

La Alcachofa un cultivo que se proyecta como Alimento Funcional

María Teresa Pino

Ingeniera Agrónoma, Ph. D.
mtpino@inia.cl
INIA - La Platina

Gabriel Saavedra

Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

Carlos Blanco

Ingeniero Agrónomo

Rafael Ruiz

Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

Michael Balboa

Bioquímico

Olga Zamora

Bioquímica (e).



La alcachofa juega un rol muy importante en la nutrición humana ◀

La tendencia mundial del consumidor es preferir alimentos saludables, lo cual se refleja en que la demanda actual excede lo organoléptico exclusivamente exigiendo con mayor fuerza, productos nutritivos y con propiedades funcionales. La industria de alimentos procesados está desarrollando y buscando la generación de nuevos productos con características que excedan exclusivamente lo tradicional buscando además la producción de alimentos más saludables y funcionales.

Un alimento se considera funcional cuando, además de sus propiedades nutritivas contiene ciertos elementos cuyo consumo diario dentro de una dieta equilibrada contribuye a mantener o mejorar la salud. Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan aquellos alimentos naturales que contienen ciertos minerales, vitaminas, ácidos grasos, fito-esteroles, fibra, antioxidantes, alimentos modificados y enriquecidos en este tipo de compuestos.

La alcachofa (*Cynara scolymus L*) juega un rol muy importante en la nutrición humana, siendo principalmente su inflorescencia la más usada como ingrediente en la dieta Mediterránea. Sus hojas son usadas como hierba medicinal por sus beneficios y efectos terapéuticos (Comino et al., 2007; Fratianni et al., 2007). La Inflorescencia inmadura es la parte comestible de la planta y está constituida por el receptáculo carnoso y las brácteas, pueden ser verdes totalmente o de colores violetas o moradas

Después del agua, los componentes más importantes de las alcachofas son los hidratos de carbono (como la Inulina). El sodio, el potasio, el fósforo y el calcio; y entre las vitaminas destaca la presencia de B1, B3 y pequeñas cantidades de vitamina C. Particularmente, se han identificado algunos compuestos como los Esteroles que tienen la capacidad para limitar la absorción del colesterol en el intestino y la Cinarina que posee actividades antioxidantes, hepatoprotectivas, diuréticas y coleréticas.

En extractos de alcachofa, el ácido 1,3-dicafeoilquinico (Cinarina) es el isómero principal, y es un metabolito con propiedades funcionales múltiples e interesantes. Cinarina actúa como excelente diurético natural, porque activa las vías urinarias y ayuda a equilibrar el metabolismo, muy útil para enfermedades del riñón. La Cinarina también presenta una importantísima actividad reguladora de la secreción biliar, estando indicada en casos de mala digestión de las grasas, ictericia e hígado perezoso. Además de ser hidrocolerético es hipocolesterolemizante y disminuye el cociente beta/alfa de las lipoproteínas. Así, varios estudios han asociado a este metabolito con la protección de proteínas, lípidos y DNA, del daño causado por los radicales libres (Comino et al., 2007, Moglia et al., 2008, Moglia et al., 2009).

La Alcachofa se consume fresca y procesada, actualmente lo que se destina a la agroindustria se procesa principalmente para conserva en vinagre o ácido acético, ya sea enteras, en cuartos, en centros y exclusivamente los fondos. Para la agroindustria y sus proveedores el rendimiento, tamaño o calibre del capítulo, compacidad, tamaño del pedúnculo, grado de madurez y defectos son características particularmente importantes para la industrialización.

Buscando materiales genéticos de Alcachofa aptos para la agroindustria y con mayores contenido de Cinarina ◀

Estos últimos años, el laboratorio de Mejoramiento Genético Molecular Hortícola de INIA La Platina, se ha focalizado no sólo en seleccionar materiales genéticos de Alcachofa más aptos para la agroindustria, también busca genotipos capaces de producir mayor contenido de compuestos funcionales como la Cinarina.

Un seguimiento del contenido de Cinarina en hojas, en diferentes genotipos de Alcachofa Argentina, demostró que sí existen diferencias entre genotipos; por ejemplo, el genotipo CAT4 presentó mayor contenido de Cinarina por gramo de producto fresco, 1098ug Cinarina/g de hoja, respecto a los genotipos CAT32 y CAT5. En estos

► **Tabla 1.** Clasificación de tres genotipos de Alcachofa Argentina del programa de selección de INIA La Platina caracterizados por el contenido de Cinarina en hojas.

Precocidad	Genotipos		
	CAT4	CAT5	CAT32
Según inicio de producción de capítulo	Precoz	Media	Media
Según inicio de apertura de brácteas.	Media	Media	Media
Contenido de Cinarina en Hojas	Alta	Media	Media



últimos genotipos, CAT32 y CAT5, no se aprecian diferencias significativas entre ellos, el contenido de Cinarina fluctuó entre 255 y 286ug Cinarina por gramo de hoja (ver Figura 1).

Además se ha realizado un estudio del contenido de Cinarina a nivel de la inflorescencia o capítulo, los resultados demuestran que el contenido de este compuesto en capítulo es bastante más bajo que en hojas. Lo cual indica que las hojas podrían proyectarse como un subproducto del cultivo y fuente de materia prima para la industria farmacéutica.

El seguimiento de Cinarina en el capítulo (ver Figura 2), muestra que la concentración de este compuesto es mayor en brácteas externas que en los fondos de Alcachofas, lo cual es interesante porque lo que prefiere el consumidor es el fondo y las brácteas internas. Por otra parte es importante considerar que los compuestos funcionales en vegetales son altamente influenciados por factores abióticos, como la temperatura, disponibilidad de agua y fertilización entre otros. Un seguimiento respecto a si diferentes fuentes nitrogenadas tendrían algún efecto en el contenido de Cinarina en el capítulo, indicó, que sí estaría influenciado por el tipo de fertilización nitrogenada.

Expresión de genes asociados la síntesis Cinarina en diferentes genotipos de Alcachofa tipo Argentina. ◀

Otra meta del grupo de trabajo es asociar el contenido de Cinarina con el grado de expresión de algún gen que participe en síntesis de Cinarina. Se han descrito distintas vías de síntesis de Cinarina, y dentro de estas se identificaron dos genes candidatos, asociados a las enzimas HCT (hidroxinamoil transferasa) y HQT (hidroxicinamoil CoA quinato hidroxicinamoil transferasa) principalmente (Figura 3), los cuales se han denominado **CsaHQT** y **CsaHCT**, respectivamente. Los resultados de análisis de expresión de estos genes muestran que ambos genes se expresan en todos los genotipos evaluados. Para el gen HCT, se observaron diferencias en el nivel de expresión entre los genotipos, mostrando el genotipo CAT4 una mayor expresión que CAT5 y CAT 32, en conjunto con un mayor contenido de Cinarina a nivel foliar. Estos genes y otros en los cuales se está trabajando permitirán acelerar el mejoramiento genético de estos materiales.

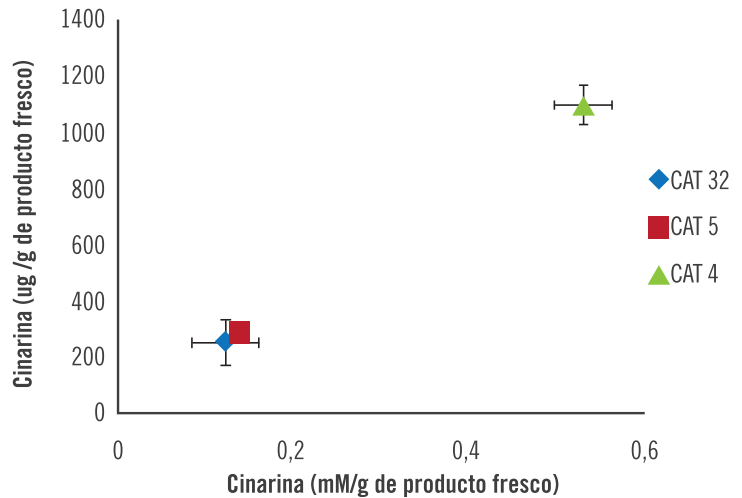


Figura 1. Análisis cuantitativo del contenido de Cinarina en hojas para genotipos de Alcachofa Argentina seleccionados del programa de mejoramiento de INIA La Platina (CAT4, CAT5, CAT32). El análisis fue ejecutado en un Cromatógrafo Jasco PU-2089 Plus con interfase LC-NETII/ADC; bomba gradiente cuaternaria y con detector UV/Visible marca Jasco UV 2075 Plus.

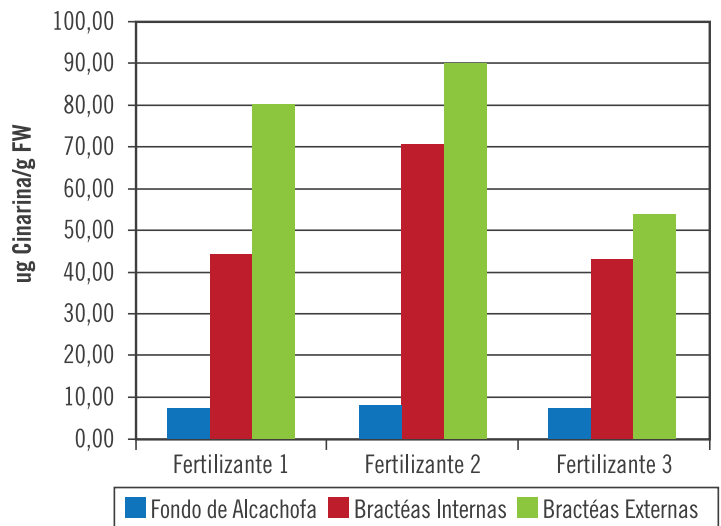


Figura 2. Análisis cuantitativo del contenido de Cinarina para Alcachofa Argentina en ug de Cinarina/g producto fresco, según fuente de fertilizantes en fondos, brácteas internas y brácteas externas. El análisis fue ejecutado en un Cromatógrafo Jasco PU-2089 Plus con interfase LC-NETII/ADC; bomba gradiente cuaternaria y con detector UV/Visible marca Jasco UV 2075 Plus.





Figura 3. Rutas de síntesis de Cinarina a partir de Fenilalanina (Comino y colaboradores, 2007)

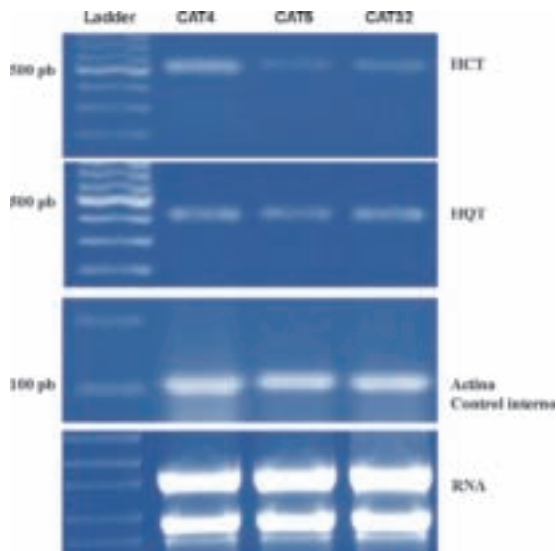


Figura 4. Expresión de los genes HCT y HQT: A partir del RNA total extraído de las hojas de los genotipos CAT4; CAT5 y CAT32, se realizó un estudio de expresión a través de RT-PCR para los genes HCT y HQT. Los resultados muestran expresión de ambos genes en todos los genotipos evaluados. Para el gen HCT, se observaron diferencias en el nivel de expresión entre los genotipos, mostrando el genotipo CAT4 una mayor expresión que CAT 5 y CAT 32.



Literatura Consultada

Comino, C., Hehn, A., Monglia, A., Menin B., Bourgaud, F., Lanteri, S. and Portis Ezio 2009: The isolation and mapping of novel hydroxycinnamoyltransferase in the globe artichoke chlorogenic acid pathway. *BMC plant Biology* 2009, 9:30.

Comino, C., Lanteri, S., Portis, E., Acquadro, A., et al. 2007. Isolation and functional characterization of a cDNA coding a hydroxycinnamoyltransferase involved in phenylpropanoid biosynthesis in *Cynara cardunculus* L. *BMC Plant Biology*, 7:14.

Fратиани, F., Tucci, M., De Palma, M., Pepe, R. and Nazzaro, F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food chemistry*, 104, 1282-1286.

Lanteri, S., I. Di Leo, L. Ledda, M.G. Mameli and E. Portis, 2001: Rapd variation within and among populations of globe artichoke cultivar Spinoso sardo. *Plant Breeding* 120, 243-246.

Moglia, A., Lanteri, S., Comino, C., Acquadro, A., et al. (2008). Stress-Induced Biosynthesis of Dicafeoylquinic Acids in Globe Artichoke. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56, 8641-8649.

Moglia, A., Comino, C., Portis, E., Acquadro, A., et al. (2009). Isolation and mapping of a C3'H gene (CYP98A49) from globe artichoke, and its expression upon UV-C stress. *Plant cell Rep.*

Sambrook J, Fritsch EF. and Maniatis T. 1989: *Molecular cloning: a laboratory manual* New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Welsh, J., and McClelland, 1990: Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucl. Acids. Res* 18, 7213-7218.

Williams, J. G., A. R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski, and S.V. Tingey, 1990: Dna polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* 18, 6531-6535