

NOTA TÉCNICA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AJO COSECHADO EN DOS ESTADOS DE MADUREZ Y ALMACENADO EN CONDICIONES AMBIENTALES

Henry Mujica¹ y María Pérez de Camacaro²

RESUMEN

Se realizó una evaluación de las características físicas y químicas del ajo (*Allium sativum* L.) cosechado a 90 y 120 días después de la siembra (dds) y almacenado en condiciones ambientales por 120 días. Los bulbos cosechados a 120 dds presentaron hasta un 50 % mayor masa fresca que los cosechados en 90 dds. Sin embargo, tuvieron mayor pungencia, determinada por los niveles de piruvato. La pérdida de masa fresca durante el almacenamiento fue similar en ambos tratamientos. Los dos momentos de cosecha registraron valores similares de pH y sólidos solubles totales (SST). La acidez total (AT) fue mayor en bulbos de 90 dds, por lo que la relación SST/AT fue superior en bulbos de 120 dds. El almacenaje en condiciones ambientales por un tiempo de 120 días produjo sólo una pérdida pequeña de masa fresca.

Palabras clave adicionales: *Allium sativum*, postcosecha, calidad, pungencia

ABSTRACT

Physical and chemical characteristics in garlic harvested at two maturities and stored under environmental conditions

Physical and chemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) harvested at 90 and 120 days after plantation (dap) and stored in environmental conditions by 120 days were evaluated. Bulbs to 120 dap presented up to 50 % higher fresh mass than those gathered to 90 dap. However, the latter showed greater pungency, determined by the pyruvate levels. The loss of fresh mass during storage was similar in both treatments. Both moments of harvest registered similar values of pH and total soluble solids (TSS). Total acidity (TA) was higher in bulbs of 90 dap, so the relation TSS/TA was superior in bulbs of 120 dap. The storage under environmental conditions by a period of 120 days produced only a small loss of fresh mass.

Additional key words: *Allium sativum*, postharvest, quality, pungency

INTRODUCCIÓN

El ajo es una de las plantas cultivadas desde la antigüedad, reconocido mundialmente como un condimento valioso en la cocina y como agente terapéutico para varios desórdenes alimenticios o enfermedades (Brewster, 2001). En Venezuela, la producción local no satisface totalmente la demanda, por lo que se autoriza la importación de este producto durante el año significando grandes cantidades de divisas. Así mismo, otra gran cantidad de bulbos ingresa ilegalmente desde el

exterior, teniendo un efecto perjudicial para la economía del país (Díaz, 1995). Sin embargo, es un cultivo rentable con alta capacidad de retorno de la inversión efectuada, aunque es necesario un aumento de los rendimientos y del área sembrada.

En las zonas productoras los mayores problemas se derivan de los retrasos en la siembra debido a limitaciones climáticas y al uso de prácticas de cultivo muy tradicionales. Usualmente, el ajo se siembra una vez al año y la cosecha se realiza entre los 95 y 140 días, siendo

Recibido: Abril 7, 2006

Aceptado: Diciembre 22, 2006

¹ Dpto. de Educación Técnica, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Barquisimeto. Venezuela
e-mail: hmujicar@yahoo.com

² Posgrados de Agronomía, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

estas diferencias atribuidas a factores varietales o ambientales. Posteriormente son almacenados para asegurar un mercado constante hasta la próxima cosecha (Ramos, 1994).

Con el objeto de lograr buenos precios, muchos productores cosechan los bulbos cuando ya están totalmente desarrollados, pero sin haber alcanzado aún la madurez fisiológica plena. En estas condiciones, los bulbos inmaduros no soportan buen almacenaje en comparación con aquellos en completa madurez, los cuales están adecuados para almacenamiento por largo tiempo. Consecuentemente, los comerciantes terminan adquiriendo bulbos de ajo con inferior calidad para el almacenaje.

La información sobre la fisiología postcosecha de los bulbos de ajo durante el almacenaje es aún escasa, por lo que existe la necesidad de generar conocimientos que permitan prevenir pérdidas en la calidad mediante un buen manejo postcosecha del producto.

Según Burton (1982) la madurez del bulbo permite que la hoja envainadora y protectora sirva como empaque natural de los dientes protegiéndolos contra la humedad, entrada de oxígeno e infecciones por insectos y patógenos. Por su parte, Mann (1993) y Shah y Kothari (1997) han estudiado el papel que desempeña la hoja envainadora en el comportamiento de los bulbos y reportan el aumento de poros y presencia de protuberancias en las hojas jóvenes, lo cual aumenta la probabilidad de pérdidas de masa y susceptibilidad al ataque de microorganismos ya que estas estructuras incrementan la superficie de respiración y de transpiración.

El ajo requiere ser expuesto en campo bajo condiciones ambientales durante considerable tiempo para un adecuado proceso de curado (Currah y Proctor, 1990). Los bulbos deben dejarse en el campo hasta que sus hojas protectoras estén completamente suberificadas. Esto explica la corta vida postcosecha del ajo cuando las hojas protectoras son removidas durante la manipulación.

La conservación de los bulbos de *Allium* depende de muchos factores entre los que aparecen las prácticas agronómicas, el tiempo de cosecha, remoción de follaje seco, manipulación y condiciones de almacenamiento (Currah y Proctor, 1990).

Por otra parte, Brewster (2001) señala que el

momento de cosecha es importante porque permite maximizar los rendimientos. Igualmente, debe evitarse el retraso en la cosecha ya que puede producir una reducción en la calidad de las escamas.

Cuando se almacenan bulbos por varias semanas, es necesario mantenerlos en condiciones sanas, sin mayores pérdidas en sus características físicas y químicas, pero además con buenas características organolépticas que le permitan ser transportados y comercializados sin mayores inconvenientes (Díaz, 1995).

Por otra parte, los niveles de piruvato son una medida de la pungencia de los bulbos y representan un factor que afecta el almacenaje en ajos (Ledesma et al., 1983).

El propósito del presente estudio fue evaluar las diferencias en las características físicas y químicas de los bulbos de ajo cosechados en dos edades diferentes y almacenados a temperatura ambiente con el fin de observar los cambios que pudieran existir al cosechar los ajos con diferente estado de madurez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del ensayo se colectaron muestras de ajo tipo morado con un diámetro promedio de 3,6 cm en la zona olerícola de Humocar Alto, ubicada en el estado Lara, Venezuela, a una altitud de 1500 msnm y una temperatura promedio de 17 °C. La cosecha se realizó a 90 y 120 días después de la siembra (dds).

Los bulbos fueron curados en campo mediante cuatro días de sol y diez días en sombra. Posteriormente fueron almacenados durante 120 días en condiciones ambientales siguiendo la práctica usual de los agricultores de la zona. Luego se trasladaron al laboratorio donde se determinaron las características físicas y químicas de las muestras a través de los siguientes análisis:

Masa fresca: La diferencia de masa fresca entre los estados de madurez se determinó mediante el pesaje de cada muestra en balanza analítica y luego se obtuvo el promedio por bulbo para cada tratamiento.

Contenido de sólidos solubles totales (SST): Estos fueron determinados utilizando un refractómetro digital de lectura directa.

Acidez total titulable (ATT): Se determinó por

titulación potenciométrica con NaOH 0,1 N hasta un punto final de pH de 8,1 y los resultados fueron expresados como porcentaje de ácido pirúvico, utilizando un factor de conversión de 0,11.

pH: Se determinó mediante la lectura directa en un potenciómetro digital.

Contenido de piruvato: Se determinó siguiendo la metodología de Schwimmer y Huertas modificada por Bacon et al. (1999), utilizando 2,4 Dinitrofenilhidrazina (2,4 DNP) y NaOH 0,6 N para luego tomar la lectura en espectrofotómetro a 420 nm.

Se utilizó un diseño completamente al azar con diez repeticiones por cada estado de madurez y una muestra de cinco bulbos por repetición.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y pruebas de media según Tukey utilizando el paquete estadístico Statistix 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Masa fresca

Los valores de masa fresca al momento de la cosecha se presentan en el Cuadro 1 donde se observan diferencias altamente significativas entre los dos tratamientos. El mayor valor se presentó en los bulbos cosechados a los 120 días dds, con un promedio de 29,87 g superando en casi 50 % a los bulbos cosechados a los 90 dds. Esto significa que a los 90 dds en campo los bulbos aún no habían alcanzado su máximo crecimiento.

Los bulbos cosechados a 90 dds son considerados inmaduros por los productores, lo cual coincide con los resultados de los trabajos de Rahim (1988). Sin embargo, el período exacto de inmadurez está sujeto a las condiciones ambientales en que se cultiven (Rahim y Fordham, 2001).

Al final del período de almacenamiento, los bulbos cosechados a los 90 dds perdieron un 15,4 % de su masa fresca inicial, mientras que aquellos cosechados a los 120 dds la reducción fue de 16,3 %, sin diferencias estadísticas entre ambos tratamientos (Cuadro 1). En tal sentido puede señalarse que sería indiferente cosechar los bulbos en cualquiera de las dos edades cuando se trata de evitar pérdidas importantes de peso comercial luego de cuatro meses de almacenamiento. Las pérdidas antes señaladas se consideran pequeñas si se comparan con las obtenidas por Nuevo y

Bautista (2001), quienes reportaron pérdidas entre 20,7 y 33,7 % en bulbos de ajo almacenados durante igual período de tiempo.

Las pérdidas de masa para el género *Allium* aparentemente dependen de la especie y de las condiciones de almacenaje. Por ejemplo, las diferencias en la naturaleza de las hojas protectoras entre la cebolla y del ajo explican porque este último puede ser almacenado más tiempo en condiciones ambientales, ya que su hoja protectora tiene una densa cantidad de elementos traqueales y más cristales que la hacen más rígida y menos permeable (Shah y Kothari, 1997). Además, también explica la corta vida postcosecha de aquellos ajos en los cuales algunas de sus hojas protectoras son removidas durante la manipulación. La mayor pérdida se debe a la deshidratación que ocurre como consecuencia de la transpiración, la cual se considera una causa importante del deterioro de *Allium* en almacenamiento.

Contenido de piruvato

El contenido de piruvato mostró diferencias significativas entre los dos momentos de cosecha, presentando un promedio de 6,429 y 4,454 mmol·100g⁻¹ de muestra fresca para 90 y 120 dds, respectivamente (Cuadro 1).

Se ha establecido que los niveles de piruvatos están relacionados con los precursores del aroma y el sabor de *Allium*. Esto significa que, en términos de calidad, los bulbos de 90 dds tuvieron mayor pungencia (lo que supone mejor aroma). Esto pudiera tener un impacto en el procesamiento ya que sería necesario un menor volumen del producto para obtener la intensidad de aroma deseada, lo cual es importante para las empresas procesadoras. Sin embargo, también habría que considerar que el menor peso de los ajos cosechados a los 90 dds podría contrarrestar este beneficio.

En otras especies de *Allium*, como cebolla, las hojas reservantes tienden a desarrollar un aroma y un sabor intenso durante el almacenaje (Reseman et al., 2001) y un aumento en el contenido de piruvatos (Bacon et al., 1999). Esto evidencia que las variaciones en estas características están altamente influenciadas por el genotipo.

pH

No se encontraron diferencias de pH entre los

tratamientos, obteniéndose valores muy similares entre sí (Cuadro 2). Esto difiere del criterio de Rahim y Fordham (2001) al señalar que a mayor tiempo de cosecha aumenta el pH debido a la concentración de algunos ácidos orgánicos presentes en los bulbos, entre ellos pirúvico, málico y cítrico.

Las diferencias podrían atribuirse a las condiciones ambientales existentes durante el desarrollo del cultivo para cada caso.

Sólidos solubles totales (SST)

En los bulbos cosechados a los 120 dds se lograron los valores más altos de sólidos solubles totales con un promedio de 31,15 °Brix. Esto sustenta la idea de que los bulbos cosechados a los 90 dds aun no habían alcanzado completo desarrollo fisiológico.

Acidez total titulable (ATT)

Los valores de la acidez total titulable se presentan en el Cuadro 2. Se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, en los que los bulbos de 90 dds presentaron la mayor acidez (0,29 % como ácido pirúvico), mientras que en los bulbos de 120 dds se registró un valor de sólo 0,19 %.

Relación SST/ATT

Para esta variable hubo diferencias altamente significativas, lográndose los mayores valores para 120 dds con 162,2, mientras que a los 90 dds la relación fue de sólo 99,3 (Cuadro 2).

Se puede observar que la relación SST/ATT es mayor a medida que transcurrió el tiempo de cosecha, la cual es una respuesta natural en los procesos de maduración.

Cuadro 1. Valores de masa fresca, pérdida de masa fresca, y contenido de piruvato en bulbos de ajo morado cosechados en dos momentos diferentes

Momento de cosecha	Masa fresca por bulbo (g)	Pérdida masa fresca (%)	Piruvatos (mmol·100g ⁻¹)
90 días	19,98 b	15,4 a	6,429 a
120 días	29,87 a	16,3 a	4,454 b
C.V. (%)	19,8	19,8	13,0

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Cuadro 2. Valores de pH, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT) y relación SST/ATT en bulbos de ajo morado cosechados en dos momentos diferentes

Tratamientos	pH	SST (° Brix)	ATT (% de ácido pirúvico)	Relación SST/ATT
90 días	6,1 a	28,81 b	0,29 a	99,3 b
120 días	6,1 a	31,15 a	0,19 b	162,2 a
C.V. (%)	0,34	4,8	14,9	15,3

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$ excepto para SST donde $P \leq 0,10$)

CONCLUSIONES

A los 120 dds, el ajo presentó mayor crecimiento y desarrollo que aquellos que fueron cosechados a los 90 dds.

El ajo cosechado en cualquiera de los dos estados de madurez pudo ser almacenado en condiciones ambientales por un período de 120 días con pérdidas pequeñas de masa fresca.

Los niveles de piruvato sugieren que los bulbos cosechados a 90 dds tuvieron mayor pungencia.

LITERATURA CITADA

1. Bacon, J., K. Moates, A. Ng, C. Rhodes, C. Smith y W. Waldron. 1999. Quantitative analysis of flavour precursor and piruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa* L.). Food Chemistry 64: 257-261.
2. Brewster, J. 2001. Las cebollas y otros *Alliums*. Ed. Acribia. Barcelona.

3. Burton, W.G. 1982. Postharvest Physiology of Food Crops. Longman. New York.
4. Currah, L. y F.J. Proctor. 1990. Onions in tropical regions. Natural Resources Institute. Chatman, U.K. Bulletin 35: 144-163.
5. Díaz, R. 1995. Producción de hortalizas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Maracay. Venezuela. 208 p.
6. Mann, L. 1993. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. Hilgardia 21(8): 195-235.
7. Ledesma, A., R.W. Racca y M.I. Reale. 1983. Effect of storage temperature and planting dates on garlic (*Allium sativum* L.) cv. Rosado Paraguayo. Phytion 43(2): 207-213.
8. Nuevo, P y O.K. Bautista. 2001. Morpho-anatomical features and postharvest changes in garlic harvested at different maturities. Acta Horticulturae 555: 195-203.
9. Rahim, M.A. 1988. Effects of storage temperature on the initiation and development of garlic cloves (*Allium sativum* L.). Scientia Horticulturae 37: 103-110.
10. Rahim, M.A y R. Fordham. 2001. Environmental manipulation for controlling bulbing in garlic. Acta Horticulturae 555: 181-188.
11. Ramos, J. 1994. El cultivo de ajo en el estado Mérida. Serie Paquete Tecnológico N° 10. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Maracay. Venezuela. 208 p.
12. Reseman, J., G. Buffer, R. Carle y H. Liebig. 2001. Pungency and sprout growth of onion bulbs during storage. Acta Horticulturae 555: 245-247.
13. Shah, J.J. e I. Kothari. 1997. Histogenesis of the garlic clove. Phytomorphology 23: 162-170.