

COMPORTAMIENTO DE PATRONES Y VARIEDADES DE AGRIOS ANTE SITUACIONES EXTREMAS DE ASFIXIA RADICAL

JUAN B. FORNER (1), CIRIACO GARCIA (2) y JESUS FERQUERA (2)

(1) *Departamento de citricultura. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.) Moncada (Valencia) España.*

(2) *S.E.A. Agencial Comarcal de Tabernes de Valldigna (Valencia).*

RESUMEN. En plantaciones que permanecieron encharcadas durante más de 15 días, a causa de las inundaciones ocurridas en la provincia de Valencia, en octubre de 1982, se evalúa el comportamiento relativo de patrones y variedades de agrios a la asfixia radical. El Swingle citrumelo CPB 4475 ha presentado una considerable resistencia. Las diferencias entre los restantes patrones estudiados han sido inferiores; resultando el mandarino Cleopatra, el *Citrus amblycarpa* y el *C. depressa*, los más sensibles. Las Clementinas han sido las variedades más sensibles de las estudiadas.

INTRODUCCION

Los árboles frutales requieren suelos bien drenados para desarrollar toda su potencialidad productiva. No obstante, su respuesta a una insuficiente aireación del suelo es muy variable de unas especies a otras. Así, mientras el membrillero presenta una extraordinaria resistencia a la asfixia (1), el olivo se comporta como muy sensible (5). En su conjunto, los agrios poseen una tolerancia intermedia (8).

Por su parte, los diferentes patrones de agrios poseen grados de tolerancia variables a la asfixia radical. Sin embargo, las referencias existentes son contradictorias en algunos casos. Así, Platt (1971) y Newcomb (1978) consideran tolerante al naranjo amargo y sensible al limón rugoso; en cambio, Ford (1964 y 1969) consideraba bastante más resistente a este último patrón que al naranjo amargo. Análogamente, el citrange Carrizo es calificado como resistente por Ford (1964 y 1969) y sensible, juntamente con el citrange Troyer, por Platt (1971).

El mandarino Cleopatra es sensible (2,3, y 7), mientras que el mandarino común es resistente (4). El Swingle citrumelo CPB 4475 manifiesta clorosis férrica por un exceso de riego (9).

Las características del suelo pueden condicionar la respuesta de los diferentes patrones. En general, todos los patrones estudiados por Ford (1964, 1969) resultaron más sensibles si el pH del suelo era próximo a 5, que si oscilaba entre 6, 5 y 7; comportamiento que presentaba de forma particularmente acusada, el *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Por otro lado, Ford (1969) encontró que el citrange Carrizo y el limero Rangpur se mostraban más sensibles a la asfixia radical en presencia de sulfatos, que pudieran dar lugar a la formación de SH_2 por la acción de bacterias anaerobias.

En el presente trabajo, se estudia el comportamiento relativo, en campo, de diferentes patrones y variedades de agrios, afectados fuertemente por la inundaciones ocurridas en la ribera del río Júcar, a finales de octubre de 1982, en la provincia de Valencia.

No se ha podido localizar ninguna referencia sobre el comportamiento de las variedades injertadas, a la asfixia radical. Sólomente Newcomb (1978), considera más resistente al naranjo amargo, cuando está injertado de naranjo dulce o de pomelo, que cuando lo está de limonero o de lima. Así pues, este parece ser el primer estudio realizado al respecto con variedades.

MATERIAL Y METODOS

Las inundaciones afectaron a una zona de más de 200 Km², ocasionando graves daños en el campo, aunque muy variables según los cultivos, la altura y velocidad de las aguas, los depósitos y el tiempo que permanecieron encharcados los terrenos.

La pluviometría registrada durante 24 horas, en la cuenca alta del río Júcar, osciló entre los 234 mm de Ayora y los 575,5 mm de Cofrentes.

En la antigua marjal de Tabernes de Valldigna (zona denominada «La Partida») y áreas colindantes de Favareta, Cullera y Jaraco, debido a sus peculiares condiciones topográficas, el agua llegó a alcanzar más de 2 m de altura. Una vez evacuadas las aguas que superaban el nivel de los cauces naturales de salida, quedó un remanente embalsado sin otra posibilidad de evacuación que el bombeo de las tres turbinas existentes en el límite oriental del polígono. Como consecuencia, se creó una situación extrema de asfixia radical, ya que los terrenos permanecieron encharcados durante 15 a 30 días y, posteriormente, los depósitos de limo y arcilla (superiores a 10 cm de espesor en muchos puntos) dificultaron la aireación durante varios meses.

Esta zona en donde se ha realizado el estudio, tradicionalmente dedicada al cultivo del arroz, fue drenada y sometida a concentración parcelaria, hace poco más de 10 años. Desde entonces, se ha venido dedicando al cultivo de hortalizas y agrios, principalmente.

Los suelos son hidromorfos, de origen aluvial, con altos contenidos en materia orgánica, principalmente en los horizontes inferiores. De texturas arcillosas más o menos fuertes, son muy ricos en carbonato cálcico (más del 30% y, en algunos puntos superiores al 50%), y su pH oscila entre 7,5 y 8. La salinidad, debida básicamente a sulfatos, es importante.

Las temperaturas mínima y máxima registradas en el área estudiada, los días de la inundación, fueron de 14° y 19 °C respectivamente.

Una primera observación de la zona, puso de manifiesto la gran variabili-

dad de los daños en el arbolado, tanto dentro de una misma parcela, como entre parcelas adyacentes que, aparentemente, habían permanecido en las mismas condiciones. Por ello, se hizo necesario seleccionar, para el estudio, plantaciones que tuvieran más de una combinación injerto/patrón y dispuestos los árboles en forma alternada. La edad del arbolado en estas plantaciones comerciales, osciló entre los 8 y 12 años.

Dentro del área más afectada existía una plantación experimental, de 5 años de edad, con 6 patrones (citrange Carrizo, Swingle citrumelo CPB 4475, *Citrus amblycarpa* (Hassk) Ochse, *C. depressa* Hay., *C. volkameriana* Ten & Pasq. y naranjo amargo) y 3 variedades (Clementina 'SRA-63', 'Navelina' y Satsuma 'Owari' nucelar). La plantación estaba dispuesta en 5 bloques al azar, con 4 árboles de cada combinación injerto/patrón por bloque. El marco de plantación era de 6 × 4 m.

En el Cuadro 1 se expone el número de árboles estudiados de cada combinación injerto/patrón. Fueron un total de 4355 árboles, distribuidos en 12 plantaciones comerciales y una experimental.

En cada uno de los huertos a estudiar, se confeccionó un croquis con la situación relativa de todos y cada uno de los árboles. Asimismo, se confeccionó una ficha con los datos y antecedentes particulares de cada parcela.

Posteriormente, a lo largo de 1983, fueron estudiados todos los árboles, calificándolos, individualmente, según la siguiente puntuación convencional:

- Calificación 0: Árboles de aspecto totalmente normal. Aparentemente, no afectados.
- Calificación 1: Árboles poco afectados. Parcialmente defoliados y alguna ramilla seca.
- Calificación 2: Árboles bastante afectados. Copa muy defoliada, con bastantes ramas secas.
- Calificación 3: Árboles con la copa totalmente seca, sin hojas, o con las hojas secas aún adheridas. La corteza del patrón, así como la del injerto, a unos 10 cm. por encima de la unión, tierna.
- Calificación 4: Árboles con la copa como en la calificación 3. La corteza del injerto seca hasta la línea de unión. La del patrón tierna.
- Calificación 5: Árboles totalmente muertos. La corteza del injerto y la del patrón, seca o descompuesta.

RESULTADOS

En los Cuadros 2, 3, 4 y 5 se exponen los resultados obtenidos en la plantación experimental. Igualmente, en los Cuadros 6 y 7 se detallan los resultados y la composición de cada una de las plantaciones comerciales estudiadas. Para mayor claridad de exposición, se han agrupado los árboles en tres grados de afección.

Dentro de la parcela experimental, el Swingle citrumelo CPB 4475 demostró poseer una considerable tolerancia al encharcamiento; ya que fue el único patrón con árboles poco o nada afectados, y en porcentajes que oscilaron entre el 15 y el 30%, según variedades. Además, la proporción de árboles muertos fue la menor de todos los patrones.

Hay que tener en cuenta, que esta parcela sufrió, de forma particularmente intensa, los efectos de la inundación, al permanecer en condiciones claramente inductoras de asfixia, durante un periodo superior a los 2 meses.

Con un comportamiento marcadamente inferior al Swingle, aunque también destacado respecto de los demás patrones, se manifestó el *C. volkameriana*. En el conjunto de las variedades (Cuadro 5) casi el 12% de los árboles fueron bastante afectados, aunque con posibilidades de recuperación.

El patrón más sensible, dentro de la plantación experimental, resultó ser el *C. amblycarpa*, muriendo la totalidad de los árboles sobre dicho patrón. Las pequeñas diferencias de comportamiento encontradas entre los restantes patrones (citrange Carrizo, *C. depressa* y naranjo amargo), no permitieron establecer una clara separación entre ellos.

Las observaciones realizadas en las plantaciones comerciales, demostraron que, individualmente, dentro de cada una de ellas, hubieron diferencias claras de comportamiento entre patrones (Cuadro 6); aunque no siempre tales diferencias se produjeron en el mismo sentido.

Teniendo en cuenta los porcentajes de árboles poco o nada afectados, el mandarino común resultó más tolerante que el citrange Troyer (parcelas 7 y 8); el cual, a su vez, fue más tolerante que el naranjo amargo en la 1. Concordante con estos resultados, el mandarino común soportó mejor la asfixia que el naranjo amargo, en la parcela 3; en cambio, en la parcela 5, las diferencias fueron de signo contrario. Análogamente el naranjo amargo se mostró más tolerante que el mandarino Cleopatra en las parcelas 2 y 4, y más sensible en la 6. En esta última parcela, los árboles con patrón de naranjo amargo, poseían madera intermedia de mandarino Satsuma no nucelar.

En las parcelas 3 y 7, aunque el mandarino común presentó mayor porcentaje de árboles con escasos daños, sufrió, en cambio, un mayor porcentaje de árboles muertos. Este fenómeno podría estar relacionado con la mayor sensibilidad de este patrón a hongos del género *Phytophthora*.

En lo referente a variedades injertadas, los datos obtenidos en la plantación experimental, no permitieron separar claramente posibles diferencias de comportamiento.

En cambio, dentro de las parcelas comerciales (Cuadro 7) se apreciaron diferencias claras de sensibilidad. Los clones de clementinas estudiados (Clementina de 'Nules' y 'Oroval') resultaron ser, en todos los casos, las más sensibles (parcelas 9, 11 y 12). Asimismo, el mandarino Satsuma nucelar fue más sensible que el naranjo 'Newhall' en la parcela 10.

Aunque no se pudieron establecer, dentro de una misma parcela, otras comparaciones entre variedades, observaciones complementarias realizadas dentro y fuera del área estudiada, permitieron asignar una marcada tolerancia al naranjo 'Navelina', así como una clara sensibilidad al 'Salustiana'.

No se pudieron detectar, claramente, posibles interacciones injerto/patrón.

CONCLUSIONES Y DISCUSION

De acuerdo con los resultados expuestos, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- 1.º El Swingle citrumelo CPB 4475 posee una considerable tolerancia al encharcamiento.
- 2.º El *C. volkameriana* puede ser calificado como tolerante.
- 3.º Los restantes patrones estudiados deben ser considerados, en su conjunto, como sensibles. Una posible ordenación, de menor a mayor sensibilidad, podría ser la siguiente: mandarino común — citranges Troyer y Carrizo

— *C. depressa* — naranjo amargo — mandarino Cleopatra — *C. amblycarpa*. Sin embargo, las diferencias de comportamiento entre estos patrones puede verse alterada, sensiblemente, por condiciones particulares de las parcelas, no determinadas; como lo demuestra el hecho de que no siempre, tales diferencias se produjeran en el mismo sentido, de una parcelas a otras.

4.º Las variedades del grupo de las clementinas, resultaron ser las más sensibles al encharcamiento de las estudiadas. Bastante sensible fue la variedad de naranjo 'Salustiana' y, en cambio, bastante tolerante la 'Navelina'.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bini, G. 1963. Studies on the resistance of peach and pear trees to root asphyxia. *Riv. Ortoflorofrutti. ital.* 47, 22-36.
2. Ford, H.W. 1964. The effect of rootstock, soil type, and soil pH on citrus root growth in soils subject to flooding. *Proc. Fla State hort. Soc.* 77, 41-45.
3. 1969. Water management of wetland citrus in Florida. *Proc. Ist. int. Citrus Symp.* 3, 1759-1770.
4. González-Sicilia, E., Sánchez-Capuchino, J.A., Manteiga, M. y Guardiola, J.L. 1973. Comportamiento de patrones tolerantes a tristeza, en España. *I Congreso Mundial de Citricultura* 2, 121-125.
5. Morettini, A. 1968. Studies on the resistance of olive trees to waterlogging. *Ital. agric.* 105, 791-801.
6. Newcomb, D.A. 1978. Selection of rootstocks for salinity and disease resistance. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 117-120.
7. Platt, R.G. 1971. Characteristics of rootstocks used for citrus in California. *Citrus Notes.* Cooperative Extension. Univ. of Calif., Tulare County.
8. Rowe, R.N. y Beardsell, D.V. 1973. Waterlogging of fruit trees. *Horticultural Abstracts.* 43 (9), 533-548.
9. Wutscher, H. 1981. «Swingle» in Texas and Florida. *Citrograph.* 66(8), 197.

Cuadro 1.—Número de árboles estudiados de cada combinación Injerto/Patrón.

PATRONES	VARIETADES										TOTALES		
	CLEMENTINAS		NAVELINA	NEWHALL	SALUSTIANA	SATSUMA	CLEMENTINAS		NAVELINA	NEWHALL		SALUSTIANA	SATSUMA
	NULES	OROVAL					SRA-63	NULES					
CITRANGE CARRIZO	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	20	60	
CITRANGE TROYER	0	0	0	459	0	707	0	0	0	0	438	1.604	
CITRUMELO CPB 4475	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	20	60	
CITRUS AMBLYCARPA	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	20	60	
CITRUS DEPRESSA	0	0	20	0	0	19	0	0	0	0	20	59	
CITRUS VOLKAMERIANA	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	19	59	
MANDARINO CLEOPATRA	18	0	0	0	0	617	0	0	0	20	0	655	
MANDARINO COMUN	56	0	0	0	0	545	0	0	0	0	0	601	
NARANJO AMARGO	0	180	20	0	0	977	0	0	0	0	20	1.197	
TOTALES	74	180	120	459	0	2.945	0	0	0	20	557	4.355	

Cuadro 2.—Plantación experimental. Variedad injertada, clementina SRA-63. Estado vegetativo del arbolado, en septiembre de 1983.

PATRONES	N.º TOTAL DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES					
		ARBOLES POCO O NADA AFECTADOS (Calif. 0 y 1)		ARBOLES BASTANTE AFECTADOS (Calif. 2 y 3)		ARBOLES MUY AFECTADOS O MUERTOS (Calif. 4 y 5)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
CITRANGE CARRIZO	20	0		1	5,00	19	95,00
CITRUMELO CPB 4475	20	4	20,00	1	5,00	15	75,00
CITRUS AMBLYCARPA	20	0		0		20	100,00
CITRUS DEPRESSA	20	0		0		20	100,00
CITRUS VOLKAMERIANA	20	0		1	5,00	19	95,00
NARANJO AMARGO	20	0		1	5,00	19	95,00
TOTALES	120	4	3,33	4	3,33	112	93,33

Cuadro 3.—Plantación experimental. Variedad injertada, naranjo navelina. Estado vegetativo del arbolado, en septiembre de 1983.

PATRONES	N.º TOTAL DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES					
		ARBOLES POCO O NADA AFECTADOS (Calif. 0 y 1)		ARBOLES BASTANTE AFECTADOS (Calif. 2 y 3)		ARBOLES MUY AFECTADOS O MUERTOS (Calif. 4 y 5)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
CITRANGE CARRIZO	20	0		0		20	100,00
CITRUMELO CPB 4475	20	3	15,00	3	15,00	14	70,00
CITRUS AMBLYCARPA	20	0		0		20	100,00
CITRUS DEPRESSA	19	0		1	5,26	18	94,74
CITRUS VOLKAMERIANA	20	0		4	20,00	16	80,00
NARANJO AMARGO	20	0		0		20	100,00
TOTALES	119	3	2,52	8	6,72	108	90,76

Cuadro 4.—Plantación experimental. Variedad injertada, satsuma nucelar. Estado vegetativo del arbolado, en septiembre de 1983.

PATRONES	N.º TOTAL DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES					
		ARBOLES POCO O NADA AFECTADOS (Calif. 0 y 1)		ARBOLES BASTANTE AFECTADOS (Calif. 2 y 3)		ARBOLES MUY AFECTADOS O MUERTOS (Calif. 4 y 5)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
CITRANGE CARRIZO	20	0		1	5,00	190	95,00
CITRUMELO CPB 4475	20	6	30,00	4	20,00	10	50,00
CITRUS AMBLYCARPA	20	0		0		20	100,00
CITRUS DEPRESSA	20	0		1	5,00	19	95,00
CITRUS VOLKAMERIANA	19	0		2	10,53	17	89,47
NARANJO AMARGO	20	0		0		20	100,00
TOTALES	119	6	5,04	8	6,72	105	88,24

Cuadro 5.—Plantación experimental. Resumen del estado vegetativo del arbolado según los patrones.

PATRONES	N.º TOTAL DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES					
		ARBOLES POCO O NADA AFECTADOS (Calif. 0 y 1)		ARBOLES BASTANTE AFECTADOS (Calif. 2 y 3)		ARBOLES MUY AFECTADOS O MUERTOS (Calif. 4 y 5)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
CITRANGE CARRIZO	60	0		2	3,33	58	96,67
CITRUMELO CPB 4475	60	13	21,67	8	13,33	39	65,00
CITRUS AMBLYCARPA	60	0		0		60	100,00
CITRUS DEPRESSA	59	0		2	3,39	579	96,61
CITRUS VOLKAMERIANA	59	0		7	11,86	52	88,14
NARANJO AMARGO	60	0		1	1,67	59	98,33
TOTALES	358	13	3,63	20	5,59	325	90,78

Cuadro 6.—Plantaciones comerciales estudiadas, con variedad de naranjo navelina. Estado vegetativo del arbolado, en abril de 1983.

PARCELAS	PATRONES	NUMERO TOTAL DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES					
			ARBOLES POCO O NADA AFECTADOS (Calif. 0 y 1)		ARBOLES BASTANTE AFECTADOS (Calif. 2 y 3)		ARBOLES MUY AFECTADOS O MUERTOS (Calif. 4 y 5)	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	N. AMARGO C. TROYER	303 309	46	15,18	226	74,59	31	10,23
			214	69,26	83	26,86	12	3,88
2	N. AMARGO M. CLEOPATRA	35 66	16	45,71	19	54,29	0	
			23	34,85	43	65,15	0	
3	M. COMUN N. AMARGO	113 157	29	25,66	51	45,13	33	29,20
			18	11,46	129	82,17	10	6,37
4	N. AMARGO M. CLEOPATRA	174 229	105	60,34	62	35,63	7	4,03
			14	6,11	158	69,00	57	24,89
5	N. AMARGO M. COMUN	217 232	160	73,73	47	21,66	10	4,61
			107	46,12	109	46,98	16	6,90
6	N. AMARGO M. CLEOPATRA	71 125	0		18	25,35	53	74,65
			0		91	72,80	34	27,20
7	C. TROYER M. COMUN	187 72	3	1,60	143	76,47	41	21,93
			7	9,72	47	65,28	18	25,00
8	C. TROYER M. COMUN	211 72	21	9,95	159	75,36	31	14,69
			48	66,67	18	25,00	6	8,33

Cuadro 7.—Plantaciones comerciales estudiadas. Estado vegetativo del arbolado, en abril de 1973.

PARCELAS	COMBINACIONES		NUMERO DE ARBOLES	ESTADO DE LOS ARBOLES							
	PATRONES	VARIEDADES		Calif. 0-1		Calif. 2-3		Calif. 4-5			
				Nº	%	Nº	%	Nº	%		
9	MANDARINO COMUN	CLEMENTINA DE NULES NAVELINA	56	80,36	9	16,07					
			56	100,00		0,00				0,00	
10	CITRANGE TROYER	NEWHALL SATSUMA	459	15,03	212	46,19	178	38,78			
			438	6,85	144	32,88	264	60,27			
11	MANDARINO CLEOPATRA	CLEMENTINA DE NULES SALUSTIANA	18	0,00	1	5,56	17	94,44			
			20	5,00	4	20,00	15	75,00			
12	NARANJO AMARGO MANDARINO CLEOPATRA	CLEMENTINA OROVAL NAVELINA	180	7,23	116	64,44	51	28,33			
			197	75,13	49	24,87	0	0,00			