

CARACTERIZACIÓN DE ASPECTOS DE CALIDAD A COSECHA DE CINCO HÍBRIDOS DE ESPÁRRAGO, BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO

FIRPO Inés Teresa¹; **ROTONDO** Rosana¹; **DRINCOVICH** Fabiana²; **CHAVES** Alicia³; **LÓPEZ ANIDO** Fernando¹; **COINTRY** Enrique¹; **GARCÍA** Stella Maris¹

¹ Cátedra de Horticultura

Facultad de Ciencias Agrarias UNR

² CEFOBI- Facultad de Farmacia y Bioquímica UNR

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA)-(UNLP)-(CONICET)

E-mail: firpoit@fibertel.com.ar

Resumen

El espárrago es una hortaliza cuyo órgano de consumo es el tallo inmaduro llamado turión. En el manejo como verde el espárrago crece sobre la superficie del suelo, mientras que como blanco lo hace a través del mismo, pudiendo generar diferencias en la composición química y fisiológica de los materiales. El objetivo fue caracterizar aspectos de calidad, a cosecha, de cinco híbridos de espárrago bajo dos sistemas de manejo. El ensayo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, Zavalla, UNR. Como material experimental se utilizaron cinco híbridos clonales de espárrago obtenidos en el marco del programa de mejora establecido entre la Facultad y la EEA INTA Balcarce: Neptuno, Mercurio, Sureño, Lucero y Pampero. Como testigos comerciales: Argenteuül para el manejo como espárrago blanco y UC 157 F₁ para manejo como espárrago verde. Para cada material se analizó la composición y calidad en 3 zonas diferentes: apical, media y basal. Las variables evaluadas fueron: fibra (%), sólidos totales (%), fenoles (mg.g⁻¹ de peso fresco), azúcares totales (mg glucosa.g⁻¹ de peso fresco), pH, clorofila (microg.g⁻¹ de peso fresco) y actividad respiratoria (mg CO₂.h⁻¹.kg⁻¹ peso fresco). El ensayo se realizó en un DCA con tres repeticiones (de tres espárragos), por híbrido y zona de corte, analizado a través de un ANDEVA y prueba de Duncan. El contenido de fibra fue mayor en los espárragos blancos, destacándose Lucero por su menor contenido de fibra, la cual aumentó hacia la base del turión en todos los casos. Los sólidos totales manifestaron mayores valores en los espárragos verdes. Sureño presentó el mayor nivel cultivado como blanco y como verde Sureño y Neptuno. Para ambos manejos del cultivo y dentro de cada híbrido, fue mayor el contenido en la zona apical. El contenido de fenoles en los espárragos blancos fue mayor; el mayor valor lo presentó Sureño como blanco y UC 157 F₁ como verde y en todos los casos fue mayor en la parte apical. El contenido total de azúcares fue mayor en Pampero, Mercurio, Argenteuül y Neptuno como blanco y en Pampero y UC 157 F₁ como verde. En todos los casos la parte apical manifestó el menor valor. El pH presentó valores similares, con mayor acidez en la parte basal. La tasa respiratoria fue superior en los híbridos verdes. La cantidad de clorofila fue mayor en la zona apical. En el manejo como blanco se observó un mayor contenido de fenoles y una menor tasa respiratoria, mientras que en el manejo como verde un mayor contenido de sólidos totales y menor porcentaje de fibra.

Palabras claves:

calidad, poscosecha, *Asparagus officinalis* v. *altilis* L

CHARACTERIZATION OF HARVEST QUALITY ASPECTS OF FIVE ASPARAGUS HYBRIDS UNDER TWO GROWING SYSTEMS

Summary

Asparagus is a vegetable grown for its edible organ an immature stalk called spear. When cultivated for obtaining green asparagus, the spears grow mostly over soil level; when cultivated for obtaining white or blanched asparagus, they grow across mounted soil. The differences in growing conditions may cause differences in the chemical and physiological composition of the spears. The objective of this work was to characterize quality aspects at harvest in five asparagus hybrids under both cultivation systems. The field trial was conducted at the School of Agricultural Sciences, National University of Rosario (UNR), located in Zavalla. The hybrids evaluated were: Neptuno, Mercurio, Sureño, Lucero and Pamperoall developed in a joint breeding program by the School of Agricultural Sciences (UNR) and the EEA INTA Balcarce (National Institute of Agricultural Technology's Agricultural Experimental Station, located in Balcarce). The commercial controls used in the study for green and blanched production were Argenteuil and UC 157 F, respectively. For each hybrid, quality and composition were analyzed in three portions of the spear: apical, medium, and basal. The characters evaluated were: fiber content (%), total solids (%), phenols ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight), total sugars (mg glucose g^{-1} fresh weight), Ph, chlorophyll ($\text{microg}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight) and respiratory activity ($\text{mg CO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh weight). The experiment was conducted in a randomized design with three replications of three spears each, and the 5 hybrids and the different portions of the spear were considered as treatments. Data was first subjected to an analysis of variance and then to a Duncan's multiple mean comparison test. In general, fiber content was higher in blanched asparagus than in green asparagus, and in the basal portion than in the rest. Lucero presented the highest values for fiber content. Total solids were higher in green asparagus and along the apical portion than in white asparagus and along the medium and basal portions of the spear. The highest content of total solids was found in Sureño for white spears, and in Neptuno and Sureño for green spears. Phenols content was higher both in blanched spears and in the apical portion than in green spears and the medium and basal portions of the asparagus. The highest phenols content was found in Sureño and UC 157 F for white and green asparagus, respectively. Conversely, under both growing methods total sugar content was lower in the apical portion than in the rest of the spear. Total sugar content was highest in blanched asparagus hybrids Pampero, Mercurio, Argenteuil and Neptuno; and green hybrids Pampero and UC 157 F. Ph values were mostly similar, with a trend towards higher acidity in the basal portion, while chlorophyll content was higher in the apical portion of the spear. Respiratory activity was higher in green asparagus than in white asparagus. Higher phenols content and lower respiratory activity were observed in white asparagus production as compared with green asparagus production. Conversely, green spears showed a higher solid content and a lower fiber percentage than white asparagus.

Key words:

quality, post-harvest, *Asparagus officinalis* var. *altilis* L.

Introducción

El espárrago (*Asparagus officinalis* v. *atilis* L.), perteneciente a la familia de las liliáceas, es una hortaliza cuyo órgano de consumo es el tallo inmaduro llamado turión. Para la comercialización, en función del color, se los clasifica en tres tipos: blancos, verdes y violetas (Firpo *et al.*, 2004). Hasta el momento la selección de materiales se ha realizado en función de aspectos productivos, pero también es importante conocer características bioquímicas y fisiológicas de los mismos que puedan manifestar diferencias en su calidad interna y vida poscosecha. Sosa Coronel *et al.* (1976) encontraron diferencias en el contenido de fibra de cultivares de espárrago verde y Billau *et al.* (1990) demostraron que un grupo de cultivares blancos de origen alemán presentaban una mayor resistencia al corte, por su mayor fibrosidad, que otro de origen francés. En el manejo como verde el espárrago crece sobre la superficie del suelo, mientras que como blanco lo hace a través del mismo. Estas dos situaciones generan diferencias en la composición química y fisiológica de los materiales. El turión presenta un alto porcentaje de agua (96 %) y está en activo crecimiento, lo que hace al espárrago una de las hortalizas más perecederas y que se deteriora rápidamente después de la cosecha. Uno de los problemas que afectan a la calidad es el endurecimiento de su estructura fibrovascular por modificaciones bioquímicas de los componentes de la pared celular (pectinas, hemicelulosa, polisacáridos, celulosa,

proteínas y fenoles) y siempre se lo ha asociado a la lignificación de las fibras celulósicas, determinando así el carácter denominado fibrosidad (Rodríguez *et al.*, 1999). Por otra parte los turiones presentan una alta tasa respiratoria debido a que contienen tejidos en activo crecimiento (Ryall y Lipton, 1979). El deterioro es generalmente proporcional a la tasa respiratoria (Kader, 1992) por lo que diferencias en distintos materiales puede aportar indicios sobre su potencial vida poscosecha. Existen además otros procesos normales que contribuyen a la reducción de la calidad del turión, como marchitamiento, apertura de brácteas, pérdida del aroma, adquisición de olores desagradables, decaimiento por enfermedades, síntesis de antocianinas, pérdida de sólidos solubles y ácido ascórbico (Siomos *et al.*, 2000; Sanchez, 1996).

Por otro lado, contiene flavonoides y otros compuestos fenólicos que poseen propiedades antioxidantes (Makris y Rossiter, 2001). Vinson *et al.* (1998), ubicaron a esta especie en el cuarto lugar en cuanto a la calidad y cantidad de fenoles, pero a pesar de presentar beneficios para la salud, el consumo *per cápita* es bajo en comparación con otras hortalizas.

El objetivo del trabajo fue caracterizar aspectos de calidad, a cosecha, de cinco híbridos de espárrago bajo dos sistemas de manejo.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, Zavalla (Santa Fe), UNR (33° 01' S y 60° 53' O). Como material experimental se utilizaron cinco híbridos clonales de espárrago obtenidos en el marco del programa de mejora establecido entre la Facultad de Cs. Agrarias y la EEA INTA Balcarce: Neptuno (4), Mercurio (8), Sureño (9), Lucero (17) y Pampero (23). Como testigos comerciales: Argenteüil (25) para el manejo como espárrago blanco y UC 157 F, (11) para manejo como espárrago verde. El marco de plantación fue a 2,10 m entre lomos y 0,40 m entre plantas. Las evaluaciones se efectuaron sobre plantas que se encontraban en el quinto y sexto año de producción (manejado como blanco y verde respectivamente), en la etapa media del período de cosecha. La cosecha se realizó a primeras horas de la mañana seleccionándose turiones de 12 a 15 mm de diámetro los que fueron llevados inmediatamente al laboratorio, durante tres cosechas sucesivas a fin de abarcar todas las variables a medir.

Para cada material se analizó por separado la composición y calidad en tres zonas diferentes: apical (primeros 4 cm desde el ápice del turión), media (segmento entre 4 y 8 cm desde el ápice) y basal (entre 8 y 12 cm desde el ápice). El ensayo se realizó en un Diseño Completamente Aleatorizado, con tres repeticiones (de tres espárragos cada una y para cada variable), por híbrido y zona de corte, analizado a través de un ANDEVA y test de Duncan para la comparación de los valores promedios. Se utilizó el programa estadístico SAS (1985).

Se evaluaron por separado en la zona apical, media y basal las siguientes variables:

Fibra (% respecto al peso fresco)

Se utilizó el método de separación mecánica de elementos fibrosos ó de maceración de Kramer y Twig (1973). Las porciones de espárragos se pesaron, se escaldaron durante 2 minutos a 100 °C y se almacenaron a 20 °C hasta su posterior análisis. Las muestras

congeladas se hirvieron en agua durante 15 minutos, se trituraron en 100 ml de agua con una batidora Minipimer 350 (Braun Argentina) y se lavaron en tamices de malla 0,055 mm. Sobre los tamices se retuvo la parte de la fibra que está lignificada y que tiene efecto sobre la calidad textural (Kramer *et al.* 1949). Las muestras se secaron en estufa a 60 °C durante 24 horas, se pesaron y se refirieron al peso total de la muestra fresca.

Sólidos totales (% respecto al peso fresco)

Los turiones se pesaron según la distancia de corte y se colocaron en estufa a 60 °C hasta peso constante. Por diferencia de peso se calculó el porcentaje de materia seca respecto al peso inicial.

Fenoles (mg.g⁻¹ de peso fresco)

Se tomaron muestras de 1g de tejido congelado y se procesaron en 6 mL de etanol. Luego se centrifugaron a 9.000 x g por 10 min a 4 °C. Tres mL del sobrenadante se llevaron a 100 mL con agua. Los extractos se utilizaron para determinar el contenido de fenoles totales; 200 mL de extracto se adicionaron a 1,11 mL de agua y 200 µL de reactivo Folin-Ciocalteu 1N. Luego de 3 min a 25 °C, se adicionaron 1,5 mL de solución saturada de Na₂CO₃ y se incubó la mezcla de reacción por 1 h. Se midió la absorbancia de la solución a 760 nm en un espectrofotómetro Beckman DU650.

Azúcares totales (mg de glucosa.g⁻¹ de peso fresco)

Muestras de tejido congeladas se molieron, se

pesó 1g del polvo resultante y se colocó en etanol durante 30 min, a 25 °C. La mezcla se centrifugó a 9000 x g por 10 min y 1 ml del sobrenadante se llevó a 50 ml con H₂O. Los azúcares se determinaron utilizando un espectrofotómetro Beckman DU650, a 520 nm por el método de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944).

pH

Las muestras frescas se pesaron, trituraron en mortero y en el líquido obtenido se midió el pH con un peachímetro H19017 (Hanna Instruments).

Clorofila total (µ.g⁻¹ de peso fresco)

Se trituraron 0,5 g de tejido congelado en 5 ml de acetona. Se centrifugó a 3000 x g, durante 10 minutos y se midió en el sobrenadante el contenido de clorofila total utilizando un espectrofotómetro Beckman DU 650, (Lichtenthaler, 1987) a 644.8 y 661.6 nm. Esta variable fue evaluada únicamente en espárragos verdes.

Tasa respiratoria (mgCO₂.h⁻¹.kg⁻¹ de peso fresco)

Los espárragos enteros se pesaron y fueron colocados en una celda hermética con homogeneizador de gases en oscuridad en un ambiente a 30 °C. Las medidas de intercambio de CO₂ (µmol CO₂ h⁻¹) fueron realizadas con un analizador de gases infrarrojo (IRGA) (Qubit Systems). Luego de la medición (aproximadamente 10 minutos), los espárragos fueron pesados.

Resultados y Discusión

En este trabajo se verifica una correlación inversa entre el contenido de fibra y de sólidos solubles en las distintas partes del turión (Figuras 1 y 2). Los tejidos más jóvenes y por ende metabólicamente más activos del ápice, presentaron menor contenido de fibra y mayor nivel de sólidos solubles.

Contenido de fibra

El contenido de fibra en los espárragos manejados como blancos fue mayor que en los verdes (F= 557,04; p< 0,001) (Figura 1). Lipton (1990) encontró que espárragos blancos presentaban tejidos más duros o fibrosos que los verdes, esto podría explicarse por el mayor tiempo de crecimiento del turión y la mayor resistencia que éste debe vencer al atravesar el suelo respecto al verde (Krarup y Krarup, 1987), lo cual implica un mayor tiempo de cocción necesario tanto en su destino para industria como para mercado en fresco

(Sánchez, 1996). Se ha demostrado también que factores de precosecha como la temperatura influyen en la textura fibrosa, determinando autores como Simón y Cerrolaza (1993) que la velocidad de crecimiento del turión es mayor con temperaturas altas dando lugar a un menor contenido de fibra. Entre los híbridos manejados como blancos se observaron diferencias significativas (F= 2,72; p< 0,05) destacándose el N° 17 por su menor contenido de fibra. Para ambos manejos del cultivo, se encontraron diferencias altamente significativas entre las distancias de corte, dentro de cada híbrido, con una mayor formación de fibra en la base del turión. Los resultados obtenidos en el presente trabajo en cuanto al contenido de fibra confirman que los tejidos más jóvenes (ápice) presentan un menor grado de lignificación que los más adultos (base); lo que es coincidente con los

FIRPO Inés Teresa; ROTONDO Rosana; DRINCOVICH Fabiana; CHAVES Alicia
LÓPEZ ANIDO Fernando; COINTRY Enrique; GARCÍA Stella Maris

Figura 1: Contenido de fibra (%) en los híbridos de espárrago manejados como blanco y verde, a tres distancias de corte.

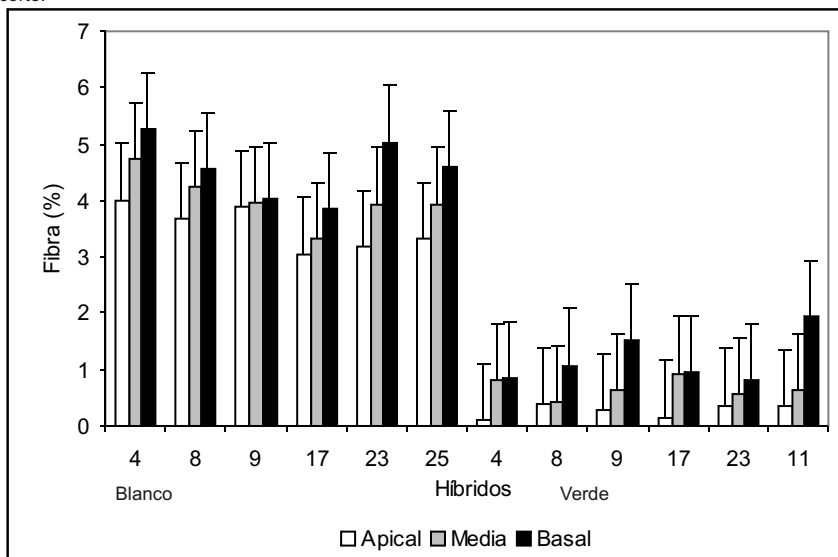
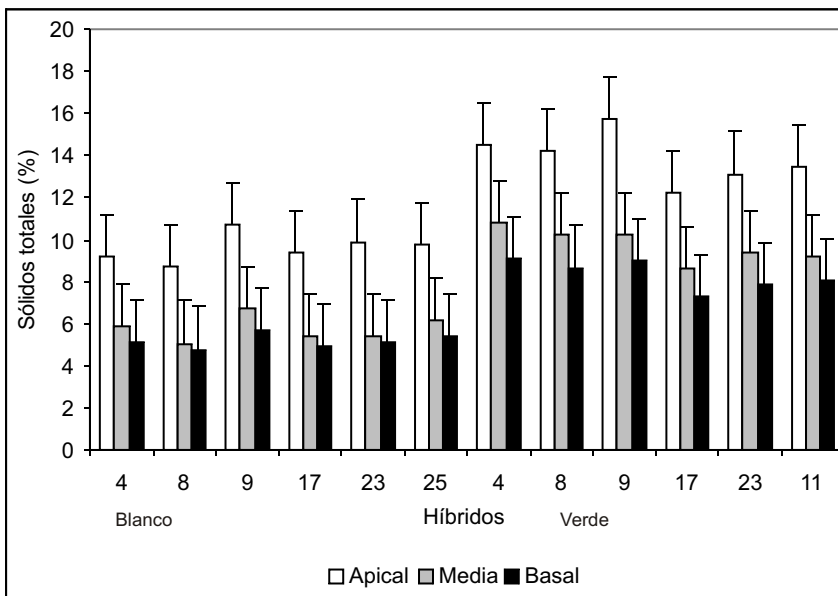


Figura 2: Contenido de sólidos totales (%) en híbridos de espárrago manejados como blanco y verde, a tres distancias de corte.



estudios de Bisson *et al.* (1926) y posteriormente con los de otros autores como Sosa Coronel *et al.* (1976); quienes determinaron que el incremento en el contenido de fibra se desarrolla desde el ápice hacia la base y que en la porción apical, el incremento de haces vasculares lignificados es menor que en el resto del turión.

Sólidos totales

Los sólidos totales manifestaron mayores valores en los espárragos verdes, respecto a los blancos ($F=75,64$; $p<0,001$) (Figura 2). Dentro de los híbridos se destacó con mayor nivel de sólidos el N° 9 cultivado como blanco y como verde el N° 9 y N° 4. Los valores aportados por Hernández *et al.* (1993) indican

que el contenido de sólidos totales en espárrago verde (9,05- 9,02 %) es superior al de los blancos (7,65-5,87 %). Para ambos manejos del cultivo y dentro de cada híbrido se encontraron diferencias altamente significativas entre las distancias de corte, con un mayor contenido en la zona apical. Culpepper y Moon (1939) encontraron que los sólidos totales aumentan desde la base hacia la punta del turión; siendo este aumento, un reflejo del mayor contenido de proteínas y del menor tamaño celular de esta zona, que es de naturaleza meristemática (Wang *et al.*, 1971).

Fenoles

El contenido de fenoles en los espárragos manejados como blanco fue mayor que en los verdes (F= 26,93; p < 0,001)(Figura 3). Dentro de los híbridos se destacó el N° 9 cultivado como blanco y el N° 11 como verde. Entre las distancias de corte se observaron diferencias altamente significativas en todos los materiales y bajo las dos formas de manejo; presentando el mayor contenido la parte apical (Figura 3), debido a una mayor actividad metabólica en esta región. Estos resultados también se correlacionan con los obtenidos previamente por Rodríguez Arcos *et al.*, (2002).

Azúcares

No hubo diferencias en el contenido total de azúcares libres entre las dos formas de manejo. Para los materiales como blancos se destacaron los N° 23, 8, 25 y 4 y como verdes

los N° 23 y 11. En todos los casos la parte apical manifestó el menor valor (figura 4), debido a la mayor actividad metabólica y al rápido uso de los azúcares en formación de celulosa. Culpepper y Moon (1939) mostraron que la menor medida de azúcares libres en el ápice es indicador de una mayor utilización de los mismos en esta zona.

pH

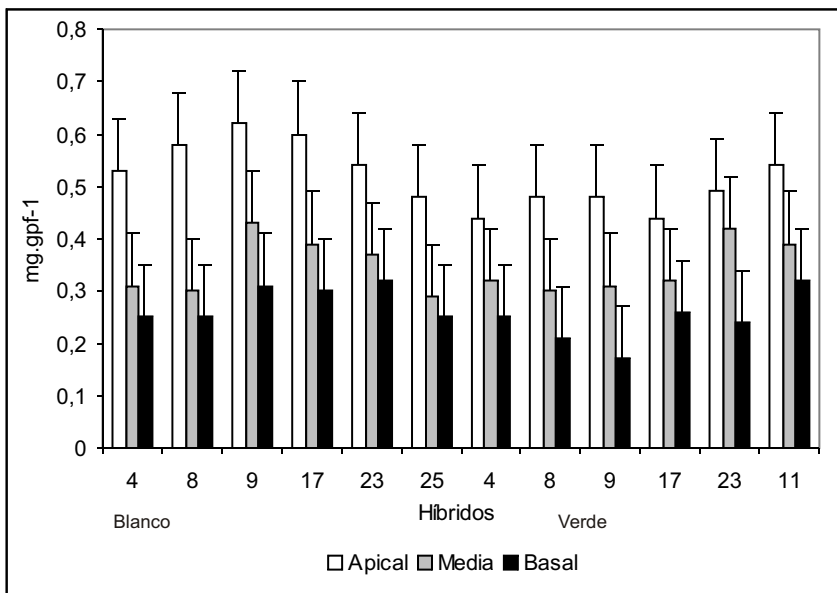
Con respecto al pH se presentaron valores muy similares entre manejos, híbridos y distancias de corte, manifestándose mayor acidez en la parte basal (Figura 5).

No se observaron diferencias significativas en el pH de cada zona, lo cual indicaría un nivel similar de ácidos orgánicos en cada sección estudiada.

Clorofila total

Los híbridos N° 4, 8 y 9 difirieron estadísticamente del testigo (F=85,71; p<0,001). En todos los materiales manejados como verde la cantidad de clorofila fue mayor en la zona apical (Figura 6). Esto podría relacionarse con el mayor contenido de fibra de la zona basal, la cual está más lignificada y por ende presenta células con menor capacidad fotosintética que la zona apical, donde los resultados obtenidos indican que habría mayor actividad metabólica.

Figura 3: Contenido de fenoles (mg. g-1 de peso fresco) en híbridos de espárrago manejados como blanco y verde, a tres distancias de corte.



FIRPO Inés Teresa; ROTONDO Rosana; DRINCOVICH Fabiana; CHAVES Alicia
LÓPEZ ANIDO Fernando; COINTRY Enrique; GARCÍA Stella Maris

Figura 4: Contenido de azúcares (mg.g⁻¹ de peso fresco) en híbridos de espárrago manejados como blanco y verde, a tres distancias de corte.

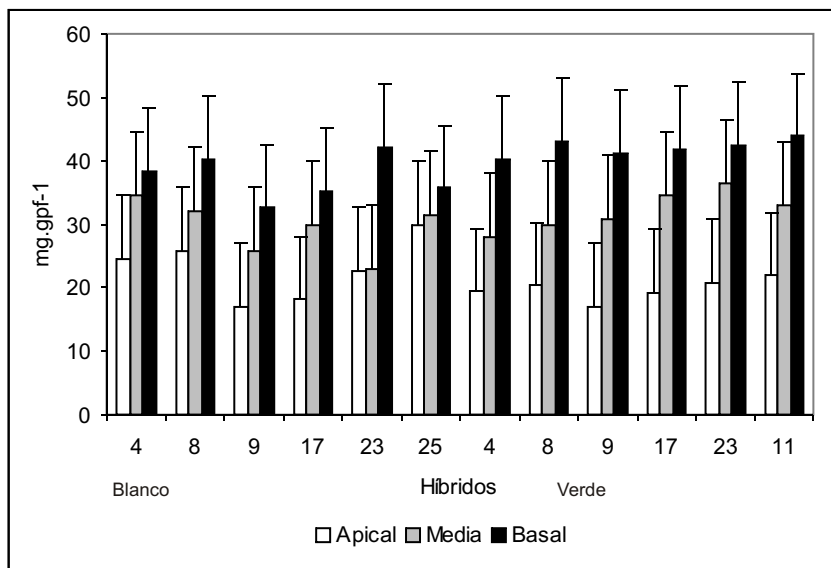
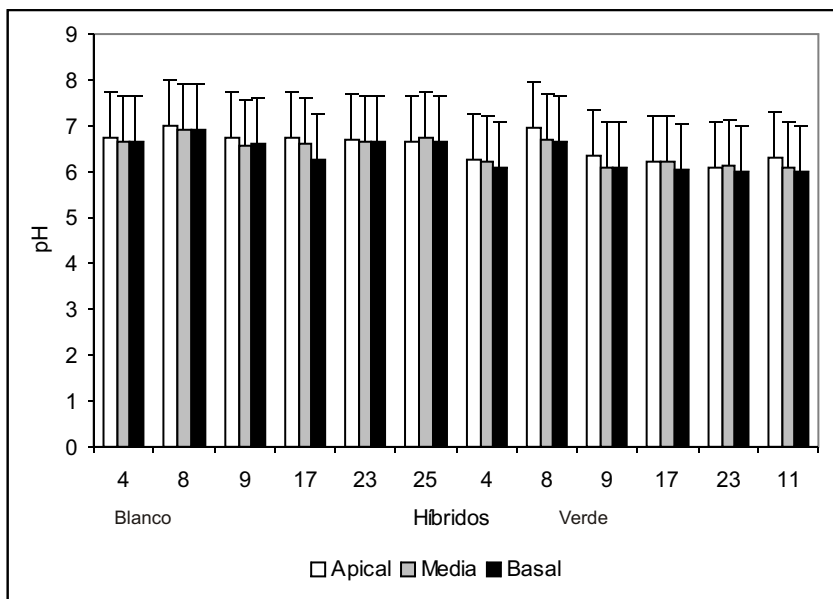


Figura 5: pH en híbridos de espárrago manejados como blanco y verde, a tres distancias de corte.



Tasa respiratoria

La actividad respiratoria fue más elevada en los espárragos cultivados como verde con respecto a los blancos (F=235,82; p<0,001)(Figura 7). Se presentaron

diferencias dentro de los materiales; con la menor tasa en el N° 17 para blanco (F=7,58; p<0,01) y en el N° 11 para verde (F=3,23; p<0,05).

Figura 6: Contenido de clorofila (.g-1de peso fresco) en híbridos de espárrago manejados como verde, a tres distancias de corte.

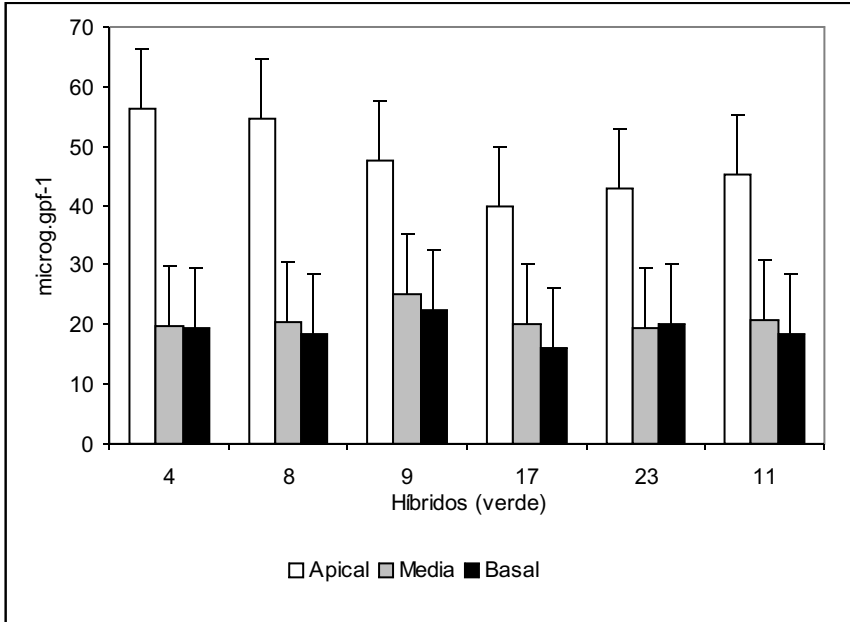
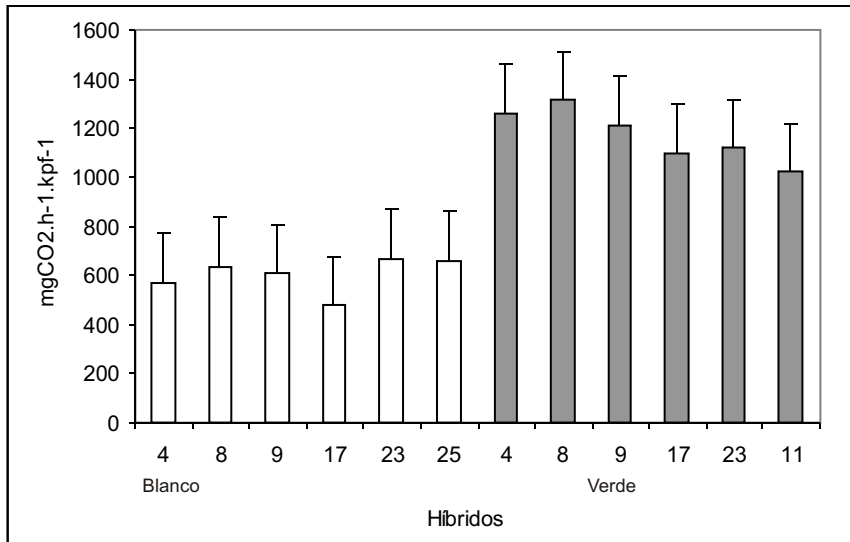


Figura 7: Tasa respiratoria (mgCO₂.h-1.kpeso fresco-1) híbridos de espárrago manejados como blanco y verde.



Conclusiones

* En los cinco híbridos evaluados se observó, en el manejo como blanco un mayor contenido de fenoles y una menor tasa respiratoria, mientras que en el manejo como verde un mayor contenido de sólidos totales y menor porcentaje de fibra.

* En el manejo como blanco el híbrido N° 17 mostró el menor porcentaje de fibra y tasa respiratoria; el N° 9 con mayor acumulación de sólidos totales y fenoles y el N° 23 con el contenido de azúcares más elevado.

* En el manejo como verde se destacaron los híbridos N° 9 y 4 por su mayor cantidad de sólidos totales y clorofila y el N° 23 con mayor acumulación de azúcares.

* La zona apical de los turiones, en todos los híbridos y manejos, presentó menor contenido de fibra y azúcares y mayor de sólidos solubles y fenoles.

Bibliografía

- BILLAU, W.; BUCHLOH, G. y HARTMANN, H.** 1990. The influence of temperature, cultivar, soil-type and stalk-diameter on the lignification of white asparagus. *Acta Horticulturae* 271: 173-184
- BISSON, C.S.; JONES, H.A. y ROBBINS, W. W.** 1926. Factors influencing the quality of fresh asparagus after it is harvested. *Calif. Agr. Expt. Sta. Bull.* 410-414
- CULPEPPER, C. y MOON, H.** 1939. Changes in the composition and rate of growth along the developing stem of asparagus. *Plant Physiology* 14: 677-698
- FIRPO, I.T.; ROTONDO, R.; FERRATTO, J.A. y MURRAY, R.** 2004. Influencia de la temperatura y del envase sobre la calidad poscosecha del espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.). *ITEA* Vol. 100 N° 3: 165-172.
- HERNÁNDEZ, M.T.; BERNALTE, M.J. y CARBALLO, B.M.** 1993. Evolución de parámetros físico-químicos de espárrago blanco y verde a lo largo de la campaña. *Alimentaria* N° 247:43-45.
- KADER, A.A.** 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: A.A. Kader (Editor), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Publ. 3311:15-20.
- KRAMER, A; HAUT, I.C; SCOTT, L.E. y IDE, L.E.** 1949. Objective method for measuring quality factors of raw canned and frozen asparagus. *Proc. Am. Soc. of Hortic. Sci.*, 53:4-11.
- KRAMER, A. y TWIG, B.A.** 1973. *Quality control for the food industry*. Ed. The Avi Publishing Company, INC. Westport Connecticut. (U:S:A)
- KRARUP, A.H. y KRARUP, J.P.L.** 1987. Rendimiento de espárragos verdes y blancos bajo dos modalidades de cosecha. *Agro Sur*, v.15:47-53.
- LICHTENTHALER, H.K.** 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 148: 350-382.
- LIPTON, W.J.** 1990. Postharvest biology of fresh asparagus. *Horticultural Reviews* vol. 12: 69-155
- MAKRIS, D.P. y ROSSITER, J.T.** 2001. Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): Effect of flavonol content and antioxidant status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 4a. 3216-3222.
- NELSON, N.** 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol Chem.* 153:375-380.
- RODRÍGUEZ ARCOS, R.; SMITH, A. y WALDRON K.** 2002. Effect of storage on Wall-Bound Phenolics in Green Asparagus. *J. Agric. Food Chem* vol. 50 N° 11: 3197-3203.
- RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. y FERNÁNDEZ-BOLAÑOS J.** 1999. Postharvest changes in white asparagus cell wall during refrigerated storage. *J. Agric. Food Chem*, 47: 3551-3557.
- RYALL, A.L. y LIPTON, W.J.** 1979. *Handlindg, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*, vol.1 (2nd. Ed.). AVI Publishing Company Westport, Conn, p.5.

SÁNCHEZ, M.T. 1996. Estudio de los factores que afectan a la textura del espárrago, (I). Su análisis. Alimentación, Equipos y Tecnología. Marzo 47-52

SAS INSTITUTE. 1985. "SAS User's guide: Statistics". 5 ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. 958 p.

SIMÓN, A. y CERROLAZA, A. 1993 Características de fibrosidad y composición de distintos cultivares de espárrago blanco. ITEA vol. 89 N° 3: 137-144

SIOMOS, A.S.; SFAKIOTAKIS, E.M. y DOGRAS, C.C. 2000. Modified atmosphere packaging of white asparagus spears: composition, color and textural quality response to temperatura and light. S84: 1-13.

SOSA CORONEL, J.; VEST, G. y HERNER, R. C. 1976. Distribution of fiber content in asparagus cultivars. HortScience 11: 149-151

VINSON, J. A.; HAO, Y.; SU, X. y ZUBIK, L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 36303634.

WANG, S.S.; HAARD, N.F. y DIMARCO, G.R. 1971. Chlorophyll degradation during controlled atmosphere storage of asparagus. J. Food Sci. 36: 657-661.