

Influencia de la fecha de plantación y del momento de muestreo sobre el contenido en dichos compuestos

Compuestos con actividad antioxidante en distintas variedades de fresa

El objetivo del presente trabajo es la determinación del contenido en importantes compuestos bioactivos como son los antocianos, los compuestos flavonoides y los ácidos fenólicos de las principales variedades cultivadas en Huelva en los últimos años y de variedades de nuevo registro procedentes del Convenio Nacional de Obtención de Variedades de Fresas en el que participa activamente tanto el sector productor de fresas en Huelva como el sector viverista ubicado en Castilla y León (Ávila y Segovia, principalmente). Así mismo, se pretende conocer la influencia de la fecha de plantación y del momento de muestreo realizado a lo largo de la campaña sobre el contenido en dichos compuestos.

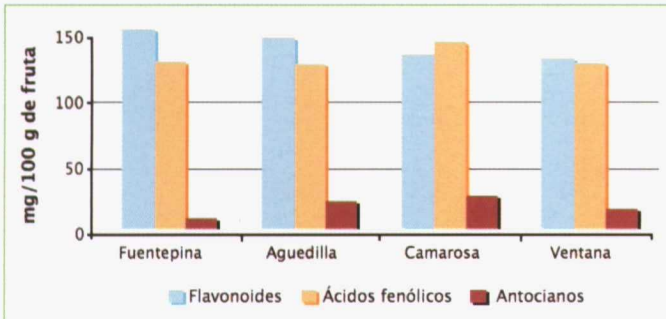
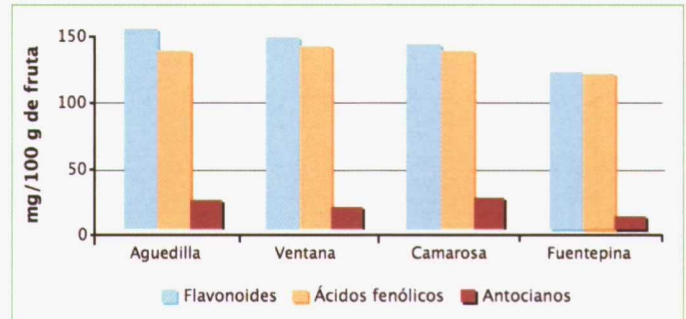
Ariza, M. T., Domínguez, P., Soria, C., Miranda, L., López-Aranda, J. M., Villalba, R., Medina, J. J.

Cada vez más la sociedad está interesada en la alimentación como fuente de salud. En este sentido se han realizado múltiples estudios que demuestran los beneficios para la salud humana de alimentos con un alto contenido en antioxidantes como el aceite de oliva virgen, el vino, la cerveza, etc., (Kenneth *et al.*, 2003; Ruano *et al.*, 2005) o la espinaca y la fresa (Cao *et al.*, 1998; Velioglu *et al.*, 1998). Los compuestos con actividad antioxidante protegen al organismo de los efectos perjudiciales de los radicales libres, producidos de forma natural en los procesos metabólicos, que han sido relacionados con patologías tan importantes como enfermedades cardiovasculares (Knekt *et al.*, 1996; Vinson, 2000), enfermedad de Alzheimer (Engelhart, 2002) o cáncer. A nivel agronómico, existe una posible relación entre capacidad antioxidante y vida postcosecha de la fruta, al actuar algunos compuestos antioxidantes como antifúngicos (Hébert *et al.*, 2002); además, están relacionados con determinadas propiedades de los alimentos como son el sabor o la coloración, (Maas *et al.*, 1991).

Estudios realizados en fresa indican que además de agua, hidratos de carbono, grasas, proteínas, fibra, iones (potasio, magnesio, calcio, manganeso) y vitaminas, la fresa contiene altos niveles de compuestos con actividad antioxidante (Heinonen *et al.*, 1998; Wang y Zheng, 2001), sobre todo flavonoides y ácidos fenólicos (Cordenunsi *et al.*, 2002). El conocimiento de éstos, así como de otros compuestos relacionados con la salud, apor-



Vista general del ensayo.

FIGURA 1. Compuestos antioxidantes. Fecha de plantación precoz.**FIGURA 2.** Compuestos antioxidantes. Fecha de plantación estándar.

tan un valor añadido a esta fruta de máximo interés. Dentro de los flavonoides se incluyen a los antocianos, pigmentos que en las plantas están implicados en los procesos de síntesis de los colores rojos, azules y púrpuras en frutos y flores.

El contenido en compuestos bioactivos de la fresa depende del genotipo, de las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, radiación) y del sistema y prácticas de cultivo (Hancock, 1999).

Material y métodos

Se han estudiado cuatro variedades de fresa: Camarosa, Ventana, Aguedilla y Fuentepina, las dos primeras obtenidas por la Universidad de California y las otras dos por el Convenio Nacional de Obtención de Variedades de Fresas. El campo de ensayo ha estado localizado en la finca experimental El Cebollar (Moguer-Huelva) propiedad del IFA-PA y la actividad investigadora se ha desarrollado a lo largo de la campaña agrícola 2007-2008. Las cuatro variedades fueron plantadas en dos fechas, una precoz, el 9 de octubre de 2007 y otra estándar, el 22 de octubre de 2007, siguiendo un diseño en parcelas divididas con tres repeticiones. Cada parcela elemental contenía 50 plantas dispuestas al tresbolillo en doble fila sobre un lomo de cultivo acolchado con PE negro, según la técnica habitual de la zona fresera de Huelva. El cultivo se forzó mediante macrotúnel cubierto con PE térmico de 150 micras de grosor.

Mediante técnicas espectrofotométricas se ha evaluado el contenido en antocianos, compuestos flavonoides y ácidos fenólicos en cada uno de los tratamientos y repeticiones en dos momentos a lo largo de la campaña. A tal efecto se tomaron muestras de fruta a mediados de febrero y a mediados de abril.

Resultados

El análisis estadístico de los datos obtenidos indica que la fecha de plantación no afecta al contenido en ácidos fenólicos, ni tampoco al de flavonoides y antocianos. Por tanto, la concentración de estos compuestos es independiente de la fecha de plantación. Por otra parte, sí se observan diferencias significativas entre las variedades para los tres compuestos con actividad antioxidante estudiados y entre las fechas de muestreo para el contenido en flavonoides y ácidos fenólicos. En el análisis estadístico también aparecen significativas diferentes interacciones que serán estudiadas más adelante; en el caso del contenido en antocianos resulta significativa la interacción entre la fecha de muestreo y la variedad y para el contenido en ácidos fenólicos y flavonoides la interacción fecha de muestreo por fecha de plantación y fecha de plantación por variedad. Además es significativa la interacción de los tres factores a estudio: fecha de plantación, fecha de muestreo y variedad.

Contenido en antocianos

El contenido en antocianos presenta diferencias estadísticas entre las variedades ensayadas. Para la fecha de plantación precoz los valores más altos se obtienen en la variedad

Para la fecha de plantación precoz los valores más altos de antocianos se obtienen en la variedad Camarosa, mientras que Fuentepina presenta el menor contenido.

Camorosa con 24,17 mg/100 g de fruta mientras que Fuentepina presenta el menor contenido con poco más de 8 mg/100 g de fruta; entre ambas encontramos a Aguedilla y Ventana con 20,42 y 14,48 mg/100 g de fruta, respectivamente. En la fecha de plantación estándar la pauta fue similar, aún cuando en este caso los valores de Camarosa (22,23 mg/100 g de fruta) y Aguedilla (20,86 mg/100 g de fruta) fueron más parecidos. Los valores obtenidos para Ventana y Fuentepina fueron 15,97 y 9,07 mg/100 g de fruta, respectivamente (**figuras 1 y 2**).

Del análisis gráfico de la interacción entre variedades y fechas de muestreo (**figura 3**) se desprende que todas las variedades, salvo Camarosa, presentan en abril mayor contenido en antocianos o valores muy parecidos a los obtenidos en febrero; Camarosa presenta un importante descenso en antocianos en el transcurso de la campaña.

Contenido en ácidos fenólicos

Las cuatro variedades presentan, en ambas fechas de plantación, un elevado contenido en ácidos fenólicos (siempre por encima de los 100 mg por cada 100 g de fruta). En el caso de la fecha de plantación precoz la variedad que muestra el mayor contenido en ácidos fenólicos es Camarosa con 142,2 mg/100 g de fruta, claramente por encima del resto de variedades que muestran valores muy similares: Fuentepina, 126,37 mg/100 g de fruta, Ventana 124,2 mg/100 g de fruta y Aguedilla con 133,87 mg/100 g de fruta. Para la plantación tardía Ventana presenta los valores más altos (137,12 mg/100 g de fruta), seguida de Camarosa y Aguedilla con 134,28 y 133,87 mg/100 g de fruta, respectivamente; Fuentepina obtuvo los valores más bajos con 117,2 mg/100 g de fruta (**figuras 1 y 2**).

Para el contenido en ácidos fenólicos aparecen significativas las interacciones fe-

FIGURA 3. Contenido en antocianos.

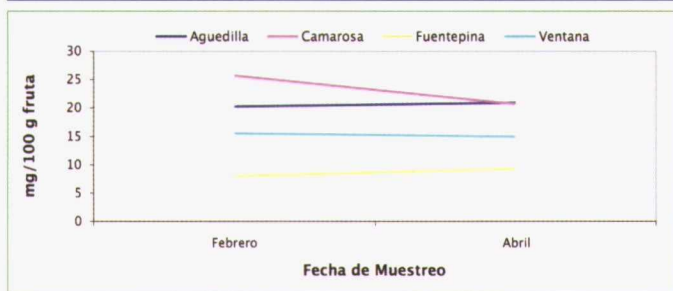


FIGURA 4. Contenido en ácidos fenólicos.

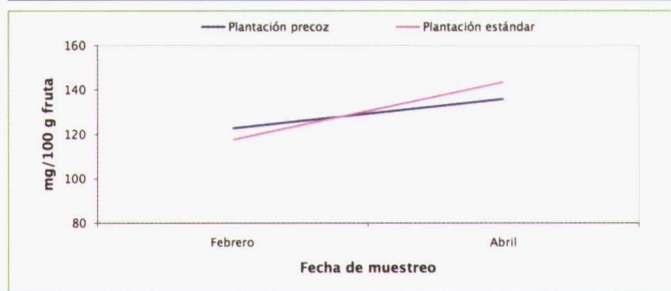


FIGURA 5. Contenido en ácidos fenólicos.



FIGURA 6. Contenido en flavonoides.

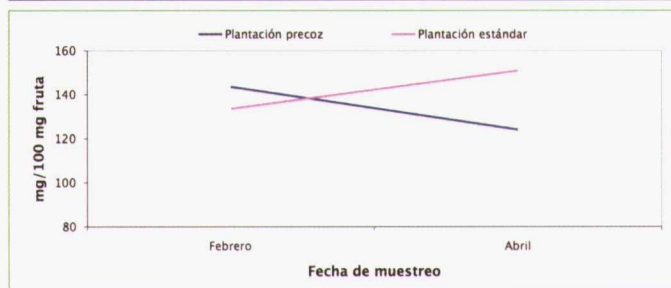
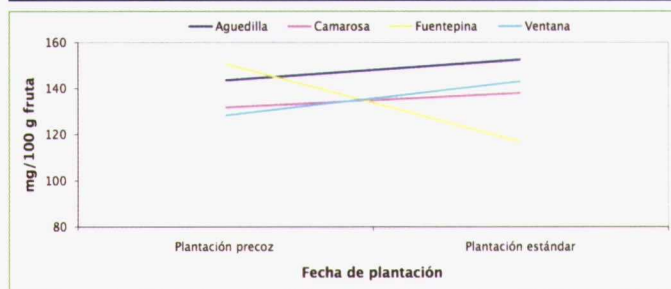


FIGURA 7. Contenido en flavonoides.



FIGURA 8. Contenido en flavonoides.



cha de muestreo por fecha de plantación y fecha de plantación por variedad. De la primera de ellas se desprende que las variedades plantadas el 22 de octubre presentan un mayor aumento en el contenido en estos compuestos a lo largo de la campaña que el que se observa para la plantación precoz (figura 4). La segunda interacción muestra el diferente comportamiento de Camarosa y Fuentepina frente a Aguedilla y Ventana; así, las dos primeras presentan valores más altos de estos compuestos cuando son plantadas más temprano y las otras dos cuando son plantadas más tarde (figura 5).

Contenido en flavonoides

Como ya ocurría en el caso de los ácidos fenólicos, las cuatro variedades estudiadas presentan, en ambas fechas de plantación, contenidos elevados en flavonoides. Los valores más elevados para la fecha de plantación precoz los presenta Fuentepina con 150,71

mg/100 g de fruta, seguida de Aguedilla y Camarosa con 143,6 y 131,71 mg/100 g de fruta, respectivamente; Ventana tiene el menor contenido en flavonoides con 128,29 mg/100 g de fruta. En la fecha de plantación estándar se observa un importante cambio con respecto a lo obtenido para la plantación más temprana, así Fuentepina presenta ahora los valores más bajos con 116,65 mg/100 g de fruta, mientras Aguedilla y Ventana muestran los valores más altos con 152,59 y 143,09 mg/100 g de fruta, respectivamente; Camarosa, en este caso presenta un contenido de 138,04 mg/100 g de fruta (figura 1 y 2).

En el figura 6 se muestra gráficamente la interacción entre la fecha de muestreo y la fecha de plantación y puede observarse el opuesto comportamiento que presentan el conjunto de las variedades ensayadas en la evolución del contenido en estos compuestos a lo largo de la campaña, según se plante

antes o después; de tal manera que para la plantación precoz, el contenido en flavonoides desciende desde 143,52 mg/100 g de fruta a mediados de febrero hasta 124,18 mg/100 g de fruta a mediados de abril. Para la plantación estándar se da un ascenso desde 133,03 mg/100 g de fruta a mediados de febrero hasta 151,01 mg/100 g de fruta a mediados de abril. Puede observarse cómo, cuantitativamente, el descenso que se pone de manifiesto en la plantación precoz coincide con el ascenso obtenido para la plantación estándar.

Además de la interacción analizada, aparecen significativas las interacciones fecha de muestreo por variedad y fecha de plantación por variedad. En el análisis gráfico mostrado (figura 7) se aprecia como todas las variedades, menos Aguedilla, presentan valores más altos en el muestreo realizado a mediados de abril, y entre ellas destaca el aumento del cultivar Ventana, que asciende



Espectrofotómetro para análisis de compuestos bioactivos.

desde valores de 121,53 mg/100 g de fruta a mediados de febrero hasta 149,85 mg/100 g de fruta a mediados de abril. Con respecto a la última interacción destacar el comportamiento diferencial de Fuentepina frente a las otras tres variedades ensayadas; de tal manera, que si bien Aguedilla, Camarosa y Ventana presentan mayor contenido en flavonoides cuando se plantan más tarde, Fuentepina presenta valores más elevados, 150,71 mg/100 g de fruta, en la plantación precoz que en la estándar, 116,65 mg/100 g de fruta (**figura 8**).

Agradecimientos

Al INIA por la beca predoctoral del Subprograma FPI-INIA concedida a D. Pedro Domínguez Morales. Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto INIA RTA2007-00012 y el Convenio INIA CC05-024-C3-1.

BIBLIOGRAFÍA

Cao, G., Rusell, R.M., Lischner, N., Prior, R.L. 1998. Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *J. Nutr.* 128:2383-2390.

Cordenunsi, B.R., Oliveira do Nascimento, J.R., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition on strawberry fruits grown in Brazil. *J Agric Food Chem.* 50:2581-2586.

Engelhart, M.J., Geerlings, M.I., Ruitenbergh, A., van Swieten, J.C., Hofman, A., Witteman, J.C.M., Breteler, M.M.B. 2002. Dietary Intake of Antioxidants and Risk of Alzheimer Disease. *J. Amer. Medical Assoc.* 287:3223-3229.

Hancock, J.F. 1999. *Strawberries*. CABI Publishing.

Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N. 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J.Agric. Food Chem.* 46, 4107-4112.

Hébert, C., Charles, M.T., Gauthier, L., Willemot, C., Khanzadeh, S. and Cousineau, J. 2002. Strawberry proanthocyanidins: Biochemical markers for Botrytis cinerea resistance and shelf life predictability. *Acta Hort.* 567:659-662.

Knekt, P., Jarvinen, R., Reunanen, A., Maatela, J. 1996. Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ* 312:478-81.

Kenneth, J. Mukamal, M.D., M.P.H., Katherine, M. Conigrave, M.B., B.S., Murray, A. Mittleman, M.D., C.A. Camargo, Jr., M.D., Meir, J., Stampfer, M.D., Walter, C. Willett, M.D., and Eric, B. Rimm. 2003. "Roles of Drinking Pattern and Type of Alcohol Consumed in Coronary Heart Disease in Men. *The New England Journal of Medicine* 348:109-118.

Maas, J.L., Galletta, G.J. and Stoner, G.D. 1991. Ellagic acid an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries: A review. *HortScience* 26:10-14.

Ruano, J., Lopez-Miranda, J., Fuentes, F., Moreno, J.A., Bellido, C., Perez-Martinez, P., Lozano, A., Gómez, P., Jiménez, Y. and Pérez Jiménez, F. 2005. Phenolic Content of Virgin Olive Oil Improves Ischemic Reactive Hyperemia in Hypercholesterolemic Patients. *J Am Coll Cardiology* 46: 1864-1868

Vinson, J.A., Yang, J., Proch, J. and Liang, X. 2000. Grape juice, but not orange juice, has in vitro, ex vivo and in vivo antioxidant properties. *J. Medic. Food* 3:167-171

Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B.D. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 4113-4117.

Wang, S.Y., Zheng, W., 2001. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4977-4982.



Siapton®

En primavera,
mayor floración

Mejor cuajado de fruto

En otoño, mayor
rendimiento graso



Cuproflow®

El más persistente

El Cobre-Pasta de ISAGRO
El Cobre más resistente al
lavado demostrado por la
Universidad de Córdoba



ISAGRO ESPAÑA

Maldonado, 63, C 2° 28006 Madrid
Tel. 91 402 30 40 - Fax. 91 401 30 59