

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 9/84 HD

INTERACCIONES ENTRE EL INJERTO Y EL PATRON EN LOS AGRIOS

J. B. FORNER VALERO

Dr. Ingeniero Agrónomo

INIA. CRIDA 07 - Moncada (Valencia)



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

INTERACCIONES ENTRE EL INJERTO Y EL PATRON EN LOS AGRIOS

INTRODUCCION

Las variedades frutales se cultivan, normalmente, injertadas sobre un patrón, denominado también, aunque incorrectamente, «pie» o «portainjerto». Los agrios no constituyen una excepción a esta norma, de modo que, actualmente, el cultivo de agrios sin injertar es muy reducido, tanto en España como en los restantes países productores.

Varias son las razones que justifican la multiplicación por injerto de las variedades comerciales de agrios, pudiéndose destacar, entre otras, las siguientes:

— Se puede aplicar a todas las variedades, de forma fácil y económica, con las máximas garantías de autenticidad varietal.

— Seleccionando adecuadamente el patrón se puede cultivar cualquier variedad en condiciones edafológicas adversas (altos niveles de caliza, de salinidad, etc.).

— Mediante la utilización de un patrón adecuado se pueden obtener árboles con una mayor resistencia a determinados patógenos (*Phytophthora* spp., *Armillaria mellea*, etc.).

En nuestro país, la utilización de patrones para el cultivo de los agrios se remonta, al menos, a la segunda mitad del siglo XVIII.

INFLUENCIA DEL PATRON SOBRE LA VARIEDAD INJERTADA

Al injertar una variedad sobre un patrón, el árbol queda constituido por dos entes genéticamente distintos y, por lo tanto, con características diferentes. Como consecuencia, se establecen unas influencias recíprocas entre el injerto y el patrón, de tal forma que el comportamiento del árbol es el resultado de la interacción entre ambos.

Las influencias que ejerce el patrón, sobre la variedad injertada, son numerosas y bien conocidas en muchos casos. Precisamente, la valoración agronómica de un patrón se basa, en gran parte, en las características que induce sobre las diferentes variedades injertadas.

Los principales efectos del patrón, sobre aspectos vegetativos y productivos de la variedad, son los siguientes:

Vigor

Los patrones de agrios conocidos actualmente en el mundo poseen diferencias claras de vigor, aunque no tan notables como las que se presentan en otras especies frutales (peral o manzano, por ejemplo).

Como patrones vigorosos, cabe destacar el limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush), el *C. volkameriana* Pasq. y el Swingle citrumelo CPB 4475 (*C. paradisi* Macf. × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), entre otros.

Por otra parte, el cultivo de árboles de pequeño tamaño presenta actualmente un gran interés, por motivos obvios. Por ello, se están investigando, en varios países, técnicas que permitan obtener este tipo de árboles. De entre los procedimientos que se están ensayando, cabe destacar los siguientes:

— Utilización de patrones de poco vigor o, incluso, enanizantes, como es el caso del *P. trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito) Swing., más conocido como «flying dragon».

— Inoculación con diversas cepas de exocortis que, en algunos patrones, no llegan a producir síntomas externos de descamación, pero sí un enanismo más o menos acusado.

— Utilización de especies diversas de la subfamilia Aurancioides (pertenecientes a los géneros *Citropsis*, *Hesperethusa*, *Severinia*, etc.), bien como patrones o como maderas intermedias.

Productividad

La densidad de producción, es decir, la producción por unidad de volumen de copa de una variedad, está condicionada sensiblemente por el patrón.

Patrones muy conocidos y que inducen elevadas productividades son el *Citrus macrophylla* Macf. y el *C. volkameriana*.

La precocidad de entrada en producción, aspecto igualmente de gran importancia económica, se encuentra muy influenciada por el patrón. Precisamente, los dos últimos mencionados inducen, además, una marcada precocidad.

Calidad de la fruta

Los parámetros que determinan la calidad de la fruta, como son el contenido en zumo y en sólidos disueltos, así como la acidez, dependen también del patrón utilizado. Así, el *P. trifoliata* y sus híbridos suelen inducir calidades óptimas; mientras que el limón rugoso y el *C. macrophylla* pueden rebajar dichas calidades



Fig. 1.—Aspecto de la unión de Washington Navel y *P. trifoliata* de unos veinte años de edad.

Fig. 2.—Hipertrofia del limonero Verna en su unión con el naranjo amargo.



hasta el extremo de que, en muchos casos, los frutos quedan insípidos.

A través de su influencia sobre los sólidos disueltos y sobre la acidez del fruto, el patrón influye también sobre el índice de madurez.

Por último, es bien conocido que el patrón influye sobre la variedad injertada, en otros muchos aspectos, tales como la composición mineral de hojas y frutos, espesor de la corteza, etc.

MALFORMACIONES DE LA UNIÓN. INCOMPATIBILIDADES

El injerto y el patrón adquieren, frecuentemente, grosores distintos. Este hecho, que no constituye una verdadera incompatibilidad propiamente dicha, carece de importancia en la mayoría de



Fig. 3.—Aspecto externo y sección longitudinal de la zona de unión de Satsuma/citrango Troyer, de 18 años.

los casos, incluso existiendo una gran diferencia del grosor entre el injerto y el patrón. No obstante, determinadas variedades, injertadas sobre ciertos patrones, sufren con el tiempo malformaciones en la unión que reducen su vida económica. Como ejemplo bien conocido en nuestro país se puede citar el sobrecrecimiento que produce, en la unión, el limonero Verna injertado sobre naranjo amargo. Menos conocidos, aunque no por ello menos importantes, son los casos de los mandarinos Satsuma y Clementinas injertados sobre citrango Troyer o sobre *P. trifoliata*. En estas combinaciones se suele producir, hacia los 15 ó 20 años, un sobrecrecimiento del patrón sobre el injerto, que provoca el decaimiento del árbol. Para evitar estos problemas se puede utilizar un injerto intermedio o bien cambiar el patrón, mediante injertos de aproximación.

En los cultivos leñosos se distinguen dos tipos de incompatibilidades verdaderas: localizadas y translocadas.

— En la incompatibilidad localizada, la unión de tejidos entre el injerto y el patrón es deficiente, quedando áreas sin soldar o

con tejido necrosado. Por ello, las uniones son débiles y los árboles pueden romperse por la acción de vientos fuertes. Si una variedad A es incompatible con un patrón B (A/B), también lo es la combinación recíproca B/A. Se puede evitar utilizando madera intermedia. Los ejemplos más conocidos, en los agrios, son las combinaciones formadas por el limonero Eureka con los patrones *P. trifoliata* y cintrange Troyer.

— La incompatibilidad translocada no se evita con la utilización de madera intermedia. Si existe incompatibilidad de este tipo, en la combinación A/B, no se presenta en la recíproca B/A. Las uniones son mecánicamente fuertes y no existen defectos de soldadura visibles a simple vista. Los casos conocidos en los agrios carecen de importancia agronómica, ya que afectan a combinaciones experimentales, no utilizadas comercialmente (ciertos limoneros, naranjos y pomelos injertados sobre *Eremocitrus glauca* (Lindl.) Swing.).

Determinadas virosis son capaces de inducir alguno de los tipos de incompatibilidad mencionados, en ciertas combinaciones entre injerto y patrón. Así, el complejo virótico tatter leaf-citrange stunt, induce una grave incompatibilidad localizada entre algunas variedades de naranjo dulce y de mandarino con los citranges Troyer y Carrizo, con el *P. trifoliata* y con otros patrones. Análo-



Fig. 4.—Incompatibilidad localizada, inducida por virus, entre Washington Navel y *P. trifoliata*.

gamente, la virosis tristeza provoca una incompatibilidad traslocada entre variedades de naranjo dulce, de mandarina y de pomelo con determinados patrones, como el naranjo amargo.

ADAPTACION A LAS CONDICIONES ECOLOGICAS. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA LA ELECCION DEL PATRON

Los patrones conocidos poseen comportamientos muy distintos ante condiciones ecológicas adversas. Por ello, es preciso seleccionar el patrón más adecuado a cada situación concreta; ya que, de su correcta elección, puede depender la posterior viabilidad de la plantación. Muchos de los problemas que aparecen en algunos huertos españoles, a veces graves, podrían haberse evitado utilizando un patrón más adecuado.

A continuación se analizarán algunos de los aspectos ecológicos más importantes a tener en cuenta en el momento de elegir el patrón.



Fig. 5.—Fila de árboles jóvenes de la variedad Washington Navel establecidos alternativamente sobre los patrones naranjo amargo (árboles impares) y citrange Troyer (árboles pares), mostrando la diferente sensibilidad de ambos patrones a la caliza del suelo.

Caliza del suelo

Es frecuente observar en nuestras plantaciones de agrios clorosis férrica en grados muy diversos, especialmente, en los meses invernales.

La clorosis férrica (carencia de hierro) es un fenómeno complejo, no bien conocido, en el que inciden numerosos factores, tanto edafológicos como climáticos y biológicos.

Buena parte de suelos de las zonas citricolas españolas son ricos en carbonato cálcico; de ahí la frecuencia con que aparece la clorosis férrica en nuestros huertos. No obstante, debido a la complejidad del fenómeno, no se conoce, hoy día, ningún índice que permita conocer, «a priori», el poder clorosante de un suelo. Usualmente, dicho poder clorosante se evalúa determinando los carbonatos totales, la caliza activa y el pH.

Los diversos patrones conocidos poseen comportamientos muy variables frente a este problema. Así, mientras el *P. trifoliata* y algunos de sus híbridos (como el citrange Troyer) pueden ser calificados como sensibles o muy sensibles, los mandarinos común y Cleopatra y el naranjo amargo poseen una tolerancia considerable.

Salinidad

Las concentraciones elevadas de sales en el suelo, o en el agua de riego, pueden producir daños de consideración en los agrios. Por ello, antes de efectuar una nueva plantación, deben tenerse en cuenta los posibles problemas de salinidad, especialmente, en aquellas zonas en donde se pueden presentar con especial intensidad (casos, por ejemplo, de las provincias de Almería y Murcia y sur de la provincia de Alicante). No debe olvidarse, además, la posible salinización de acuíferos, como consecuencia de prolongados períodos de sequía.

La salinidad es un problema más complejo, si cabe, que el de la clorosis férrica. Básicamente, actúa sobre las plantas de dos formas distintas:

— El aumento de la presión osmótica en el entorno de las raíces, provocada por las sales disueltas, puede dificultar, o incluso impedir, la normal absorción de agua por aquéllas.

Este efecto no es específico de ninguna sal concreta y está directamente relacionado con la concentración total de sales en el medio. Usualmente se evalúa midiendo la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación del suelo, o del extracto 1:5; expresándose, en ambos casos, en milimhos por centímetro (mmhos/cm) o en micromhos por centímetro (μ mhos/cm).

— Determinados iones presentes en exceso en la solución del suelo, pueden ser absorbidos por las raíces en cantidades que resulten tóxicas para las plantas; produciendo en ellas diversos síntomas, tales como disminuciones del crecimiento y de la productividad, necrosis foliares, etc.

Este efecto, que sí es específico de determinados iones (como por ejemplo Cl^- y Na^+), puede ser modificado por las restantes sales presentes en el suelo.

Se comprende finalmente la complejidad del fenómeno, si tenemos en cuenta que la incidencia de la salinidad sobre las plantas, en cualquiera de las dos formas básicas descritas, está condicionada por el tipo de suelo (textura, estructura, permeabilidad, etc.), por el tipo, frecuencia y dosis de riego, etc.

Cada especie vegetal posee un comportamiento particular frente a los problemas salinos. En el caso de los agrios, el comportamiento de los árboles está condicionado, fundamentalmente, por el patrón; de ahí la necesidad de elegirlo correctamente antes de plantar.

Los diversos patrones toleran los problemas salinos de forma muy distinta. Así, mientras el *P. trifoliata* y algunos de sus híbridos (como los citranges Troyer y Carrizo) resultan más o menos sensibles, el mandarino Cleopatra y la lima Rangpur presentan una resistencia considerable.

Debido a la complejidad del fenómeno, que hemos expuesto, no se pueden dar cifras concretas sobre los niveles salinos tolerados por los distintos patrones de agrios.

En cuanto a la salinidad total, los agrios suelen tolerar bien conductividades, en el extracto de saturación del suelo, de hasta 2.500 micromhos/cm. A partir de 3.000 micromhos/cm, pueden aparecer claros síntomas de esta fisiopatía, incluso en especies y variedades tolerantes. No es preciso insistir más sobre la relati-

dad de estas cifras si se tiene en cuenta que, en suelos yesíferos, las conductividades toleradas pueden ser sensiblemente más altas.

En lo referente a la toxicidad por exceso de cloruros, las concentraciones superiores a 10 meq/l (350 ppm), en el extracto de saturación del suelo, pueden causar fitotoxicidad cuando se utilizan patrones sensibles como el citrange Troyer, mientras que los resistentes (lima Rangpur y mandarina Cleopatra) pueden tolerar concentraciones de hasta unos 25 meq/l (875 ppm).

Textura y estructura del suelo

Los suelos fuertes o con tendencia a los encharcamientos, presentan dificultades de aireación que pueden resultar muy perjudiciales para aquellos patrones sensibles a la asfixia radical. Por ello, en este tipo de suelos deben utilizarse patrones que, como el *P. trifoliata* y el Swingle citrumelo CPB 4475, son resistentes a dicho problema. Sin embargo, en estos terrenos es conveniente la aportación de materia orgánica que mejore su estructura o, incluso, la instalación de una red de drenaje que elimine los excesos de agua.

RESISTENCIA A NEMATODOS Y A ENFERMEDADES

Nematodos

El nematodo de los cítricos, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, constituye uno de los factores que inciden en el complejo fenómeno de las replantaciones.

Cuando un árbol se establece sobre un patrón sensible, como por ejemplo el naranjo amargo, el mandarina Cleopatra o el citrange Troyer, el número de nematodos que parasitan las raíces puede aumentar hasta niveles que reduzcan sensiblemente el desarrollo del árbol.

El *P. trifoliata*, en cambio, es un patrón resistente. La reproducción de los nematodos en sus raíces se encuentra dificultada, por lo que se mantiene la población a niveles reducidos, que no afectan al crecimiento del árbol.

Otro nematodo importante, el *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, no ha sido detectado en España. Para las áreas en donde existe este nematodo, poseen especial interés el citrange Carrizo y el «Milam».

Enfermedades

Los agrios pueden verse afectados por numerosas enfermedades, producidas por patógenos de diversas etiologías, que son capaces de provocar la muerte de los árboles o, cuando menos, disminuir su rentabilidad. La resistencia o sensibilidad de los árboles a tales enfermedades está condicionada, en la mayor parte de los casos, por el patrón.

Sin analizar con detalle cada una de ellas, se va a exponer un breve resumen de las más importantes; teniendo en cuenta, especialmente, aquéllas en las que el patrón adquiere una particular importancia.

Enfermedades producidas por hongos

Phytophthora spp.—Son frecuentes las exudaciones gomosas y podredumbres de corteza ocasionadas en la base del tronco por hongos del género *Phytophthora*. Pero dichos hongos pueden afectar también a las raíces, de cualquier grosor, en cuyo caso las lesiones pueden pasar desapercibidas hasta que el árbol comienza a decaer.

La mayoría de las variedades cultivadas son bastante sensibles a estos patógenos, mientras que los patrones muestran una gran variabilidad en su comportamiento. Así, el naranjo amargo, el *P. trifoliata* y el Swingle citrumelo CPB 4475 manifiestan una resistencia más o menos acusada. En cambio, el mandarino común, el limón rugoso y el naranjo dulce son muy sensibles.

En parte, la resistencia o sensibilidad del injerto está condicionada por el patrón y viceversa.

El grado de resistencia o sensibilidad de un patrón varía, además, con la especie de *Phytophthora* de que se trate. Así, por ejemplo, los citranges Troyer y Carrizo resultan más resistentes a *P. parasitica* que a *P. citrophthora*; en cambio, al mandarino Cleopatra le ocurre lo contrario.

Fig. 6.—Lesión típica producida en la corteza de la base del tronco, por hongos de género *Phytophthora*.



Hay que tener en cuenta que el modo de efectuarse la infección es muy importante. La resistencia de algunos patrones queda sensiblemente disminuida cuando las zoosporas del hongo se depositan en el cambium. De ahí la importancia que pueden tener las heridas causadas por las labores de cultivo.

Armillaria mellea (Vahl.) Quel.—Aunque este hongo se encuentra menos extendido que los anteriores, puede crear serios problemas en aquellos huertos en donde se presenta.

El naranjo amargo y el *Citrus taiwanica* se consideran resistentes, pero la mayoría de los patrones tolerantes a tristeza son sensibles al hongo. Por ello, está causando daños en algunas replantaciones efectuadas con este último tipo de patrones, en donde anteriormente no existía problema por ser el naranjo amargo el patrón utilizado.

Este hongo comienza atacando a las raíces y sus efectos pasan desapercibidos hasta que el árbol empieza a decaer. Se reconoce por la capa de micelio blanquecino que forma bajo la corteza de las raíces y parte baja del tronco y por los carpóforos, que suelen aparecer en otoño.

Podredumbre seca de raíces.—Desde hace unos años, en plantaciones españolas establecidas sobre citrange Troyer, se están produciendo algunos decaimientos y muertes de árboles. El fenómeno



Fig. 7.—Carpóforos de *Armillaria mellea* sobre citrange Troyer.

se presenta, generalmente, afectando a un número reducido de individuos aislados dentro de un huerto. Sin embargo, se han visto algunos casos en donde la enfermedad afecta a la mayor parte de los árboles, aunque con distinta gravedad.

En tales árboles, la sección longitudinal del tronco revela los síntomas típicos de la podredumbre seca de raíces, es decir, una afección interna de la madera que asciende en forma cónica. La corteza se encuentra también afectada allí donde la alteración del cilindro leñoso alcanza el cambium.

La enfermedad parece ser producida por hongos del género *Fusarium* (principalmente *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.) en connivencia con otras causas que provocan lesiones en raíces o debilitamiento del árbol (*Phytophthora* spp., heridas, etc.). En este sentido, el autor ha podido observar, también, algún caso de podredumbre seca de raíces asociado con *Armillaria mellea*. Las bajas temperaturas parecen favorecer el desarrollo de la enfermedad, al reducir la rapidez de cicatrización de las heridas.

En España se han visto afectados, por esta enfermedad, el citrange Troyer, el mandarino Cleopatra y el *P. trifoliata*; aunque

no hay que descartar la posibilidad de que otros patrones, tolerantes a la tristeza, puedan ser afectados también.

Los medios de lucha contra esta enfermedad están poco estudiados. No obstante, teniendo en cuenta las circunstancias que favorecen su aparición, se pueden vislumbrar procedimientos para reducir su incidencia. En este sentido, todas aquellas medidas que dificulten los ataques de *Phytophthora* spp. (evitar humedades, dejar al descubierto la base del tronco y de las raíces principales mediante la práctica del «escarbado», etc.), parecen ser eficaces, al menos en determinados casos.

Virosis

Las enfermedades transmisibles por injerto, en los agrios, constituyen un grupo relativamente numeroso y de la mayor importancia económica.



Fig. 8.—Sección longitudinal de un tronco de naranjo Valencia late sobre citrange Troyer con los síntomas típicos de la podredumbre seca de raíces.

La respuesta a las diferentes especies y variedades a cada una de dichas enfermedades es sumamente variable. Hasta hace poco tiempo se consideraba que un patrón era tolerante a determinada virosis cuando no manifestaba, externamente, los síntomas típicos de la enfermedad. Sin embargo, hoy día, este concepto se encuentra en revisión; ya que se ha comprobado, en numerosas ocasiones, como, sin manifestar síntomas externos, la planta queda afectada en aspectos importantes tales como el crecimiento o la productividad. En adelante, cuando mencionemos los diferentes patrones, se ha de tener en cuenta que la calificación de tolerancia o sensibilidad a las virosis se refiere, principalmente, a la manifestación de síntomas externos.

A continuación se analizan brevemente las virosis más importantes detectadas en España.

Tristeza.—La virosis conocida como tristeza constituye, sin duda alguna, uno de los problemas más graves con que se enfrenta el cultivo de los agrios en el mundo.

Las diferentes especies y variedades de agrios presentan, intrínsecamente, grados de sensibilidad muy distintos al virus. Entre las especies de máxima sensibilidad se pueden citar el limonero y el naranjo amargo. Se califican como sensibles o parcialmente sensibles, el pomelo, las limas dulces, determinadas variedades de naranjo dulce, etc. Las especies que pueden calificarse como «tolerantes» son aquéllas que multiplican el virus, pero son poco o nada afectadas por él. Se incluyen en este grupo la mayor parte de las variedades de naranjo dulce, el limón rugoso, la lima Rangpur, el *C. volkameriana*, los mandarinos común y Cleopatra, etc. Se ha considerado también la posible existencia de tipos inmunes o resistentes en los que no se puede multiplicar el virus de la tristeza. Pertenecerían a este grupo el *P. trifoliata* y algunos de sus híbridos. Hoy día, sin embargo, la mayoría de los investigadores consideran que no existe ninguna especie con una tolerancia absoluta a la tristeza.

Es preciso resaltar que el concepto de tolerancia a la tristeza es relativo. Patrones y variedades considerados como tolerantes a la tristeza, están siendo afectados por el virus. El cambio parece ser producido, solamente, por determinadas cepas de tristeza

en determinadas ecologías, y afecta a patrones tan conocidos como el citrange Troyer y la lima Rangpur, así como a algunas variedades de naranjo dulce.

A diferencia de otras virosis que afectan a los agrios, la sensibilidad o tolerancia de la planta depende, en un gran número de casos, de la combinación injerto/patrón en su conjunto, y no exclusivamente de la de cada una de las partes.

Exocortis.—Enfermedad producida por un «viroide»; se transmite por herramientas de poda y de recolección.

Los patrones más conocidos, que se consideran sensibles, son el *P. trifoliata* y sus híbridos los citranges Troyer y Carrizo, así como también la lima Rangpur. En ellos, la enfermedad se manifiesta con una descamación típica de la corteza o, al menos, con unas grietas longitudinales y otros síntomas.

No obstante, es también capaz de provocar una reducción del crecimiento, más o menos acusada, en algunos patrones considerados como tolerantes a la exocortis.



Fig. 9.—Descamación típica, inducida por la exocortis, sobre citrange Troyer.



Fig. 10.—Descamación típica inducida por la psoriasis escamosa en naranjo dulce.



Fig. 11.—Síntomas de xyloporosis en *Citrus macrophylla*.

Psoriasis.—El denominado «complejo psoriático» comprende varias afecciones que se manifiestan con síntomas diversos. Es frecuente encontrar, por ejemplo, la típica descamación de la corteza, producida por la psoriasis escamosa, o la deformación del tronco y ramas principales inducida por el «concave gum» en naranjo dulce y en algunos mandarinos.

Los patrones usuales son tolerantes a estas enfermedades.

Xyloporosis.—Ocasiona unas bolsas de goma, en la corteza de las especies o variedades sensibles, que se corresponden con oquedades del cilindro leñoso («pitting»).

Afecta de forma particular a la mayoría de los mandarinos y de las limas. La mayor parte de los patrones usuales se consideran tolerantes a la enfermedad.

Vein enation/woody gall.—Virosis de amplia difusión en nuestro país, que se transmite por los pulgones.

Fig. 12.—Primeros síntomas de vein enation/woody gall en *Citrus volkameriana*.





Fig. 13.—Agallas inducidas por el vein enation/woody gall en *citrus volkameriana*.

Afecta, principalmente, al limón rugoso y al *Citrus volkameriana*, induciendo la formación de unas agallas muy características que pueden ocasionar, en los casos graves, la muerte de la parte de la copa que se encuentra por encima de ellas.

**PUBLICACIONES DE EXTENSION AGRARIA
Corazón de Maria, 8 - 28002-MADRID**

Se autoriza la reproducción **integral** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».