

(S1-O18)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA PRODUCCIÓN DE AROMAS EN MANZANAS *Golden Reinders* DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERA CONTROLADA-ULO

ROSA, ALTISENT, TANIA, MIRANDA, JORDI, GRAELL,
GEMMA, ECHEVERRÍA, ISABEL, LARA y M^a LUISA, LÓPEZ
Área de Poscosecha, UdL-IRTA, CeRTA (Lleida, España)

Palabras clave: atmósferas con muy bajo nivel de oxígeno - calidad estándar - frío normal - grado de aceptación sensorial - regeneración de aromas

RESUMEN

El almacenamiento de manzanas en atmósferas controladas (AC) con muy bajos niveles de oxígeno (“ultra low oxygen”, ULO) permite mantener mejor la calidad estándar que en frío normal (FN). Sin embargo, éstas atmósferas ULO pueden provocar una reducción en los compuestos aromáticos de los frutos. Para conseguir una regeneración aromática, en el presente trabajo se aplicó un periodo adicional de permanencia en FN después del almacenamiento en ULO.

Se recolectaron en 2 fechas manzanas *Golden Reinders* de la zona de Lleida (España). Los frutos se almacenaron (a 1 °C y 93% HR) durante 4 meses en 4 condiciones: FN (21% O₂+0,03 %CO₂); ULO (1% O₂+1%CO₂); ULO más 15 días en FN (ULO+15); y ULO más 30 días en FN (ULO+30). Después de 1 y 7 días (a 20 °C) tras el almacenamiento, se determinaron los parámetros de calidad estándar, la producción de compuestos volátiles aromáticos, y la aceptación sensorial por parte de un panel de consumidores.

Con respecto a los parámetros de calidad, no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos (ULO, ULO+15 y ULO+30), por lo que se concluye que el período adicional en FN no afecta negativamente a la calidad estándar. La permanencia en FN tras 4 meses en ULO permitió aumentar la concentración de la mayoría de los esteres emitidos tras 7 días a 20°C (en el caso de la cosecha 1). En el caso de la cosecha 2, las muestras del tratamiento ULO+15 fueron más preferidas que las correspondientes a los otros tratamientos. En el caso de la cosecha 1, la aceptación era igual para todos los tres tratamientos. Finalmente, se comprobó que la aceptación de las manzanas por parte del consumidor se vio principalmente influenciada por el contenido de sólidos solubles, la acidez y la concentración de ésteres de 2-metilpropilo.

EVALUATION OF QUALITY AND AROMA PRODUCTION IN *Golden Reinders* APPLES AFTER ULO-CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE

Keywords: ultra low oxygen atmospheres – standard quality - normal cold storage - sensory acceptability - aroma regeneration-

ABSTRACT

The storage of apples in controlled atmospheres (AC) with very low levels of oxygen (“ultra low oxygen”, ULO) allows maintaining a better standard quality of fruits in

comparison with the storage in normal cold atmosphere (AIR). However, this technology can produce a reduction in the aromatic compounds emitted by the fruits. With the aim of improve this aspect, in this work was studied an additional period of AIR after ULO storage to evaluate the regeneration of aroma compounds.

Golden Reinders apples were harvested at 2 dates in the zone of Lleida (NE Spain). The fruits were stored (1 °C and 93 % relative humidity) for 4 months in four different conditions: AIR (21% O₂+0.03 %CO₂); ULO (1% O₂+1%CO₂); ULO plus 15 days in AIR (ULO+15); and ULO plus 30 days in AIR (ULO+30). After 1 and 7 days (at 20 °C) after the storage, the fruits were analyzed and it was determined the standard quality parameters (soluble solids, titratable acidity, flesh firmness, and epidermis color), the production of aroma volatile compounds, and sensorial acceptance by a consumers panel (hedonic test).

From the results, it is shown that the standard quality parameters didn't present significant differences for the different treatments (ULO, ULO+15 and ULO+30). Therefore, it implies that the additional period in AIR conditions after ULO storage doesn't affect them. In relation to aroma compounds, for the first harvest, this additional period increased the amount in almost all esters families after 7 days of shelf-life. For the second harvest, fruits stored in ULO+15 had the highest consumer's acceptance. For the first harvest, this acceptance was similar for all three treatments. Finally, the consumer's acceptance was influenced mainly by soluble solids content, acidity and 2-methylpropyl esters.

INTRODUCCIÓN

España, con una producción de 688,6 miles de toneladas en el año 2005, es el sexto país productor de manzanas en la Unión Europea-25, localizándose su cultivo principalmente en dos zonas: en Cataluña y en Aragón. Ante la globalización y saturación mundial de los mercados, la competitividad de las empresas del sector depende en gran parte de la calidad del producto final, la consecución de la cual hace necesario aplicar una óptima tecnología de manejo y de almacenamiento poscosecha.

El almacenamiento en atmósferas controladas (AC) con unos niveles de O₂ próximos al 1% (ULO) permite prolongar la conservación, mantener mejor la firmeza y la acidez de los frutos, y reducir ciertas alteraciones (como el escaldado superficial), en comparación con la conservación en frío normal (FN) o en AC convencional (niveles de O₂ alrededor del 3%), tal como ha sido demostrado para diversas variedades de manzanas (Graell et al., 1997; López et al., 1999; López et al., 2000; Stow y Genge, 2000). Sin embargo, las atmósferas bajas en O₂ provocan una reducción y/o modificación en los compuestos aromáticos emitidos por los frutos (López et al., 1998; López et al., 2000; Fellman et al., 2003; Echeverría et al., 2004). Como consecuencia de ello, las manzanas presentarán al final del almacenamiento un aspecto y textura satisfactorios, pero pueden adolecer de una falta del gusto y aroma típicos.

Con la finalidad de conseguir una regeneración de los compuestos aromáticos en las manzanas tras la salida de las cámaras ULO, se han propuesto diversas técnicas, tales como: adición de etileno en la atmósfera durante el almacenamiento (Brackmann, 1990) o bien después del almacenamiento (Mattheis et al., 2005); tratamiento de los frutos con precursores de compuestos aromáticos (De Pooter et al., 1983). Aparte de éstas, una técnica que ha sido propuesta (Brackmann, 1990), y que sería fácil de implementar en la práctica de las centrales frutícolas, consiste en mantener los frutos en condiciones de frío normal durante un cierto periodo adicional después del almacenamiento en ULO. Si bien, en dicho trabajo citado, se obtenía una cierta regeneración de los aromas, no se ensayaron en el mismo diversos estados de madurez de los frutos ni distintos periodos de estancia en frío; tampoco se evaluó si la estancia en frío podía producir una significativa pérdida de calidad estándar de los frutos

(firmeza, acidez,...), aspecto que podría dificultar una adecuada comercialización del producto.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue verificar si la aplicación de frío (durante 2 periodos distintos) después de la conservación en atmósfera ULO favorece la emisión de aromas en manzanas *Golden Reinders* (cosechadas en dos fechas distintas), y evaluar la relación con su aceptación sensorial por parte de los consumidores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron frutos procedentes de manzanos (*Malus x domestica* Borkh, cv. Golden Reinders) plantados en una finca experimental de Mollerussa (EEL, IRTA). Las cosechas tuvieron lugar en 2 fechas distintas: después de 147 ddpf (C1); y después de 152 ddpf (C2). Los frutos eran seleccionados según uniformidad y ausencia de defectos, y se almacenaban (a 1 °C y 93% HR) durante 4 meses en cuatro condiciones diferentes: frío normal (FN: 21% O₂+0,03 %CO₂); ULO (1% O₂+1% CO₂); ULO más 15 días en FN (ULO+15); y ULO más 30 días en FN (ULO+30).

Al final del almacenamiento, y después de 1 y 7 días de estancia a 20 °C, se determinaron en los frutos: los parámetros de calidad estándar (sólidos solubles, acidez titulable, firmeza de pulpa y color de epidermis) y la producción de compuestos volátiles aromáticos. Adicionalmente, tras 7 días a 20 °C se determinó el grado de aceptación sensorial de las manzanas por parte de un panel de consumidores (según escala hedónica 1-9). Las metodologías correspondientes a dichas determinaciones están descritas en Echeverría et al. (2004). Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y test LSD ($p \leq 0,05$), utilizando el programa Statistical Analyses System (SAS, 1998). Unscrambler Ver. 6.11. software (CAMO ASA, 1997) fue utilizado para el análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Parámetros de calidad estándar.

En la Tabla 1 se presentan los valores de los parámetros de calidad que presentaban los frutos en el momento de ambas cosechas. Se observa que, en la primera cosecha, se obtenían frutos con mayor acidez y color más verde, si bien la firmeza y contenido de sólidos solubles eran iguales para ambas fechas. Los frutos tenían en el momento de ambas cosechas un adecuado estado de madurez para ser frigoconservados, de acuerdo con las recomendaciones habituales en el sector para manzanas *Golden*.

En la misma Tabla 1 se pueden observar los valores de dichos parámetros de calidad después del almacenamiento. En el caso de las manzanas cosechadas en C1, la evaluación de su calidad a 1 día después de su almacenamiento mostraba una influencia del tipo de atmósfera en algunos parámetros. El contenido de sólidos solubles era más elevado si los frutos habían sido almacenados en ULO que en el resto de atmósferas. La acidez y la firmeza se mantuvieron en valores altos tanto en ULO, como en ULO+15 o ULO+30. Y el color de la epidermis fue más verde (tono mayor) en los frutos almacenados en ULO+15 o ULO+30. Si se observa la evaluación efectuada a los 7 días después del almacenamiento, los resultados eran similares a los anteriores. El contenido de sólidos solubles y la firmeza eran mayores en los frutos conservados en ULO, ULO+15 o ULO+30. La acidez se mantuvo más elevada en ULO y ULO+15. Sin embargo no se mantenían las diferencias en relación al color de la epidermis.

En el caso de las manzanas cosechadas en C2, se demostró también una influencia del tipo de atmósfera en la calidad. En la evaluación a 1 día después del almacenamiento, el nivel de sólidos solubles más alto lo presentaron los frutos almacenados en ULO+15. El nivel de

acidez más elevado se produjo en ULO, seguido por ULO+15 o ULO+30. Igualmente la firmeza era mayor en el caso de ULO que en el caso de ULO+15, siendo más baja en ULO+30. El viraje del color se produjo en las manzanas conservadas en ULO+15 y en ULO+30.

En general, podemos concluir que las atmósferas ULO ayudan a preservar la calidad de las manzanas en comparación con la atmósfera FN, debido a que reducen las pérdidas de firmeza y acidez mientras que mantienen mayor contenido de sólidos solubles y más color verde en la epidermis. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos para manzanas *Fuji* (Brackmann et al., 1995; Fan et al., 1997; Drake and Elfving, 1999; Echeverría et al., 2004b) o para manzanas *Golden Delicious* (López et al., 1999). Por otra parte, podemos concluir que una estancia de 15 ó 30 días en FN, después del almacenamiento en ULO, no ocasiona una pérdida significativa de los niveles de firmeza, acidez y sólidos solubles para las manzanas cosechadas en C1, si bien aquellas manzanas cosechadas en C2 experimentan una pérdida significativa de firmeza y acidez al cabo de tan sólo 15 días de permanencia en FN después del almacenamiento ULO.

2. Regeneración de aromas.

Un total de 49 compuestos volátiles fueron detectados después de 4 meses de almacenamiento en atmósfera ULO, de los cuales 40 fueron ésteres (9 acetatos, 4 ésteres de etilo, 2 ésteres de propilo, 7 ésteres de butilo, 4 ésteres de pentilo, 6 ésteres de hexilo, 4 ésteres de 2-metilpropilo, 4 ésteres de 2-metilbutilo) y 9 fueron alcoholes. Debido al elevado número de compuestos se ha optado por agrupar éstos en sus correspondientes familias.

En la Tabla 2 se muestran las distintas familias de compuestos volátiles emitidos por las manzanas *Golden Reinders* después del almacenamiento durante 4 meses en atmósfera ULO, ULO+15 y ULO+30 días. Para poder comparar específicamente los resultados correspondientes a dichos tratamientos, se descartó la inclusión de los datos correspondientes a la atmósfera FN; de todas maneras, cabe destacar que ésta atmósfera FN fue la que proporcionó la mayor emisión aromática, resultado similar al obtenido por Echeverría et al. (2004a), en manzanas *Fuji* almacenadas durante períodos medios-largos.

A excepción de los ésteres de etilo, se produjo un aumento significativo de los aromas emitidos por las manzanas procedentes de los tratamientos ULO+15 y ULO+30 respecto a ULO. Este crecimiento se producía para la cosecha 1 tras un período de 7 días de permanencia a 20 °C. Por el contrario, en los frutos procedentes de la cosecha 2 se produjo un aumento para el tratamiento ULO+30. En el caso de los ésteres de hexilo y de 2-metilpropilo esta regeneración a 1 día de permanencia a 20 °C sólo se producía para la cosecha 1.

En general, el grupo de volátiles mayoritario (cuantitativamente hablando) han sido los ésteres de hexilo, coincidiendo ello con otros resultados obtenidos para las manzanas *Golden Delicious* (López et al., 1998b).

3. Aceptación sensorial por parte de consumidores.

En la Figura 1 se representa el grado de aceptación sensorial que el panel de consumidores otorgó a las manzanas tras el almacenamiento de 4 meses seguido por 7 días de permanencia a 20 °C. Se observa que todos los frutos almacenados en ULO, ULO+15 y ULO+30 obtuvieron una puntuación superior a 6 (en una escala de 1 a 9) para ambas cosechas. Para valores superiores a 5 se considera que el consumidor se ve satisfecho por el consumo de los frutos.

Para la cosecha 1, se observa que las distintas muestras obtuvieron puntuaciones alrededor de 7 puntos, y que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ensayados. Por otro lado, para la cosecha 2 (en la que los frutos mostraron menores valores de acidez) se observa que la atmósfera ULO tuvo una baja puntuación, debido probablemente a

su bajo nivel de aromas (Tabla 2). En el caso del tratamiento ULO+30, si bien los frutos presentaron una mayor concentración de aromas, el grado de aceptación también fue bajo, seguramente debido a que dichos frutos presentaban un detrimento en cuanto a los parámetros de calidad estándar, primando seguramente ello a la hora de la aceptación otorgada por los consumidores. En cambio, en esta cosecha 2, son los frutos sometidos al tratamiento ULO+15 los que obtuvieron un mayor grado de aceptación, al presentar los mismos un mejor equilibrio entre parámetros de calidad y aromas.

4. Parámetros que influyen en la aceptación por parte del consumidor.

Para poder observar la correlación entre los distintos parámetros analizados, así como la disposición de las muestras, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) de los datos. En el gráfico “biplot” obtenido (Figura 2) se observa que el PC1 explica un 63% y el PC2 un 24% de la variabilidad de los datos, explicándose en global un 87% de dicha variabilidad. De la misma figura se puede deducir que las muestras mejor aceptadas fueron las muestras de cosecha 1, y dentro de éstas la aceptación sería en el siguiente orden: ULO > ULO+30 > ULO+15. También podemos concluir que los parámetros que más influyeron en la aceptación por parte del consumidor fueron el contenido de sólidos solubles, la acidez y los ésteres de 2-metilpropilo. Cabe destacar, además, que los ésteres de etilo se anticorrelacionaron con respecto a la aceptación. En lo que se refiere al contenido de aromas, se destaca una mayor concentración de los mismos en las muestras de frutos almacenados en ULO+30, para ambas cosechas, mientras que los frutos que presentaron un menor contenido de aromas fueron aquellos almacenados en ULO (para la cosecha 2).

CONCLUSIONES

Podemos concluir que se produce una regeneración de los compuestos volátiles en las manzanas *Golden Reinders*, para los frutos de ambas cosechas, al cabo de 7 días de permanencia de los mismos a 20 °C en el caso de los tratamientos ULO+15 y ULO+30 con respecto al tratamiento ULO. Además, este período adicional en FN no afecta negativamente a los parámetros de calidad estándar de las manzanas. Por otro lado, si nos fijamos en la aceptación por parte del consumidor podemos concluir que las muestras mejor valoradas son las procedentes de la cosecha 1 (no habiendo diferencias entre los tratamientos ULO, ULO+15 y ULO+30). En cambio, para la cosecha 2, las muestras procedentes del tratamiento ULO+15 son más preferidas que las correspondientes a los otros dos tratamientos ensayados. La aceptación de las manzanas por el panel de consumidores se vio principalmente influenciada por el contenido de sólidos solubles, la acidez y la concentración de ésteres de 2-metilpropilo.

AGRADECIMENTOS

Se agradece la financiación recibida del Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyecto RTA2005-00050-00-00), así como la concesión de una beca predoctoral a R. Altisent por parte del INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Brackmann, A. 1990. Possibilities Of Aroma Improvement In Apples During Ca Storage. In: Xxiii International Horticultural Congress, Ishs, Firenze, Abstracts 2: 3316.
- Brackmann, A., Mazaro, S.M., Bortoluzzi, G. 1995. Quality Of ‘Fuji’ Apples Under Controlled Atmosphere. *Ciencia Rural*. 25:218-8.

- Camo Asa., 1997. Unscrambler Users Guide, Ver 6.11^a. Programme Package For Multivariate Calibration. Trondheim, Norway.
- De Pooter, H.L., Montens, J.P., Willaert, G.A., Dirinck, P.J., Schamp, N.P. 1983. Treatment Of Golden Delicious Apples With Aldehydes And Carboxylic Acids: Effect On The Headspace Composition. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. 31: 813-818.
- Drake, S.R., Elfving, D.C. 1999. Quality Of 'Fuji' Apples After Regular And Controlled Atmosphere Storage. *Fruit Var. J.*, 53: 193-8.
- Echeverría, G., Fuentes, T., Graell, J., Lara, I., López, M.L. 2004a. Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology: A comparison of two seasons. *Postharvest Biology and Technology*. 32, 29-44.
- Echeverría, G., Lara, I., Fuentes, T., López, M.L., Graell, J., Puy, J. 2004b. Assessment of relationship between sensory and instrumental quality of controlled-atmosphere-stored 'Fuji' apples by multivariate analysis. *Journal of Food Science*. Vol.69, Nr.9, 368-375
- Fan, X., Mattheis, J.P., Patterson, M.E., Fellman, J.K. 1997. Evaluation of 'Fuji' apple ground color at harvest as a predictor of post-storage fruit quality. In: Mitcham EJ, editor. Apples and pears. Proceedings of 7th Int CA Conference. Univ. of California, Davis. 1:42-49.
- Fellman, J.K., Rudell, D.R., Mattinson, D.S., Mattheis, J.P. 2003. Relationship of harvest maturity to flavour regeneration after CA storage of 'Delicious' apples. *Postharvest Biology and Technology*. 27: 39-51.
- Graell, J., Larrigaudiere, C., Vendrell, M., 1997. Effect of low oxygen atmospheres on quality and superficial scald of Topred apples. *Food Science and Technology International*. 3: 203-211.
- López, M.L., Lavilla, M.T., Recasens, I., Riba, M., Vendrell, M. 1998a. Influence of different oxygen and carbon dioxide concentrations during storage on production of volatile compounds by Starking Delicious apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46:634-643.
- López, M.L., Lavilla, M.T., Riba, M., Vendrell, M. 1998b. Comparison of volatile compounds in two seasons in apples: *Golden Delicious* and *Granny Smith*. *Journal of Food Quality*. 21, 155-156.
- López, ML, Lavilla, T, Graell, J., Recasens, I., Vendrell, M. (1999). Effect of different CA conditions on aroma and quality of Golden Delicious apples. *Journal of Food Quality*. 22: 583-597.
- López, ML, Lavilla, T, Recasens, I., Graell, J., Vendrell, M. (2000). Changes in aroma quality of Golden Delicious apples after storage at different oxygen and carbon dioxide concentrations. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 80:311-324 .
- Mattheis, J.P., Fan, X., Argenta, L.C. 2005. Interactive responses of Gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 4510-4516.
- Stow J., Genge P. (2000). The effects of storage conditions on the keeping quality of 'Gala' apples. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 75 (4): 393-399.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Parámetros de calidad de manzanas *Golden Reinders* recolectadas en 2 fechas distintas y almacenadas en distintas atmósferas durante 4 meses más 1 y 7 días de permanencia a 20 °C.

			SS (%)		AT (g/L)		Firmeza (N)		Color (tono)	
COSECHA 1			13,3	A	5,4	A	74,6	A	111,6	B
COSECHA 2			13,7	A	3,6	B	68,4	A	114,0	A
Atmosfera		Cosecha	Días a 20°C							
FN	1	1	14,83	bA	3,76	bA	53,98	bB	105,04	cA
		7	14,67	bA	3,40	cA	54,71	cA	104,45	abA
	2	1	14,71	bA	2,61	cB	56,65	dA	106,03	bA
		7	14,45	cA	2,52	cB	56,93	cA	103,60	cA
ULO	1	1	15,69	aA	4,77	aA	70,03	aB	109,23	bA
		7	15,74	aA	4,63	aA	66,68	aA	106,23	aB
	2	1	14,48	bB	3,79	aB	76,15	aA	110,24	aA
		7	15,39	aA	3,08	bB	68,08	aA	108,78	aA
ULO+15dFN	1	1	14,83	bA	4,84	aA	70,40	aA	111,25	aA
		7	15,38	aA	4,80	aA	64,65	aA	106,37	aB
	2	1	15,18	aA	3,26	bB	73,28	bA	111,25	aA
		7	15,60	aA	3,22	bB	68,18	aA	107,86	aA
ULO+30dFN	1	1	14,74	bA	4,81	aA	69,95	aA	110,88	aA
		7	15,46	aA	4,30	bA	62,55	abA	105,31	aA
	2	1	14,75	bA	3,34	bB	68,65	cA	109,95	aA
		7	15,11	abA	3,60	aB	64,80	bA	106,20	bA

¹ FN: 21% O₂+0,03% CO₂; ULO: 1% O₂ +1% CO₂; ULO+15, ULO+30: ULO más 15 y 30 días en FN.

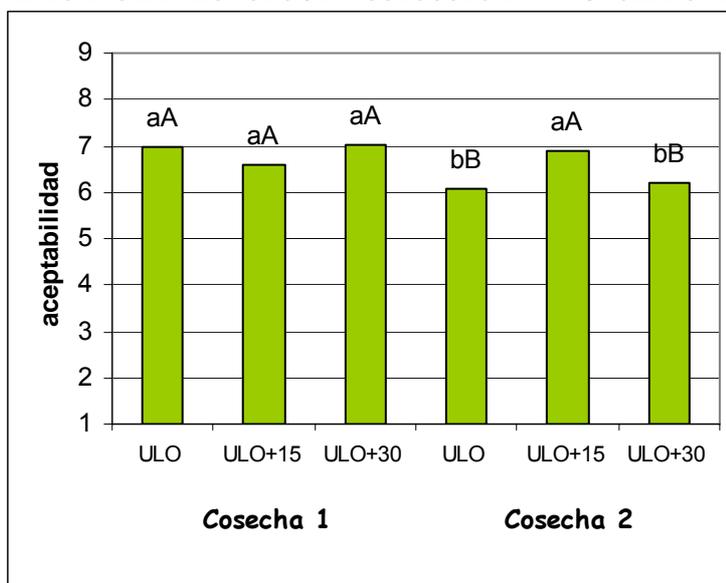
² Letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre atmósferas para una misma cosecha y periodo a 20 °C. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre cosechas para una misma atmósfera y periodo a 20 °C.

Tabla 2. Familias de compuestos aromáticos ($\mu\text{g}/\text{kg}$) emitidos por manzanas *Golden Reinders* recolectadas en dos fechas distintas y almacenadas durante 4 meses más 1 y 7 días de permanencia a 20 °C.

Compuestos	Cosecha	Período a 20°C	Atmósfera					
			ULO		ULO+15		ULO+30	
Acetatos LSD= 24,588	1	1	8,910	aA	31,033	aA	22,902	aA
		7	35,701	bA	77,016	aA	74,121	aA
	2	1	11,553	aA	6,848	aA	19,150	aA
		7	30,511	bA	43,436	bB	72,793	aA
Ésteres de etilo LSD= 4,514	1	1	5,983	aB	4,366	aB	4,174	aB
		7	5,919	aA	6,876	aA	7,069	aA
	2	1	11,570	aA	11,393	aA	13,104	aA
		7	7,885	aA	8,861	aA	9,420	aA
Ésteres de propilo LSD= 0,989	1	1	0,000	bA	0,771	aA	0,202	aA
		7	1,274	bA	2,832	aA	3,161	aA
	2	1	0,000	A	0,000	A	0,126	aA
		7	0,778	bA	1,391	bB	2,635	aA
Ésteres de butilo LSD= 26,401	1	1	5,422	aA	26,141	aA	14,965	aA
		7	33,443	bA	73,708	aA	75,603	aA
	2	1	6,144	aA	4,548	aA	12,797	aA
		7	29,832	bA	43,342	bB	72,028	aA
Ésteres de pentilo LSD= 3,215	1	1	0,750	aA	3,187	aA	2,610	aA
		7	5,522	bA	10,564	aA	11,893	aA
	2	1	0,781	aA	0,882	aA	1,791	aA
		7	4,735	bA	6,437	bB	10,691	aA
Ésteres de hexilo LSD= 47,283	1	1	6,104	abA	59,083	aA	36,320	aA
		7	80,734	bA	154,751	aA	148,665	aA
	2	1	10,301	aA	7,527	aB	27,789	aA
		7	68,481	bA	85,762	bB	138,605	aA
Ésteres de 2metilpropilo LSD= 0,855	1	1	0,737	bA	2,197	aA	2,161	aA
		7	1,824	bA	2,661	aA	3,316	aA
	2	1	0,733	aA	0,510	aB	0,913	aB
		7	1,361	abA	1,632	aB	2,342	aB
Ésteres de 2metilbutilo LSD= 17,643	1	1	3,608	aA	10,032	aA	16,821	aA
		7	25,468	bA	47,798	aA	64,156	aA
	2	1	2,723	aA	3,143	aA	8,396	aA
		7	15,578	abA	31,342	aA	48,973	aA
Alcoholes LSD= 2,088	1	1	4,000	aB	3,176	aA	3,244	aA
		7	4,338	bA	7,097	aA	7,435	aA
	2	1	2,770	aA	1,689	aA	2,970	aA
		7	3,421	abA	5,107	aA	6,836	aA

¹ ULO: 1% O₂ +1% CO₂; ULO+15, ULO+30: ULO más 15 y 30 días en FN.

² Letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre atmósferas para una misma cosecha y periodo a 20 °C. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre cosechas para una misma atmósfera y periodo a 20 °C.



¹ ULO: 1% O₂ +1% CO₂; ULO+15, ULO+30: ULO más 15 y 30 días en FN.

² Letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre atmósferas para una misma cosecha y periodo a 20 °C. Letras mayúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas entre cosechas para una misma atmósfera y periodo a 20 °C. LSD = 1,93

Figura 1. Grado de aceptación sensorial mediante un panel de consumidores (según escala hedónica de 1 a 9) de manzanas *Golden Reinders* recolectadas en 2 fechas distintas y almacenadas en distintas atmósferas durante 4 meses más 7 días de permanencia a 20 °C.

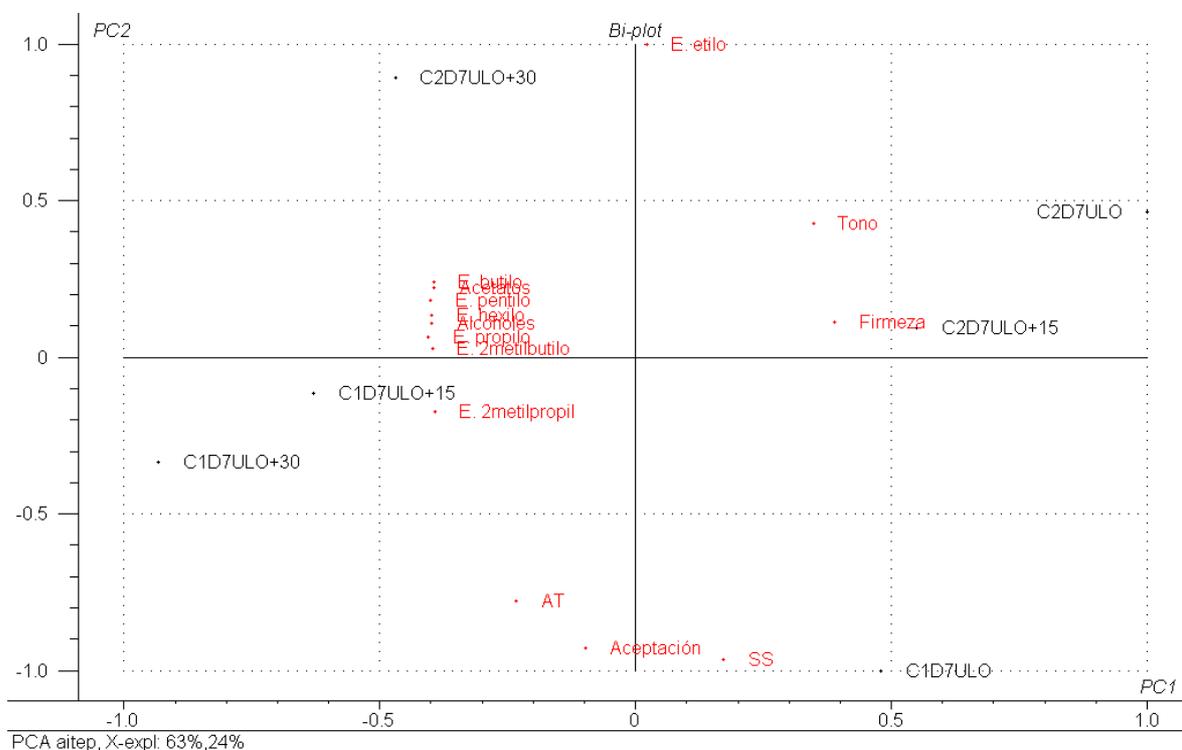


Figura 2. Biplot PC1 vs. PC2 de las muestras y de los parámetros analizados en manzanas *Golden Reinders* recolectadas en 2 fechas distintas y almacenadas en distintas atmósferas.