Postharvest Biol. Technol.* 2007 enviado.
- Martínez-Sánchez, A., Allende, A., Bennett, R.N., Ferreres, F., Gil, M.I. “Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers”. *Postharvest Biol. Technol.*, 2006, 42, 86-97.
- Martínez-Sánchez, A., Llorach, R., Gil, M.I. , Ferreres, F. “Characterization of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole”. *Food Chem.*, 2007, enviado.
- Pandjaitan, N., Howard, L.R., Morelock, T., Gil, M.I. “Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation”. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, 53, 8618-8623.
- Podsdek, A. “Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review”. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2007, 40, 1-11.
- Ruiz, D., Egea, J., Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A. “Characterization and quantification of phenolic compounds in new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties”. *J. Agric. Food Chem.*, 2005a, 53, 9544-9552.
- Ruiz, D., Egea, J., Tomás-Barberán, F.A, Gil, M.I. “Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color”. *J. Agric. Food Chem.*, 2005b, 53, 6368-6374.
- Tudela, J.A., Espín, J.C., Gil, M.I. “Vitamin C retention in fresh-cut potatoes”. *Postharvest Biol. Technol.* 2002, 26, 75-84

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Contenido en compuestos polifenólicos totales de diferentes especies de crucíferas de hoja comercializadas como ingredientes de IV Gama.

Polifenoles	Berro	Mizuna	Rocket salvaje	Rocket cultivada
Derivados de quercetina	$\approx 137 \pm 30$	24 ± 4	131 ± 7	9 ± 0
Derivados de kaempferol	$\approx 90 \pm 20$	31 ± 4	4 ± 1	104 ± 14
Derivados de isorhamnetina		21 ± 1	4 ± 0	19 ± 2
Ácido sinápico		22 ± 1		
Polifenoles totales	263 ± 57	99 ± 1	139 ± 11	132 ± 17

mg 100 g⁻¹ peso fresco (p.f.).

En berro, coeluyen un flavonol derivado de quercetina con un flavonol derivado de kaempferol.

Figura 1. Contenido en vitamina C de diferentes especies de crucíferas de hoja comercializadas como ingredientes de IV Gama.

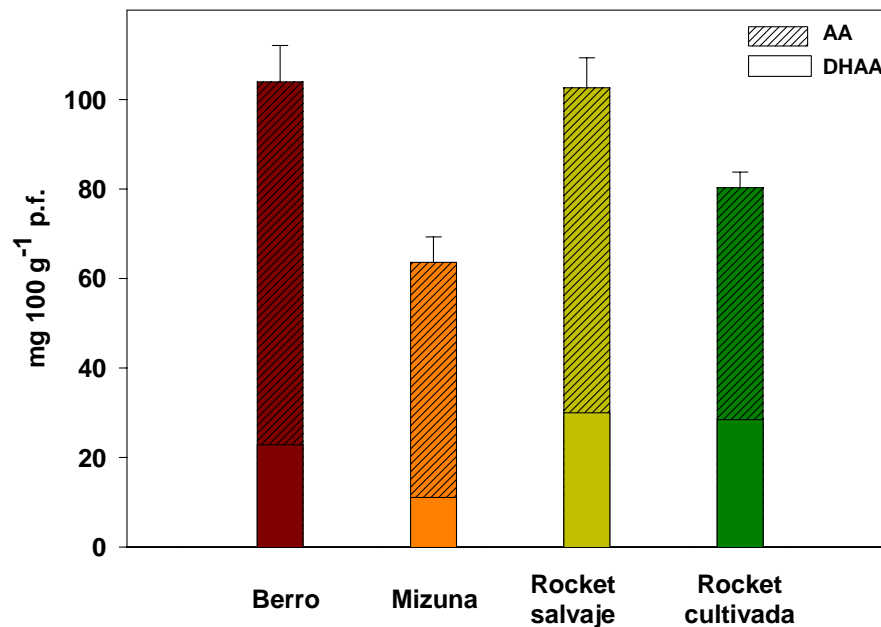


Figura 2. Contenido en vitamina C de diferentes especies de crucíferas de hoja comercializadas como ingredientes de IV Gama, a lo largo de la campaña de cultivo.

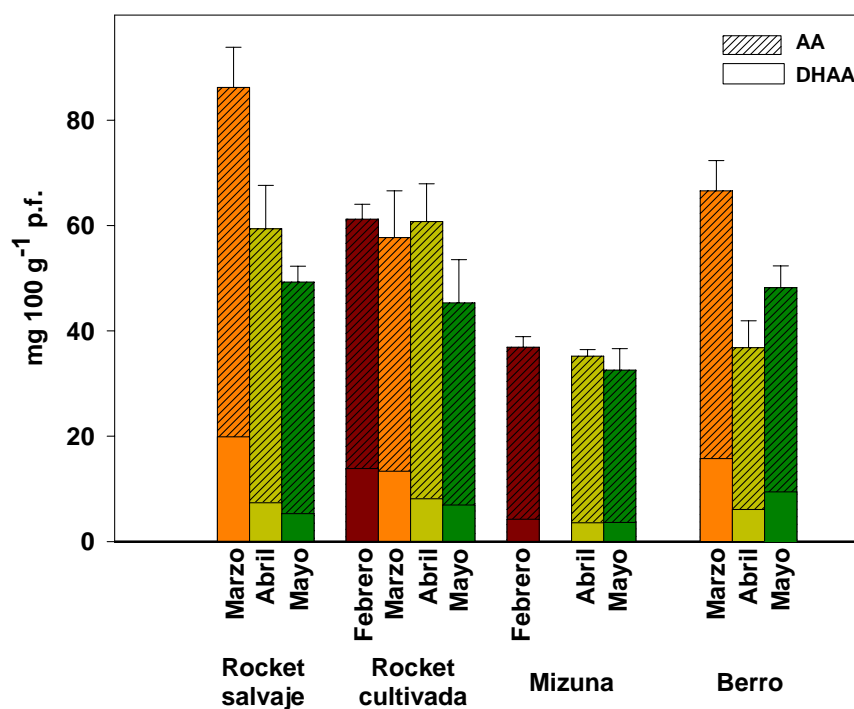


Figura 3. Contenido en polifenoles y glucosinolatos en hojas de rocket salvaje comercializadas como ingredientes de IV Gama, a lo largo de la campaña de cultivo.

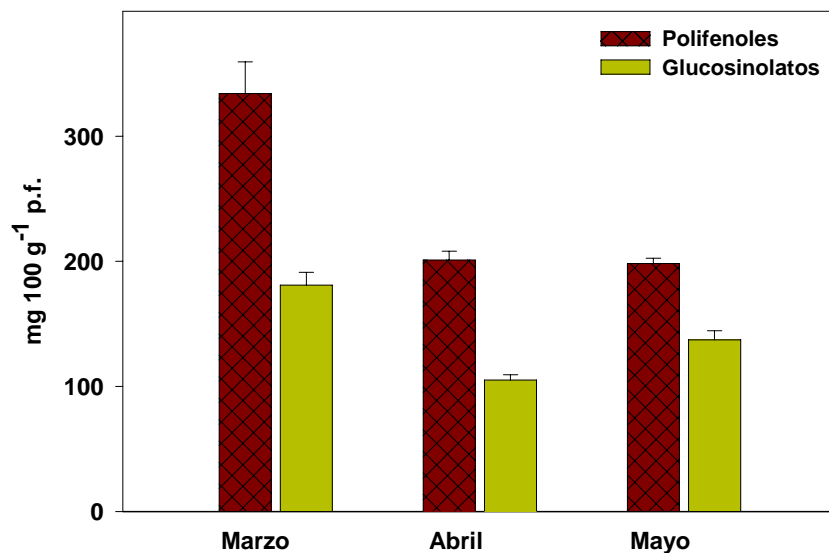


Figura 4. Contenido en Vitamina C en hojas de rocket salvaje conservada en aire y en atmósferas modificada. LSD día (8,8)***.

