

Capítulo 8

Compuestos bioactivos en ajo

Mónica Madariaga V.

Investigadora. Virología INIA La Platina / mmadariaga@inia.cl

Alejandra Serrano C.

Profesional de apoyo, Virología. INIA La Platina

Isabel Ramírez A.

Profesional de apoyo, Virología. INIA La Platina

Andrea Molina D.

Asistente de investigación, Virología. INIA La Platina

Matías Freire L.

Profesional de apoyo, Virología INIA La Platina

8.1 Introducción

La plantación de ajo (*Allium sativum*) en la región de O'Higgins, principal zona productora de esta hortaliza en Chile, se realiza entre marzo y abril, mientras que la cosecha ocurre entre noviembre y diciembre (ODEPA, 2013). En Chile se producen principalmente dos tipos de ajos, chino y rosado, entre los cuales el tiempo de cosecha varía aproximadamente en un mes, ya que el ajo chino se cosecha durante las primeras semanas de noviembre y el rosado, durante las primeras semanas de diciembre. En ambos tipos de ajos, el momento óptimo para la cosecha está dado por una combinación de parámetros, de los cuales, el número de hojas verdes y el espesor de las hojas envoltentes cumplen un rol fundamental, por lo que a medida que el follaje comienza a ponerse amarillo (punto de senescencia) y las hojas envoltentes comienzan a adelgazar, se sabe que la cosecha está cerca (Burba, J.L., 2003). Por otro lado, la diferenciación de los dientes en ambos tipos de ajos, y la aparición de un vástago floral en el ajo chino, son parámetros que también dan cuenta de la proximidad de la cosecha.

En general, los consumidores prefieren el ajo rosado, debido a que tiene mejores características organolépticas, lo cual permite que alcance un mejor precio en el mercado. Sin embargo, la producción y exportación del ajo rosado es menor debido a los menores rendimientos que se obtienen al cultivar este tipo de ajo (ODEPA, 2013).

Son varios los factores que pueden afectar positiva o negativamente la composición química del bulbo de ajo, generando variaciones en las propiedades bioactivas que afectan directamente la calidad. Los principales compuestos responsables de la pungencia son aminoácidos sulfurados no volátiles, dentro de los cuales la aliina, un derivado del aminoácido cisteína, es el más predominante (Martins, N. 2016). Por medio de una reacción enzimática catalizada por la enzima alinasa (**Figura 1**), la aliina contribuye a la síntesis de ácido pirúvico y alicina, de los cuales, la última, es el compuesto biológico más activo en el ajo debido a sus múltiples características y usos (Ankri S., 1999, Bhandari, P., 2012). Debido a que la aliina se encuentra en el citoplasma de la célula y la alinasa en la vacuola, es necesario que ocurra un rompimiento de la membrana celular para que esta reacción enzimática se lleve a cabo, por lo que es la molienda de los bulbillos de ajo, lo que permite la liberación de los compuestos azufrados volátiles y olfativos en mayor proporción (Bloem, E., 2010).

Es importante mencionar que los compuestos sulfurados no solo contribuyen a las características organolépticas del ajo, sino que también le otorgan propiedades medicinales, tales como anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, hipotensoras, hipocolesterolemiantes, entre otras (Martins, N., 2016).

Además de la presencia de compuestos sulfurados volátiles en el ajo, éste es considerado una fuente rica en compuestos fenólicos, óxidos de nitrógeno, amidas y proteínas, algunos de los cuales también tienen importantes propiedades medicinales (Pekowska, E., 2009, Martins, N., 2016), mientras que los compuestos fenólicos varían dependiendo del cultivar (Chen, S., 2013).

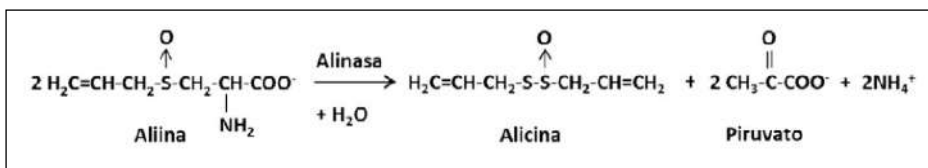


Figura 1: Síntesis de alicina y piruvato a partir de aliina, en ajo.

8.2 Cuantificación de la concentración de alicina y fenoles totales en ajos chinos y rosados obtenidos en la región de O'Higgins

En el marco del proyecto "Valorización y Diversificación del Cultivo del Ajo", financiado por el Gobierno Regional de O'Higgins, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), se cuantificó la concentración de alicina (método indirecto, a través

de la cuantificación de ácido pirúvico) y fenoles totales, en ajos chinos y rosados, y se realizó una comparación que permitió demostrar la capacidad del ajo rosado, por sobre la del ajo chino, de mantener el contenido de alicina y fenoles en el tiempo (180 días post cosecha, DPC), y de esta manera, resaltar su calidad y su característica de resistir mayores tiempos de guarda, lo que lo convierte en un excelente tipo de ajo para ser cultivado y comercializado.

Se analizaron nueve muestras de ajo provenientes de distintos productores y localidades de la región de O'Higgins y cuatro muestras correspondientes a clones del Programa de mejoramiento genético (PMG) de ajo mantenido por INIA en la región de La Araucanía, y establecidas en la región de O'Higgins durante las dos últimas temporadas. En el **Cuadro 1** se detalla el origen de cada muestra analizada y su tipo comercial.

Cuadro 1: Número de muestra origen de la muestra y tipo comercial de las distintas plantas de ajo analizadas.

Nº MUESTRA	ORIGEN DE LA MUESTRA	TIPO COMERCIAL
1	Agricultor de la Región de O'Higgins	Morado chino
2	Agricultor de la Región de O'Higgins	Morado chino
3	Agricultor de la Región de O'Higgins	Morado chino
4	Agricultor de la Región de O'Higgins	Morado chino
5	Agricultor de la Región de O'Higgins	Rosado
6	Agricultor de la Región de O'Higgins	Rosado
7	Agricultor de la Región de O'Higgins	Rosado
8	Agricultor de la Región de O'Higgins	Rosado
9	Agricultor de la Región de O'Higgins	Rosado
10	PMG ajo INIA Región de O'Higgins	Rosado
11	PMG ajo INIA Región de O'Higgins	Rosado
12	PMG ajo INIA Región de O'Higgins	Rosado
13	PMG ajo INIA Región de O'Higgins	Rosado

De acuerdo a las prácticas de cultivo realizadas por los agricultores de la región, la cosecha de los ajos chinos se realizó en noviembre y la de los ajos rosados en diciembre. Los análisis se realizaron a los 35 DPC en el caso de los ajos chinos y a los 35, 80, 120 y 180 DPC en el caso de los ajos rosados. Estas diferencias en los días en que se llevaron a cabo los análisis, se dan debido a que el ajo chino pierde su valor comercial después de los 60 DPC debido a la deshidratación o la capacidad del bulbo de generar brotes, lo que impide su comercialización.

La pungencia de cada tipo de ajo se evaluó mediante la cuantificación de alicina (método indirecto), lo que se realizó según el método descrito por Schwimmer, S. en 1961, el cual permite determinar la actividad de la alinasa a través de la cuantificación de la concentración de ácido pirúvico y con ello de la alicina. El método es un análisis colorimétrico que se lleva a cabo debido a la reacción entre 2,4-dinitrofenilhidracina (2,4-DNFH) (el cual se agrega a la muestra) y los grupos carbonilos presentes en el tejido macerado, para luego cuantificar absorbancia a 420 nm. Por otro lado, la cuantificación de fenoles se realizó con una adaptación del método Folin-Ciocalteu (Espinoza F.W, 2010) y la absorbancia se midió a 765 nm. La **Figura 2** muestra un esquema de la metodología utilizada para la cuantificación de alicina y fenoles totales (desde la toma de muestra de los ajos hasta la cuantificación de los metabolitos) en ajos chinos y rosados cosechados en la región de O'Higgins en los distintos tiempos.

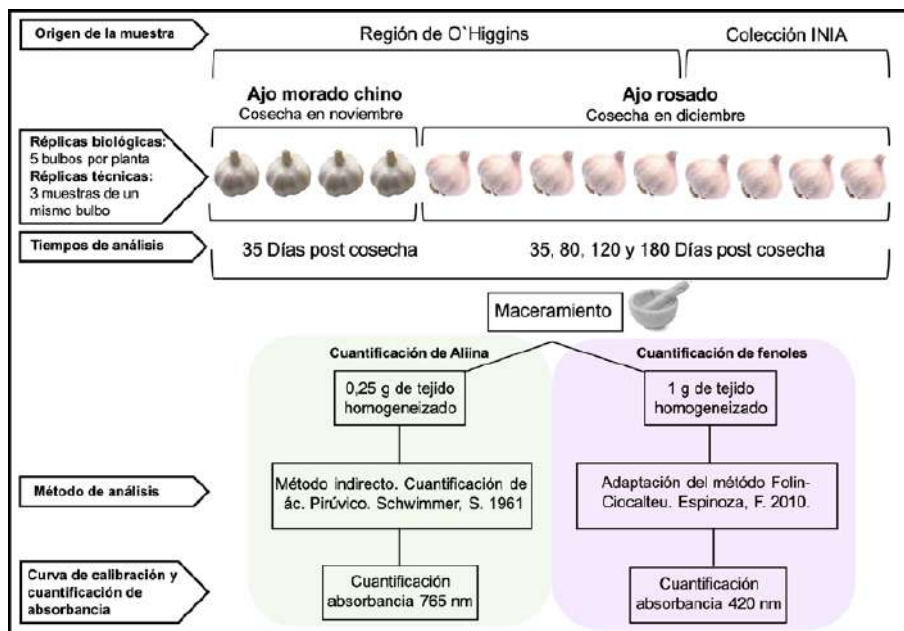


Figura 2: Esquema de la metodología realizada para la cuantificación de alicina y fenoles totales en ajos chinos y rosados procedentes de agricultores de la región de O'Higgins y de las accesiones pertenecientes al PMG de ajos INIA.

La **Figura 3** muestra los resultados obtenidos al cuantificar la concentración de alicina y fenoles en los ajos chinos y rosados a los 35 DPC. En la (**Figura 3A**) se observa que la concentración de alicina es significativamente mayor en los ajos rosados que en

los ajos chinos, tanto en las muestras procedentes de los agricultores de la región de O'Higgins, como en las muestras procedentes del PMG ajos INIA, lo que coincide con la mayor pungencia de este ajo y con la preferencia de los consumidores por sobre la del ajo chino.

Por otro lado, al cuantificar la concentración de fenoles en cada una de las muestras (**Figura 3B**), se pudo determinar que no hubo diferencias significativas entre los ajos chinos y los ajos rosados, a pesar de las diferencias observadas en la coloración de las hojas envolventes de ambos tipos (hojas blancas en el caso del ajo chino y rosadas/purpuras en el caso del ajo rosado), lo que le da el nombre al ajo rosado. Es importante mencionar que estos análisis se realizaron macerando los bulbillos de ambos tipos de ajo y no las hojas envolventes. Además, se realizó una cuantificación de fenoles totales, lo que podría enmascarar las diferencias que podrían existir en los diversos fenoles que otorgan coloración.

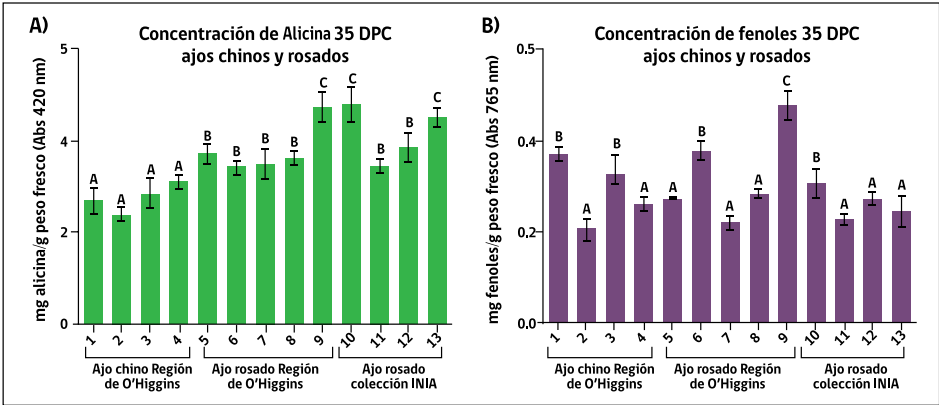


Figura 3: Concentración de alicina (A) y fenoles totales (B) en ajos chinos y rosados obtenidos desde la cosecha de agricultores de la región de O'Higgins (muestras 1-9) y ajos rosados de la cosecha de las líneas de ajo del PMG INIA cultivados en la R. de O'Higgins durante las dos últimas temporadas (muestras 10-13). Cada número indica una réplica biológica. Las letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre las muestras analizadas, lo que fue determinado con el paquete estadístico Infostat, análisis generalizados mixtos, ($p \leq 0,05$).

Análisis posteriores (80, 120 y 180 DPC) se realizaron a los ajos rosados, con el fin de demostrar la capacidad de este tipo de ajo de mantener el contenido de alicina y fenoles en el tiempo, demostrando con ello la característica de resistir largos tiempos de guarda sin alterar su calidad. Como se mencionó anteriormente, estos análisis no fue-

ron realizados en ajos chinos, debido a que estos pierden su capacidad comercial aproximadamente a los 60 DPC, cuando comienzan a observarse brotes en los ajos. Como se observa en la **Figura 4A**, la concentración de alicina se mantiene en el tiempo, ya que no se observan diferencias significativas entre los 35, 80, 120 y 180 DPC, lo que permite inferir que la pungencia del ajo rosado también se mantiene en el tiempo. Lo mismo se observa al analizar la concentración de fenoles (**Figura 4B**), ya que no se observaron diferencias significativas para esta característica, entre los tiempos analizados.

Es importante destacar, tal como se mencionó en la introducción de este capítulo, que estas moléculas, tanto la alicina como los fenoles, no solo otorgan propiedades organolépticas al ajo, sino que también tienen importantes propiedades medicinales, dentro de las cuales se encuentran las anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, entre otras; propiedades que, al no variar el contenido de estas moléculas, siguen estando presentes en el ajo.

Esta capacidad del ajo rosado de mantener sus propiedades organolépticas y medicinales en el tiempo, debido a la capacidad de mantener la alicina y los fenoles, lo posicionan como un excelente tipo de ajo con potencial de desarrollo económico, ya que es apto para ser cultivado, guardado en el tiempo (al menos hasta los 180 DPC) y posteriormente comercializado.

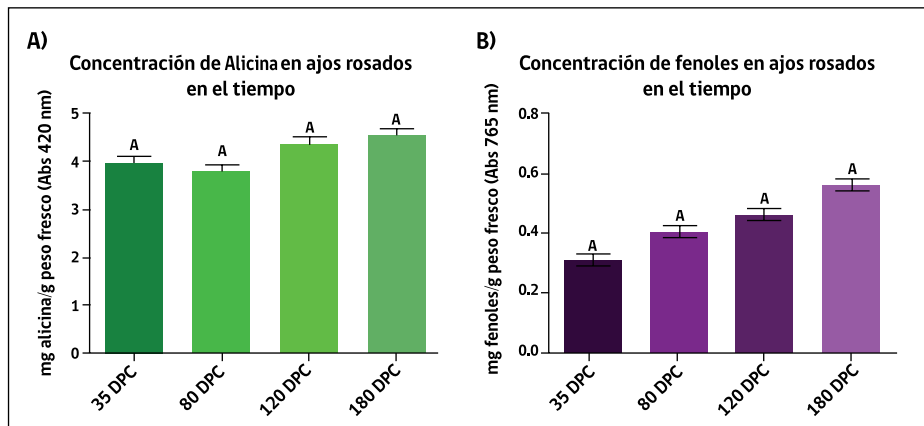


Figura 4: Promedio de la concentración de alicina (A) y fenoles totales (B) en ajos rosados obtenidos en la región de O'Higgins y la región de La Araucanía a los 35, 80, 120 y 180 DPC. Las letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre las condiciones analizadas, lo que fue determinado con el paquete estadístico Infostat, análisis generalizados mixtos ($p \leq 0,05$).

8.3 Conclusión

Los resultados obtenidos en este capítulo nos permiten proponer al ajo rosado como un excelente tipo de ajo para ser cultivado y comercializado en Chile, debido a sus características organolépticas, las cuales son otorgadas por moléculas como la alicina y los fenoles. En este contexto, los resultados permitieron demostrar que, a los 35 DPC, el ajo rosado presenta una mayor concentración de alicina que el ajo chino (**Figura 3A**), momento del tiempo post cosecha en el cual ambos ajos están aptos para ser comercializados. Este mayor contenido de alicina en el ajo rosado coincide con la mayor pungencia en comparación con el ajo chino. Es importante destacar que esta característica del ajo rosado lo enmarca como favorito entre los consumidores en Chile. Por otro lado, también se demostró la capacidad del ajo rosado de mantener la concentración de alicina y fenoles totales a los 35, 80, 120 y 180 DPC (**Figura 4**), tiempos de post cosecha en los que el ajo aún se encuentra en condiciones de ser consumido.

8.4 Bibliografía

- Ankri, S., & Mirelman, D. (1999a). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*, 1(2), 125–129. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(99\)80003-3](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(99)80003-3).
- Bhandari, P. (2012). Garlic (*Allium sativum* L.): A review of potential therapeutic applications. *International Journal of Green Pharmacy*, 6(2), 118. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.102826>.
- Bloem, E., Haneklaus, S., & Schnug, E. (2010). Influence of Fertilizer Practices on S-Containing Metabolites in Garlic (*Allium sativum* L.) under Field Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10690–10696. <https://doi.org/10.1021/>
- Burba, J. L. (2003). Producción de Ajo. Mendoza, Argentina: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Chen, S., Shen, X., Cheng, S., Li, P., Du, J., & Chang, Y. (2013). Evaluation of Garlic Cultivars for Polyphenolic Content and Antioxidant Properties. *PLoS ONE*, 8(11), e79730. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079730>.
- Espinoza C., F., Ríos R., E., & Elías P., C. (2010). Determinación de fenoles totales, fructanos y pungencia en seis cultivares de ajos (*Allium sativum* L.) en el Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 76(1). Recuperado de <http://www.scielo.org.pe>.
- Flaño I., A. (2012, septiembre). El mercado del ajo. Recuperado de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/09/mercado_del_ajo201309.pdf.
- Rekowska, E., & Skupie?, K. (2009). The Influence of Selected Agronomic Practices on the Yield and Chemical Composition of Winter Garlic. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 70(1), 173–182. <https://doi.org/10.2478/v10032-009-0017-8>.

- Schwimmer, S., & Weston, W. J. (1961). Onion Flavor and Odor, Enzymatic Development of Pyruvic Acid in Onion as a Measure of Pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9(4), 301-304. <https://doi.org/10.1021/jf60116a018>.