



**SOSTENIBILIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA VITICULTURA EN EL
TERRITORIO POCTEFA.**

**AUMENTO DE LA LONGEVIDAD Y LA SALUD DE LA VIÑA A TRAVÉS DE
LA EVALUACIÓN Y TRANSFERENCIA DE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN
DE PLANTA Y DE PODA**

EFA324/19

INJERTO – Estado del arte

Actividad_5.1



Título de Informe	INJERTO – Estado del arte
Versión	V FINAL
Responsable del Entregable	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
Actividad	Actividad 5.1.
Autor	Diana Marín Ederra
Colaborador/es	INRAe
Referencia	EFA324/19
Programa	Programa INTERREG V-A España-Francia-Andorra POCTEFA 2014-2020
Fecha de comienzo del Proyecto	01/12/2019
Duración	36 meses
Jefe de filas	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra (**POCTEFA 2014-2020**). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra. Su ayuda se concentra en el desarrollo de actividades económicas, sociales y medioambientales transfronterizas a través de estrategias conjuntas a favor del desarrollo territorial sostenible.

RESUMEN

En el proyecto VITES QUALITAS se ha iniciado el estudio de la calidad de la planta injertada para poder conocer mejor qué relación puede existir entre la pérdida de longevidad del viñedo que se lleva viendo desde principios de S. XX y el tipo de planta de vid que se produce actualmente. Para poder contextualizar la tendencia de investigación en torno a este área de estudio, se ha elaborado este documento en el que se analiza cuál es el status quo del conocimiento generado acerca del proceso bioquímico y estructural durante el injerto, las técnicas de evaluación empleadas actualmente en los viveros para evaluar la calidad de la planta y cuáles son las principales técnicas empleadas en producción de planta hoy en día analizando qué alternativas pueden resultar interesantes para el futuro en el sector.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ¿QUÉ CONSIDERAMOS “PLANTA DE CALIDAD”?	4
3. TIPOS DE INJERTO ALTERNATIVOS AL OMEGA	6
REFERENCIAS	6



1. INTRODUCCIÓN

Desde la llegada de la filoxera a Europa a finales del S.XIX no se puede concebir la viticultura sin el uso del injerto. Gracias a esta técnica obtenemos plantas que están formadas por la unión de dos individuos: una variedad/especie americana, que será la encargada de producir el sistema radicular tolerante a la filoxera, y una variedad de *Vitis vinifera* que producirá el fruto.

El proceso de producción de plantas injertadas se lleva a cabo generalmente en viveros específicos para vid, sin que, hasta hace relativamente poco tiempo, se hubiera prestado mucha atención desde el ámbito científico al proceso de producción en vivero ni a la calidad de las plantas. Sin embargo, desde principios de siglo estamos viendo una grave disminución de la longevidad de los viñedos, asociada a un aumento de la incidencia de enfermedades de la madera producidas por hongos, y aunque son muchos los factores implicados en esta problemática, uno de ellos podría estar relacionado con la calidad del material de plantación proveniente de los viveros.

A pesar de que el injertado es una práctica ampliamente utilizada en todo el mundo, tanto en cultivos herbáceos como leñosos, conseguir plantas de calidad no es tarea sencilla ya que el injerto conlleva un proceso bioquímico y estructural muy complejo: respuesta inicial de la herida, formación de callo, creación de un cambium continuo y establecimiento de un sistema vascular funcional entre los dos individuos (Pisciotta et al. 2017). Esta complejidad requiere que el proceso se realice de manera adecuada, lo que depende de múltiples factores: calidad de la madera (hidratación, reservas, presencia de patógenos), higiene en campos de madres y en vivero, calibración adecuada del material, conservación del mismo en condiciones óptimas, etc. Además, prácticamente todo el conocimiento que tienen los viveristas lo han adquirido de forma empírica con la experiencia obtenida durante décadas de trabajo.

En términos de investigación, muy pocos estudios han analizado los mecanismos subyacentes durante la unión del injerto (Pisciotta et al. 2017). Por lo tanto, resulta complicado definir cuáles son los factores que favorecen una unión de injerto exitosa para producir plantas de calidad que sobrevivirán varias décadas en el campo.

2. ¿QUÉ CONSIDERAMOS “PLANTA DE CALIDAD”?

Un injerto sólido, un callo uniforme, vasos vasculares alineados, una yema vigorosa y un número suficiente de raíces serían algunos de los elementos indicadores de que la unión de injerto es casi perfecta. Sin embargo, en el campo, parece que todos estos elementos no siempre están presentes y, a menudo, son difíciles de evaluar. Varios indicadores visuales pueden ayudarnos a identificar injertos de mala calidad, tales como un brote que falla al iniciar su crecimiento, un callo que se desarrolla solo en un lado del injerto, o un número insuficiente de raíces.

En cuanto a la evaluación objetiva de la calidad, no existen procedimientos estandarizados. Normalmente, el único test de calidad que se hace al final de la etapa de enraizamiento en vivero es el conocido como prueba del “pulgar” o “palanqueo” el cual permite, presionando sobre la zona del injerto, evaluar la resistencia de la unión. Las plantas que resisten a esta prueba serían las que tendrían que conservarse y comercializarse, mientras que el resto deberían ser desechadas. Sin embargo, palanquear una a una todas las plantas que se producen en un vivero es un trabajo costoso, que no siempre se realiza. Además, es difícil conocer qué está sucediendo en la interfaz del injerto sin romper la planta. A este respecto, existen algunos estudios cuyo objetivo ha sido

evaluar la calidad del injerto de una forma objetiva. Por ejemplo, Milien et al. (2012) utilizaron imágenes 3D obtenidas mediante tomografía de Rayos X para evaluar las conexiones vasculares en la zona del injerto en plantas de distinta calidad (Pratt & Jacobsen 2018). De forma similar, Spilmont & Carrere (2019) utilizaron el mismo tipo de imágenes para demostrar la presencia de necrosis más o menos significativa en las plantas (Figura 1). Por último, Pisciotta et al. (2017) estudiaron la posibilidad del uso de medidas termográficas, mecánicas y eléctricas para evaluar la calidad del injerto, concluyendo que solo el primer tipo de análisis lo permitía. Siguiendo esta línea, el grupo de investigación de la Universidad Pública de Navarra socio de Vites Qualitas ha evaluado durante los últimos años, y dentro de los proyectos Vit-Foot y Vit-Feet, la posibilidad de utilizar medidas de conductividad hidráulica en la zona del injerto para distinguir entre injertos de buena y mala calidad. Con todo ello, el proyecto Vites Qualitas va a profundizar en la aplicación de técnicas de imágenes obtenidas mediante tomografía de Rayos X y de conductividad hidráulica para seguir testando su aptitud como indicadoras de calidad de plantas-injerto en vid.

En paralelo, durante varios años se han realizado estudios para encontrar marcadores moleculares en una etapa temprana del injerto (Errea 1998, Pina et al. 2017). La identificación de estas moléculas presentes durante una incompatibilidad, ya sea de origen mecánico o biológico, permite detectar combinaciones menos compatibles y mejorar las plantas injertadas producidas en viveros de vid.

Según la bibliografía, la respuesta de la planta al injerto es comparable a la que tiene a una herida, dada la implicación de genes asociados a procesos de cicatrización (Cookson et al. 2013). Posteriormente, se sintetizan metabolitos secundarios en la zona del injerto, desempeñando un papel crucial para una unión exitosa debido a sus propiedades antifúngicas y antioxidantes (Canas et al. 2015, Assunção et al. 2016, 2019, Pina et al. 2017, Prodhomme et al. 2019).

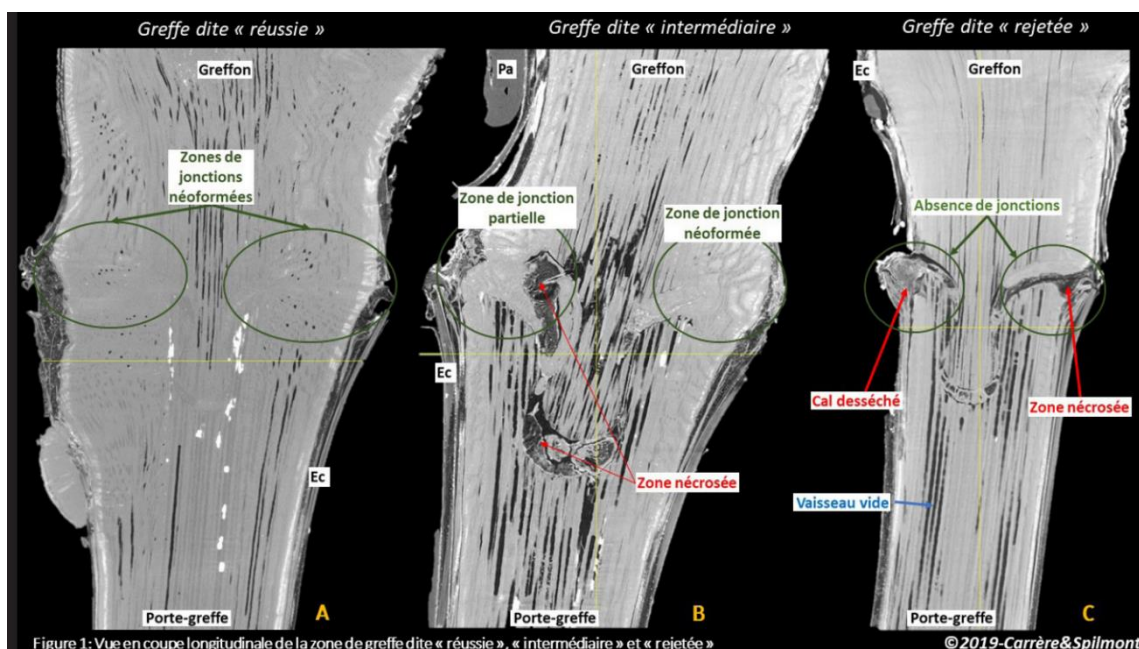


Figura 1: Vista de sección longitudinal de la zona del injerto conocidas como “exitosa”, “intermedia” y “rechazada” (Spilmont & Carrere 2019).

3. TIPOS DE INJERTO ALTERNATIVOS AL OMEGA

En la actualidad, el injerto tipo Omega es el más practicado en todo el mundo. Se trata de un injerto realizado en el vivero “en taller”, y su popularidad se debe principalmente a su facilidad de mecanizado, lo que permite producir un gran número de plantas a un coste relativamente bajo cada campaña. Esto es su virtud, pero también tiene una parte negativa y es que, si no se presta la suficiente atención al proceso, podemos producir plantas mal calibradas. Además del injerto en Omega, existen otras modalidades de injertado que se utilizaron y/o se utilizan dentro del sector en otros tiempos o países, que podrían ser alternativas interesantes. Sobre este tema hay algunos trabajos llevados a cabo en diferentes universidades de Turquía en los cuales evalúan diferentes aspectos relacionados con el tipo de injerto: Sabir & Kara (2010) y Sabir (2011) de Selcuk University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture (Konya, Turquía); Çelik & Odabas (1999), Çelik (2000) y Çelik & Boz (2003) de University of Ondokuz Mayıs, Department of Horticulture (Samsun, Turquía); y Çelik (2018) de Namik Kemal University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture (Tekirdağ, Turquía). Por su parte, Mary et al. (2017) evaluaron el impacto del tipo de injerto sobre la expresión de síntomas foliares de yesca en verano, observado mayores síntomas en plantas injertadas de forma mecánica en vivero (injerto tipo omega y rayo de júpiter) en comparación con las injertadas directamente en campo (injerto en hendidura), si bien los resultados deben considerarse como preliminares debido principalmente a la gran diferencia de edad de las plantas evaluadas en el estudio.

Dentro del proyecto Vites Qualitas se está evaluando la potencialidad de 3 tipos de injerto alternativos al Omega (inglés, hendidura y V) y su incidencia en la presencia de hongos de la madera y en la calidad de las conexiones vasculares entre púa y portainjerto, con el objetivo final de obtener plantas de mayor calidad. Esta tarea también continúa una de las líneas de investigación iniciadas dentro de los proyectos Vit-Foot y Vit-Feet con resultados prometedores (Marín et al. 2018).

REFERENCIAS

- Assunção, M., Canas, S., Cruz, S., Brazão, J., Zanol, G.C. and Eiras-Dias, J.E., (2016) Graft compatibility of *Vitis* spp.: the role of phenolic acids and flavanols. *Scientia Horticulturae* 207, 140–145.
- Assunção, M., Pinheiro, J., Cruz, S., Brazão, J., Queiroz, J., Eiras Dias, J.E. and Canas, S., (2019) Gallic acid, sinapic acid and catechin as potential chemical markers of *Vitis* graft success. *Scientia Horticulturae* 246, 129–135.
- Canas, S., Assunção, M., Brazão, J., Zanol, G. and Eiras-Dias, J.E., (2015) Phenolic Compounds Involved in Grafting Incompatibility of *Vitis* spp: Development and Validation of an Analytical Method for their Quantification: Phenolic Compounds Quantification in *Vitis* Grafting Tissues. *Phytochemical Analysis* 26, 1–7.
- Çelik, H., (2000) The Effects of Different Grafting Methods Applied by Manual Grafting Units on Grafting Success in Grapevines. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24, 499–504.
- Çelik, H. and Boz, Y., (2003) Hand manual grafting units for grapevine propagation.
- Çelik, H. and Odabas, F., (1999) The Effects of Grafting Times and Types On The Quality of Grafted Vine Production Under The Nursery Conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23, 87–95.



- Çelik, S., (2018) Grafted-Rooted Vine Production by a New Motorized Grafting Machine. *Journal of Scientific and Engineering Research* 5, 578–585.
- Cookson, S.J., Clemente Moreno, M.J., Hevin, C., Nyamba Mendome, L.Z., Delrot, S., Trossat-Magnin, C. and Ollat, N., (2013) Graft union formation in grapevine induces transcriptional changes related to cell wall modification, wounding, hormone signalling, and secondary metabolism. *Journal of Experimental Botany* 64, 2997–3008.
- Errea, P., (1998) Implications of phenolic compounds in graft incompatibility in fruit tree species. *Scientia Horticulturae* 74, 195–205.
- Marín, D., García, R., Eraso, J., Palacios, J. and Santesteban, L.G., (2018) Evaluation of the nursery success rate of four grapevine grafting techniques alternative to omega graft (Poster). Presented at the 22nd Int'l Geisenheim Conference on Grapevine Propagation, Geisenheim, Germany.
- Mary, S., Laveau, C., Lecomte, P., Birebent, M. and Roby, J.-P., (2017) Impact of grafting type on Esca foliar symptoms. *OENO One* 51, 221–230.
- Milien, M., Renault-Spilmont, A.-S., Cookson, S.J., Sarrazin, A. and Verdeil, J.-L., (2012) Visualization of the 3D structure of the graft union of grapevine using X-ray tomography. *Scientia Horticulturae* 144, 130–140.
- Pina, A., Cookson, S.J., Calatayud, A., Trinchera, A. and Errea, P., (2017) Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility., in: Colla, G., Pérez-Alfocea, F., Schwarz, D. (Eds.), *Vegetable Grafting: Principles and Practices*. CABI, Wallingford, pp. 132–154.
- Pisciotta, A., Orlando, S., Di Lorenzo, R. and D'Acquisto, L., (2017) Evaluation of graft success of grapevine after incubation room by means of thermographic, electrical and mechanical techniques. *Chemical Engineering Transactions* 58, 199–204.
- Pratt, R.B. and Jacobsen, A.L., (2018) Identifying which conduits are moving water in woody plants: a new HRCT-based method. *Tree Physiology* 38, 1200–1212.
- Prodhomme, D., Valls Fonayet, J., Hévin, C., Franc, C., Hilbert, G., de Revel, G., Richard, T., Ollat, N. and Cookson, S.J., (2019) Metabolite profiling during graft union formation reveals the reprogramming of primary metabolism and the induction of stilbene synthesis at the graft interface in grapevine. *BMC Plant Biol* 19, 599.
- Sabir, A., (2011) Comparison of green grafting techniques for success and vegetative development of grafted grape cultivars (*Vitis* spp.). *Int. J. Agric. Biol.* 13, 628–630.
- Sabir, A. and Kara, Z., (2010) Nursery Evaluation Of Different Grafting Techniques For A Sustainable Viticulture Using 99 R And 5 Bb Rootstocks. *Sciences book* 468–473.
- Spilmont, A.S. and Carrere, C., (2019) Qualité du point de greffe : les apports de l'imagerie. Fiche Technique No1, Origine.