

Relación del estado nutricional y la intensidad de mancha amarga en frutos de manzano "Golden Delicious" en postcosecha

Relationship of the nutritional status and the post-harvest presence of bitter pit in "Golden Delicious" apple fruits

SOTO, J. M.¹; HERNÁNDEZ, A. P.¹; UVALLE-BUENO, J. X.¹; YAÑEZ, R. M.¹; MONTES, F.¹; SÁNCHEZ, E.² Y ROMERO, L.²

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. 31170. Chihuahua. México.
E-mail: jsoto@uach.mx

⁽²⁾ Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. 18071. Granada.
E-mail: lromero@goliat.ugr.es

RESUMEN

El presente trabajo permitió avanzar en el conocimiento de la intensidad de la mancha amarga y su relación con el contenido nutricional, detectándose desbalance nutricional con Ca, Ca/B y Ca/Mg, y un desbalance fisiológico con N, NO₃, B, N/Ca, K/Ca, K+Mg/Ca, NO₃/Ca y P/Ca, los cuales provocaron un efecto de dilución del Ca como consecuencia del crecimiento del fruto, aunado a las condiciones de ambientales prevalecientes durante el desarrollo del mismo que afectaron la translocación del calcio hacia el fruto manifestándose éste desorden con mayor intensidad en postcosecha.

PALABRAS CLAVE: Manzano. Mancha amarga. Nutriente.

ABSTRACT

The present work advances knowledge of the intensity of bitter pit and its relationship with the nutritional content. A nutritional imbalance was detected with respect to Ca, Ca/B and Ca/Mg, as well as a physiological imbalance with regard to N, NO₃, B, N/Ca, K/Ca, K+Mg/Ca, NO₃/Ca and P/Ca. These imbalances dilute the effect of Ca by favouring greater fruit growth, aided by the prevailing environmental conditions which affected the translocation of calcium towards the fruit during the development. This disorder appears with greater intensity after the harvest.

KEY WORDS: Apple. Bitter pit. Nutrient.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mancha amarga (aparición de un moteado parduzco en la parte calicina del fruto de manzana), es un problema sin resolver a pesar de los distintos puntos de vista bajo los que ha sido abordado, apareciendo en algunas plantaciones de forma intermitente. Dentro los factores desencadenantes o coadyuvantes en

el desarrollo de esta enfermedad, se encuentran aquellos relacionados con el tipo de suelo (alta disponibilidad de K y/o Mg, suelos secos y calientes), otros con la planta (transpiración inhibida, frutos de excesivo tamaño, desproporción entre masa foliar y fruto, crecimiento radicular restringido, patrones y variedades) y las condicio-

nes de manejo y medioambientales (excesivo abonado nitrogenado, en especial las formas amoniacales, poda intensa, recolección prematura, frutos en zonas de umbría, altas temperaturas) (Monge et al., 1996; Raese, 1996).

La deficiencia de calcio es, con toda seguridad, la principal causa del bitter pit. La relación entre el calcio y el desarrollo de esta enfermedad ya fue establecida por Delong en 1936. Respecto a la relación de otros elementos con el bitter bit, Sadowski y Czescik (1977), encontraron en tejidos afectados, un menor contenido de calcio y una mayor concentración de magnesio, fósforo y potasio. Por otro lado, Lidster et al., (1975) encontraron una correlación negativa entre la incidencia de bitter pit y concentraciones crecientes de boro. Marcelle (1993) destaca la necesidad de un control estricto de las relaciones N/Ca y K/Ca como parámetros a considerar para el desarrollo de bitter pit.

Estudios realizados sobre la composición mineral de distintos órganos han demostrado que la concentración de calcio en fruto a comienzos de julio, no puede preverse en base a los valores en hoja de muestras tomadas en mayo o a finales de junio, y que la única vía para conocer la composición mineral del fruto es a través de su propio análisis químico (Marcelle, 1990).

Finalmente, podemos decir que un aspecto de vital importancia lo constituye el suplemento de calcio como nutrimento estrechamente asociado con la calidad del fruto en cosecha y presencia de desordenes fisiológicos como mancha amarga, los cuales en algunos casos se considera como deficiencia fisiológica y en otros, deficiencia nutricional. En base a lo anterior, se planteó como objetivo avanzar en el conocimiento de la incidencia de mancha amarga y su relación con el contenido nutricional en frutos de manzano 'Golden Delicious' en postcosecha mediante Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la región manzanera de Cuauhtémoc, Chihuahua. México, en frigoríficos altamente tecnificados y de regular tecnificación. Los muestreos de fruto en los frigoríficos fueron durante el período de octubre a diciembre de 1996, seleccionándose frutos sanos y frutos con presencia de mancha amarga de la variedad 'Golden Delicious'. Los frutos se agruparon en cuatro categorías en función de la intensidad del daño: sin daño, leve, moderado y severo (Figura 1), además se evaluó el peso, diámetro ecuatorial y polar, así como el número de manchas ubicadas en la zona del pedúnculo, zona ecuatorial y región del cáliz. Se hicieron muestras compuestas de cáscara y pulpa en función de la intensidad de daño y

ubicación, procediendo a su análisis nutricional en el que se determinó: nitrógeno total (Nt), nitratos ($N-NO_3$), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na), cobre (Cu), Hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y boro (B). Con los datos obtenidos se realizaron comparaciones (N/Ca, $N-NO_3/Ca$, P/Ca, K/Ca, Mg/Ca, K+Mg/Ca, Ca/B) entre los frutos sin mancha amarga y los frutos con daño de mancha amarga en base a la metodología del DDI generada por Uvalle-Bueno et al. (1995) con el fin de detectar desbalances nutricionales (DN, cociente < 0.5) y fisiológicos (DF, cociente > 1.41) relacionados con la incidencia de mancha amarga, estas fueron respaldadas con correlaciones estadísticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa el contenido nutrimental en la pulpa y cáscara, respectivamente, en función de la zona del fruto y la intensidad de daño. Los datos muestran que a medida que se incrementa la intensidad de daño existe un aumento en el contenido de N, P, K y B; mientras que con Ca se observa una disminución, lo cual coincide con Bramlage et al. (1985).

Cuando se aplicó la metodología del DDI se corroboraron estos resultados e incluso se avanzó aún más en el conocimiento del desorden de mancha amarga y su relación con el contenido nutricional, presentándose un desbalance nutricional (DN) con Ca, Ca/Mg y Ca/B, mientras que se detectó un desbalance fisiológico (DF) con N, N/Ca, $N-NO_3$, B, K/Ca, K+Mg/Ca,

TABLA 1. Análisis nutricional de la pulpa y cáscara en función de la intensidad de daño y las tres zonas del fruto de manzana "Golden Delicious" en postcosecha.

Pulpa de 'Golden Delicious'																	
ZONA	DAÑO	PESO	DE	DP	MANCHAS	NT	NO ₃	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B
CALIZ	SANO	170.42	7.41	6.442	0	0.142	1130.83	0.059	0.466	0.101	0.027	0.022	3.44	25.72	2.11	11.61	13.49
	LEVE	180.15	7.513	6.926	5	0.187	1051.87	0.073	0.527	0.089	0.035	0.02	3.27	25.44	1.72	6.66	14.91
	MODE	180.06	7.508	7.046	7	0.186	1565.88	0.077	0.493	0.066	0.032	0.02	3.22	20.72	2.33	6.77	17.8
	SEVE	187.33	7.657	7.205	14	0.207	1128.04	0.061	0.477	0.076	0.038	0.018	3.43	28.75	2.81	11.62	19.81
PEDUN	SANO	170.42	7.41	6.642	0	0.182	1048.89	0.05	0.424	0.096	0.025	0.02	3.72	23.44	1.77	8.27	16.18
	LEVE	180.15	7.513	6.926	1	0.234	1457.12	0.061	0.468	0.11	0.029	0.022	3.55	27.00	2.22	7.61	16.73
	MODE	182.15	7.555	7.113	2	0.255	1012.39	0.069	0.485	0.078	0.031	0.02	3.15	38.60	2.90	9.40	16.06
	SEVE	185.39	7.612	7.127	2	0.264	1342.82	0.064	0.426	0.082	0.027	0.02	3.50	33.00	1.78	7.92	19.22
ECUAT	SANO	170.42	7.41	6.642	0	0.151	1028.03	0.060	0.428	0.128	0.029	0.021	3.16	26.55	0.88	9.72	14.55
	LEVE	180.15	7.513	6.926	4	0.214	975.88	0.066	0.422	0.095	0.032	0.02	3.16	35.72	2.22	7.44	14.41
	MODE	180.06	7.508	7.046	8	0.206	1540.37	0.059	0.481	0.09	0.036	0.021	3.25	37.31	2.50	12.93	18.39
	SEVE	187.33	7.657	7.205	19	0.243	1072.73	0.080	0.488	0.169	0.049	0.019	3.43	29.81	2.81	7.37	16.41
Cáscara de 'Golden Delicious'																	
ZONA	DAÑO	PESO	DE	DP	MANCHAS	NT	NO ₃	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B
CALIZ	SANO	170.42	7.41	6.442	0	0.293	1002.33	0.093	0.547	0.115	0.073	0.015	3.56	41.25	5.68	8.00	19.14
	LEVE	180.15	7.513	6.926	5	0.354	968.80	0.094	0.693	0.128	0.078	0.014	4.87	45.43	5.18	9.00	18.16
	MODE	180.06	7.508	7.046	7	0.356	1191.73	0.118	0.453	0.115	0.131	0.014	5.00	65.81	4.68	19.81	31.26
	SEVE	187.33	7.657	7.205	14	0.382	898.49	0.128	0.571	0.127	0.087	0.012	4.85	58.00	5.78	10.42	15.65
PEDUN	SANO	170.42	7.41	6.642	0	0.300	1079.43	0.078	0.484	0.101	0.065	0.014	4.37	44.18	7.18	10.62	23.77
	LEVE	180.15	7.513	6.926	1	0.403	1032.50	0.084	0.592	0.157	0.073	0.014	4.25	57.18	5.62	10.68	14.45
	MODE	182.15	7.555	7.113	2	0.383	1126.36	0.077	0.557	0.229	0.071	0.014	4.68	43.56	4.62	9.06	15.41
	SEVE	185.39	7.612	7.127	2	0.418	1055.45	0.096	0.586	0.115	0.065	0.013	5.42	68.50	4.28	12.57	27.97
ECUAT	SANO	170.42	7.41	6.642	0	0.303	1092.84	0.089	0.598	0.164	0.110	0.016	3.68	40.87	6.12	8.62	17.59
	LEVE	180.15	7.513	6.926	4	0.384	890.02	0.107	0.675	0.117	0.071	0.015	4.75	42.43	5.06	8.87	16.10
	MODE	180.06	7.508	7.046	8	0.370	1281.53	0.085	0.539	0.095	0.188	0.016	4.71	49.92	5.71	9.85	26.58
	SEVE	187.33	7.657	7.205	19	0.415	812.20	0.112	0.562	0.135	0.085	0.013	4.92	48.14	6.07	9.64	22.49

PEDUM = Pedúnculo; ECUAT = Ecuatorial; MODE = Moderado, SEVE = Severo, DE = Diámetro ecuatorial; DP = diámetro polar. NT, P, K, Ca, Mg y Na son reportados en porcentaje; NO₃, Cu, Fe, Mn, Zn y B reportados en ppm.

N-NO₃/Ca y P/Ca (Tabla 2). La presencia de mancha amarga probablemente se explique por la mayor concentración de N, P, K y B, los cuales promueven directamente la división y elongación celular, favoreciendo un mayor diámetro del fruto y peso del mismo (Tabla 1), lo cual concuerda con Shear (1975). Esto trae consigo un efecto de dilución del calcio (Monge et al., 1996), aunado a las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo del fruto caracterizados por presentar días nublados, alta humedad relativa y mayor precipitación anual (688 mm, datos no reportados) superior al año de 1995 y la del promedio de 15 años atrás (292

y 408 mm, respectivamente). Como se sabe, el calcio se mueve por flujo de masas promovido por transpiración, pero bajo éstas condiciones se afectó éste proceso y se acentuó aún más el problema de translocación del calcio debido a que los frutos son los órganos de la planta que transpiran menos, lo cual provocó una deficiencia de Ca en el fruto, reflejándose en una mayor incidencia de mancha amarga (Lang y Volz, 1998).

Estos resultados fueron fundamentados con las correlaciones positivas y significativas encontradas entre la intensidad de mancha amarga y los nutrientes N, P, K, y el diámetro polar, así como las correlaciones negativas encontradas con Ca.

TABLA 2. Comparaciones nutricionales en la pulpa y cáscara en función de la intensidad de daño y las tres zonas del fruto de manzana "Golden Delicious" en postcosecha.

ZONA	DAÑO	----- Pulpa de 'Golden Delicious' -----						----- Cáscara de 'Golden Delicious' -----							
		N/Ca	NO ₃ /Ca	P/Ca	K/Ca	Mg/Ca	K+Mg/Ca	Ca/B	N/Ca	NO ₃ /Ca	P/Ca	K/Ca	Mg/Ca	K+Mg/Ca	Ca/B
CALIZ	SANO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	LEVE	1.49	1.05	1.40	1.28	1.47	1.29	0.79	1.08	0.86	0.91	1.13	0.95	1.12	1.16
	MODE	2.00	2.11	1.99	1.61	1.81	1.62	0.51	1.21	1.18	1.27	0.82	1.79	0.94	0.60
	SEVE	1.93	1.32	1.37	1.36	1.87	1.38	0.51	1.18	0.81	1.25	0.94	1.07	0.96	1.35
PEDUN	SANO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	LEVE	1.12	1.21	1.06	0.96	1.01	0.92	1.10	0.86	0.61	0.68	0.78	0.71	0.77	2.57
	MODE	1.72	1.18	1.70	1.40	1.52	1.41	0.81	0.56	0.46	0.42	0.50	0.48	0.50	3.52
	SEVE	1.69	1.49	1.50	1.17	1.26	1.18	0.71	1.22	0.85	1.07	1.06	0.87	1.04	0.97
ECUAT	SANO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	LEVE	1.91	1.27	1.48	1.32	1.48	1.33	0.74	1.78	1.14	1.68	1.58	0.89	1.47	0.77
	MODE	1.94	2.13	1.39	1.59	1.76	1.60	0.55	2.11	2.02	1.64	1.55	2.94	1.77	0.37
	SEVE	1.21	0.79	1.01	0.86	1.27	0.88	1.17	1.66	0.90	1.51	1.14	0.92	1.11	0.64

Desbalance Nutricional (DN, cociente < 0.50), Desbalance Fisiológico (DF, cociente > 1.41).

CONCLUSIONES

El Diagnóstico Diferencial Integrado permitió avanzar en el conocimiento de la intensidad de la mancha amarga y su relación con el contenido nutricional, detectándose DN con Ca, Ca/B y Ca/Mg, y DF con N, NO₃, B, N/Ca, K/Ca, K+Mg/Ca, NO₃/Ca y P/Ca, los cuales provocaron desbalances

y un efecto de dilución del Ca como consecuencia del crecimiento del fruto, aunado a las condiciones de ambientales prevalecientes durante el desarrollo del mismo que afectaron la translocación del calcio hacia el fruto manifestándose éste desorden con mayor intensidad en postcosecha.

BIBLIOGRAFIA

1. Bramlage, W.J., Weis, S.A., and Drake, M. (1985). Predicting the occurrence of poststorage disorders of 'McIntosh' apples from preharvest mineral analyses. *J. amer. Soc. Hort. Sci.* **110**: 493-498.
2. Faust, M. (1989). Physiology of temperate zone fruits. De New York Wiley. 338p.
3. Lang, A. and Volz, R.K. (1998). Spur Leaves Increase Calcium in Young Apples by Promoting Xylem Inflow and Outflow. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **123**: 956-960.
4. Lidster P.D., Porritt S.W., Easton G.W., Mason J. (1975). Spartan apple breakdown as affected by orchards factors, nutrient content and fruit quality. *Can. J. Plant. Sci.* **55**: 443-446.
5. Marcelle, R.D. (1990). Comparison of the mineral composition of leaf and fruit in apple and pear cultivars. *Acta Hort.* **274**: 315-320.
6. Marcelle, R.D. (1993). Mineral Nutrition and fruit quality. *Acta Hort.* **383**: 219-225.
7. Monge E., Val J., Sanz M., Blanco A., Montañés L. (1996). El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. *An. Estac. Exp. Aula Dei* **21**: 189-201.
8. Sadowski A., Czescik M. (1977). Studies on bitter pit of apples. V. Osmotic concentration and mineral content in different parts of fruit and incidence of pits. *Zesz. Nauk. SGGW "Ogrodnictwo"* **10**: 73-92.
9. Shear, C.B. (1975). Calcium related disorders of fruits and vegetables. *HortScience* **10**: 361-365.
10. Raese, J.T. (1996). Calcium Nutrition Affects cold Hardiness, Yield, and Fruit Disorders of Apple and Pear Trees. *Journal of Plant Nutrition* **19**: 1131-1155.
11. Uvalle-bueno, J.X.: 1993. Memorias "Curso nutrición vegetal enfocado al Diagnostico Diferencial Integrado (DDI). Fac. de Fruticultura, Universidad Autónoma de Chihuahua. Noviembre de 1993. 40p.

FIGURA 1.- Frutos de manzano "Golden Delicious" agrupados en cuatro categorías en función de la intensidad de daño de mancha amarga (bitter pit).

