

PARA EL ANÁLISIS SE UTILIZARON DATOS DE PRODUCCIÓN Y PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA FRUTA DE 110 FINCAS

Estudio de los factores relacionados con el bitter pit en la zona frutícola de Lleida

En el presente artículo se han estudiado datos de 110 fincas productoras de manzana Golden, localizadas en el área frutícola de Lleida, concretamente en el área frutal de los regadíos del Pla d'Urgell y del Segrià, con el objetivo de identificar algunos de los factores más relevantes en el desarrollo de bitter pit.

Fonseca, F.⁽¹⁾, Lordan, J.1.⁽²⁾, Pascual, M.⁽²⁾, Villar, J.M.⁽³⁾, Rufat, J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, IRTA, Departament de Tecnologia del Reg.

⁽²⁾ Universitat de Lleida, Departament d'Hortofruticultura, Botànica i Jardineria.

⁽³⁾ Universitat de Lleida, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl.

El bitter pit es un desorden fisiológico que se manifiesta por la aparición de manchas en el fruto. El desorden se relaciona generalmente con el balance de nutrientes del fruto, siendo todavía poco claras las causas que lo provocan (Val

et al., 1998). Los factores más influyentes en la aparición de bitter pit en manzana se relacionan con el medio y las prácticas del cultivo, como el exceso de vigor, la falta de iluminación, la nutrición (particularmente el nitrógeno, el calcio, el potasio y el magnesio) y el estrés hídrico, todas ellas causantes directas o indirectas de la aparición de bitter pit (Perring, 1986; Ferguson y Watkins, 1989; Sió et al. 1998; Yuri, 2010). También se ha relacionado su aparición con la recolección precoz de la fruta, en estados inmaduros (Burmeister y Dilley, 1983).

El contenido y las proporciones de nutrientes en los frutos se ha relacionado con el

desarrollo del bitter pit desde hace tiempo, como se ha demostrado en el caso: del nitrógeno y el calcio (Sharple, 1980; Faust, 1989; Saure, 2005), proponiendo la relación N/Ca; del potasio y el magnesio, con una conocida relación antagónica (Bramlage et al. 1985); y del potasio, relacionado con el magnesio, el calcio y el nitrógeno (Bramlage et al., 1993).

La necesidad de herramientas de diagnóstico del grado potencial de incidencia de este desorden ha generalizado el uso de los indicadores a nivel productivo, y también a nivel de investigación, para evaluar los efectos potenciales de las prácticas culturales sobre el bitter pit.

La susceptibilidad a bitter pit varía de manera importante según las variedades (Val et al., 1998). En el caso de la zona productora de Lleida, como en el resto del valle del Ebro, donde son mayoritarias las plantaciones del grupo Golden, el bitter pit constituye un serio problema para la calidad de la producción, con una incidencia negativa en el resultado económico de las explotaciones.

En el presente artículo se han estudiado datos de 110 fincas localizadas en el área frutícola de Lleida, concretamente en el área frutal de los regadíos del Pla d'Urgell y del Segrià, con el objetivo de identificar algunos de los factores más relevantes en el desarrollo de bitter pit.

Materiales y métodos

Los datos utilizados en este trabajo fueron obtenidos durante la campaña 2002 en 110 fincas productoras de manzana cv. Golden,



de diferentes características y edad y bajo diferentes condiciones de suelo y manejo.

La información analizada, proveniente de los cuadernos de explotación de las fincas y de las centrales hortofrutícolas, es la demandada por la Norma de Producción Integrada, además de la obtenida complementariamente para evaluar el grado de bitter pit. Para el análisis se utilizaron los datos de producción (kg/ha) y los parámetros de calidad de la fruta de primera categoría de cada parcela, como: acidez, dureza, contenido de azúcares, número de semillas por fruto, calibre y contenidos de almidón, N, P, K, Ca y Mg en la fruta. También se disponía de información sobre las cantidades aplicadas de nitrógeno, fósforo y potasio, además del calcio aplicado durante la campaña. Se establecieron las relaciones N/Ca, K/Ca, (K+Mg)/Ca y la variación de la producción del año 2001 con respecto a 2002.

Con esta información se realizó un análisis discriminante, con el objetivo de encontrar diferencias respecto a la afectación por bitter pit, y poder establecer los factores que más influyen en la aparición de esta fisiopatía para la zona estudiada.

El análisis estadístico se realizó con el programa JMP, Versión 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2009.

Resultados

Los resultados obtenidos reflejan algunos aspectos que pueden considerarse, a priori, como relevantes en el contexto de la zona productora estudiada (**cuadro I**). Sorprendentemente, los ratios N/Ca y K/Ca, considerados como indicadores de referencia, muestran un rango de variación extremadamente limitado. En el caso de la relación N/Ca, la variación media se da entre los valores de 9,7 y 12,2, siendo el intervalo 95% del orden de 4,5-20, aproximadamente, muy alejado del rango referido como normal para la variedad Golden (Shear, 1973; Val *et al*, 1998). Algo similar sucede en el caso de la relación K/Ca. Sin embargo, los niveles de nutrientes en fruto (N, P, K y Ca) se encuentran en la mayoría de los casos dentro del rango normal de la zona (Villar y Aran, 2008).

Los contenidos de fósforo del suelo (P Olsen) y potasio (K acetato amónico) presentan un alto grado de variación, encon-



En el caso de la zona productora de Lleida, donde son mayoritarias las plantaciones del grupo Golden, el bitter pit constituye un serio problema para la calidad de la producción.

CUADRO I.

Valores medios (\pm desv. estándar) de las variables estudiadas en cosecha.

	Fincas con presencia de bitter pit	Fincas sin presencia de bitter pit
Dureza, Nw/cm ²	74,6 \pm 1,3	70,8 \pm 0,8
Sólidos solubles, S.S. (°Brix)	14,5 \pm 2,3	13,8 \pm 2,3
Índice almidón, I.A.	2,2 \pm 0,6	2,5 \pm 0,7
Acidez, (g/l ácido málico)	5,5 \pm 0,8	5,7 \pm 0,6
Número semillas por fruto	2,2 \pm 1,7	2,8 \pm 1,9
Calibre medio (mm)	77,2 \pm 4,5	80,5 \pm 3,7
Nitrógeno en fruto, N fruto (mg/100g)	47,1 \pm 8,7	52,9 \pm 12,3
Fósforo en fruto, P fruto (mg/100g)	11,3 \pm 2,1	11,8 \pm 2,3
Potasio en fruto, K fruto (mg/100g)	122,5 \pm 24,9	123,3 \pm 21,7
Calcio en fruto, Ca fruto (mg/100g)	5,1 \pm 1,1	4,5 \pm 0,8
Relación nitrógeno /potasio, N/Ca	9,7 \pm 2,9	12,2 \pm 3,7
Relación potasio/calcio, K/Ca	24,9 \pm 6,5	28,1 \pm 6,6
Relación potasio, magnesio y calcio, K+Mg/Ca	1,5 \pm 0,4	1,6 \pm 0,4
Contenido de fósforo en suelo (ppm)	52,8 \pm 34,5	54,0 \pm 24,0
Contenido de potasio en suelo (ppm)	255,0 \pm 127,2	260,3 \pm 110,2

FIGURA 1.

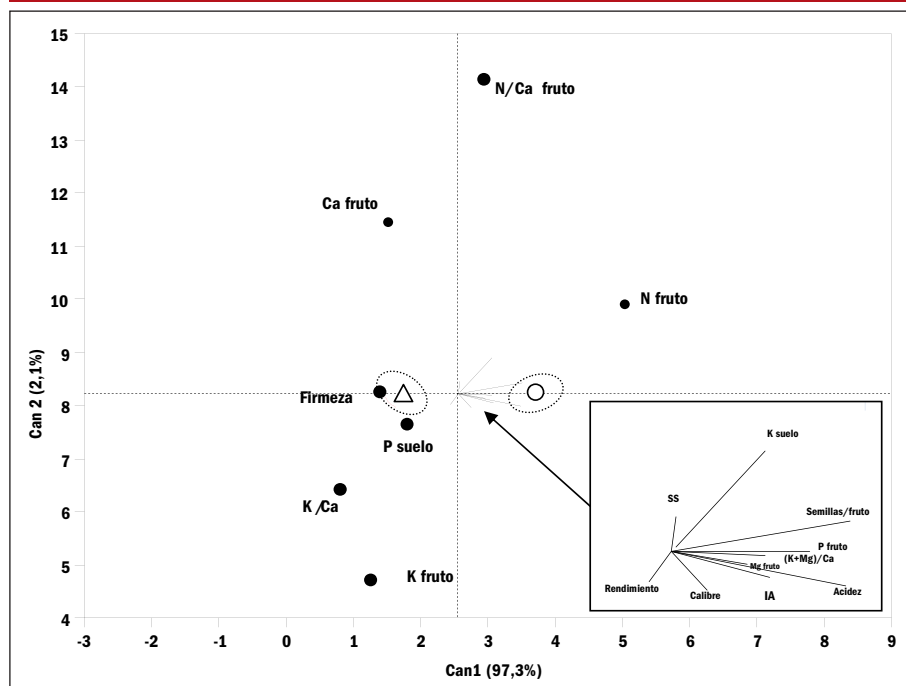


Gráfico de los centroides (valores medios) y de la elipse 95% de confianza de las dos primeras componentes canónicas de las categorías de fincas con (○) y sin presencia (△) de bitter pit en cosecha. Las abreviaciones de las variables se definen en el cuadro I.



La nutrición del cultivo, particularmente el nitrógeno, el calcio, el potasio y el magnesio, se encuentra entre los factores más influyentes en la aparición de bitter pit.



Entre los parámetros de calidad de la fruta de primera categoría analizados para evaluar el grado de bitter pit se encuentra el número de semillas por fruto.

trándose fincas con un alto contenido, mientras que otras presentan niveles normales o bajos. Ello se considera asociado al abonado excesivo y a la aplicación de importantes cantidades de materia orgánica, frecuente hasta hace pocos años.

La **figura 1** muestra los resultados del análisis discriminante con los factores estudiados respecto a la aparición o no de bitter pit. La primera variable canónica explica hasta el 97,3% de la variabilidad observada, mostrando como variables más relevantes el contenido de nitrógeno en el fruto. La relación N/Ca, considerada como un indicador consistente de riesgo de bitter pit (Faust, 1989; Watkins, 2003; Nielsen y Nielsen, 2003; Lakso, 2003) no presenta capacidad discriminante en nuestras condiciones de cultivo.

Por efecto de la aplicación de calcio foliar, práctica muy habitual en la zona, los contenidos de calcio en fruto son altos, valores medios entre 4,5 y 5,1 mg Ca/100 g de fruta fresca. De ahí que este elemento no sea un buen discriminador del riesgo potencial de bitter pit.

Conclusiones

Según los datos obtenidos de las parcelas comerciales estudiadas, el estudio de los ratios más importantes relacionados con la incidencia de bitter pit (N/Ca y K/Ca) no se correlacionaron con ésta, aportando valores similares independientemente de la presencia o no de la fisiopatía.

Del estudio se desprende la importancia

de los altos contenidos de nitrógeno en fruto en el desarrollo de bitter pit en cosecha.

Las condiciones edafoclimáticas o de zona pueden suponer un aspecto clave pa-

ra la incidencia de bitter pit, debido a la gran variabilidad que presentan de los diferentes ratios utilizados, en función de la zona de estudio. ●

Bibliografía ▼

- ▶ Bramlage, W. J. 1993. Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. *Acta Hort* (ISHS) 326: 15-28.
- ▶ Bramlage, W. J.; Weis, S.A. y Drake, M. 1985. Predicting the occurrence of poststorage disorders of 'McIntosh' apples from preharvest mineral analyses. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 110. pp. 493-498.
- ▶ Burmeister, D.M. y Dilley, D.R. 1993. Characterization of Mg²⁺ induced bitter pit-like symptoms on apples: A model system to study bitter pit initiation and development. *J. Agric. Food Chem.* 4, pp. 1203-1207.
- ▶ Drazeta L, Lang A, Hall A, Volz R. y Jameson P.E. 2004. Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Annals of Botany* 93, 275-282.
- ▶ Drazeta L, Lang A, Morgan L, Volz R. y Jameson P.E. 2001. Bitter pit and vascular function in apples. *Acta Hort.* 564: 387-392.
- ▶ Faust, M. (1989) *Physiology of temperate zone fruit trees*. Wiley Interscience. New York.
- ▶ Ferguson, I.B. y Watkins, C.B. 1989. Bitter pit in apple fruit. *Hortic. Rev.* 11. pp. 289-355.
- ▶ Lakso A.N. (2003) Water relations of apples. In: D.C. Ferree and I.J. Warrington, Editors, *Apples: Botany, production and uses*, CAB International, Wallingford pp. 167-194.
- ▶ Nielsen GH y Nielsen D. (2003) Nutritional Requirements of Apple In: D.C. Ferree and I.J. Warrington, Editors, *Apples: Botany, production and uses*, CAB International, Wallingford. Chapt. 12, pp 267-299
- ▶ Perring, M.A. 1986. Incidence of bitter pit in relation to the calcium content of apples; problems and paradoxes, a review. *J. Sci. Food Agric.* 37, pp. 591-606.
- ▶ Rufat, J. 2003. Influencia del riego y del abonado nitrogenado sobre el comportamiento vegetativo y productivo y su efecto en la calidad del fruto en manzana. Tesis doctoral. Universidad de Lleida. España.
- ▶ Saure, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* 105, pp. 65-89
- ▶ Sharples, R.O. 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. En: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (eds.) *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths, London. pp. 17-28.
- ▶ Sió, J., Boixadera, J. y Rosera, J. 1999. Effect of orchard factors and mineral nutrition on bitter pit in 'Golden Delicious' apples. *Acta Hort.* (ISHS) 485:331-334.
- ▶ Val, J. 2003. Avances recientes en la investigación del bitter pit. *Vida rural.* 165. 40-44.
- ▶ Val, J., Gil, A., Aznar, Y., Monge, E. y Blanco, A. 1998. Nutritional study of an apple orchard as endemically affected by Bitter-pit. *Acta Hort.* (ISHS) 513:493-504
- ▶ Villar P y Aran M. 2008. Guia d`interpretació d`anàlisis de sols i plantes. Generalitat de Catalunya. Departament d`agricultura, Alimentació i Acció Rural. Catalunya.
- ▶ Yuri, J.A. 2010. Bitter pit y nutrición mineral en manzanos. *Revista de Fruticultura*, 4: 20-31.
- ▶ Watkins, C.B. 2003. Principles and practices of postharvest handling and stress. In: D.C. Ferree and I.J. Warrington, Editors, *Apples: Botany, production and uses*, CAB International, Wallingford Chapt. 23, pp. 585-614.