



ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR LA MORTANDAD DE PLANTAS DE FRUTILLA EN LA ZONA DE SALTO

Un desafío para el Sistema de Innovación Regional

Vicente, E.¹, Manzioni, A.¹, Arruabarrena, A.², Varela, P.³
González, M.⁴, De Hegedüs, P.⁵

¹ Programa de Investigación en Producción Hortícola

² Unidad de Biotecnología

³ Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

⁴ Unidad de Semillas y Recursos Fitogenéticos.

⁵ Ciencias Sociales, Facultad de Agronomía, UdelaR

INTRODUCCIÓN

La oferta de frutilla, desde mediados de otoño hasta mediados de primavera, proviene de la zona hortícola de Salto. La tecnología de producción utilizada posee aspectos que la diferencian del modelo californiano ampliamente utilizado en las principales regiones del mundo. Los plantines se obtienen en viveros ubicados en el mismo predio de producción de fruta, bajo inver-

naderos, en condiciones de alta temperatura y sin acumulación de frío. Los estolones enraízan directamente en macetas en el vivero y luego se trasplantan a raíz cubierta. Predominan los cultivares nacionales obtenidos por INIA. Los cultivos se desarrollan bajo plástico, protegidos por macro o microtúneles, en suelos sin desinfección química, con rendimientos promedio de 35 toneladas por hectárea (t/ha), oscilando entre 30 y 41 t/ha, según los años.

Este modo de producción, que integra prácticas tradicionales con nuevos aportes de la investigación, tuvo una adopción masiva entre los años 2000 y 2005. Se puede caracterizar al mismo como una tecnología de intensificación sostenible, cuyo objetivo es incrementar la producción con reducción de impactos ambientales. El desarrollo del conocimiento se gestó a partir de un proceso de co-innovación, que implicó: i) colaboración entre expertos y otros agentes, ii) investigación participativa, y iii) integración entre prácticas locales con nuevas tecnologías (Rosas y Buonomo, 2016).

Los actores en un sistema de innovación de estas características son: productores; redes y organizaciones de productores y empresas; organizaciones de la comunidad y diferentes niveles de gobierno. La co-innovación implica la articulación horizontal conjunta entre estos actores para facilitar el proceso de innovación para que las nuevas prácticas o medidas sean adoptadas (de lo contrario son “invenciones”).

El proceso de investigación, desarrollo e innovación fue orientado a solucionar el significativo descenso en productividad y del número de productores de frutilla reportado a fines de los '90, debido a la alta mortandad de plantas causada por enfermedades a hongos de tallo y raíz, principalmente *Colletotrichum sp* y *Phytophthora cactorum*. La adopción de mejoras en la tecnología de propagación contribuyó a solucionar el problema sanitario, mientras que la nueva genética permitió aumentar la productividad precoz y la calidad de fruta. En los últimos 15 años se ha sostenido el cultivo de frutilla de Salto en oferta, productividad y número de productores.



Figura 1 - Producción de plantas en maceta bajo invernáculo, vivero de autoabastecimiento ubicado en el mismo predio de producción de frutilla.

Desde el año 2015 se volvieron a detectar problemas de mortandad de plantas en algunas chacras, mayoritariamente asociadas al cultivar Festival. En los años posteriores el problema fue creciendo, afectando más



Figura 2 - Síntomas en plantas de punta de guía con 15 días en enraizado. La obtención de plantas madres a partir de ápices del vivero es frecuente en la zona de Salto.

predios, zonas y principales cultivares en uso: INIA Yuri e INIA Guapa. Las pérdidas de plantas se han situado entre 30-50% en cultivos para producción de fruta y se observaron casos de pérdida total de plantas madres para vivero.

¿NUEVAS O ANTIGUAS AMENAZAS?

En el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía en Salto, liderado por la Dra. Elisa Silvera, se han identificado varios hongos asociados a la muerte de plantas de frutilla en la zona de Salto. Los géneros encontrados corresponden a *Neopestalotiopsis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Cylindrocarpon*, *Macrophomina*, *Verticillium*, *Pythium* y *Phytophthora* y fueron reportados por primera vez asociados a frutilla en Uruguay *Neopestalotiopsis clavispora*, *Cylindrocarpon novozelandica* y *Cylindrocarpon macrodidyma*. En la mayoría de los casos los organismos aislados se encontraron formando complejos y no se logró asociar un síntoma a un patógeno específico (Machín, 2017). La mayoría de estos hongos ya estaban presentes en la frutilla del Uruguay, pero con baja a nula incidencia y severidad. Por ejemplo: *Macrophomina phaseolina* (ex *Sclerotium bataticola*) fue reportada por Monteiro y Rebellato en 1987.



Figura 3 - Síntomas internos observados al cortar el tallo o corona.

Una situación semejante ha sido reportada en varios países en los últimos 10 años, donde algunos autores asocian la emergencia de estas enfermedades al cambio climático y por otra parte, a la prohibición del uso de bromuro de metilo para la desinfección de suelos, especialmente en viveros.

En Salto, en los últimos tres años ha sido muy poco frecuente encontrar *Colletotrichum sp* y *Phytophthora cactorum* en las muestras de plantas analizadas. Podría interpretarse que el sistema de producción de plantas en uso, con viveros bajo invernadero, madres obtenidas en el mismo predio y trasplante en macetas, sigue siendo efectivo para el manejo de las antiguas enfermedades, pero resulta insuficiente para controlar a los nuevos patógenos emergentes.

Se entiende necesario generar más conocimiento sobre estos patógenos y su comportamiento, pero además deben tomarse acciones rápidamente a nivel de chacra. Hemos revisado las alternativas disponibles y la viabilidad de ser adoptadas con éxito en un plazo razonable. Presentamos una síntesis de la información divulgada en diversas actividades durante 2016 y 2017 sobre el problema sanitario y las opciones disponibles para minimizarlo desde una perspectiva crítica, valorando el potencial de adopción esperable por parte de los productores de la zona.

PRINCIPALES ALTERNATIVAS DISPONIBLES Y SU POTENCIAL DE ADOPCIÓN

El objetivo es lograr un equilibrio planta-patógeno-ambiente que minimice los daños, para lo cual se deben impulsar propuestas desde el sistema de innovación local que tengan una alta probabilidad de ser incorporadas por los productores.

Adoptar las bases del modelo californiano convencional

Esto implicaría importar plantas obtenidas en viveros de altura o de alta latitud, renovando el material vegetal de los cultivos para producción de fruta todos los años, con variedades desarrolladas en el exterior e incorporar la desinfección química anual de suelos. Este modelo es el más utilizado en la zona sur del país y en las principales zonas productoras de frutilla en el mundo. Sin embargo, también se han encontrado problemas sanitarios en las plantas importadas.

Por otra parte, salvo excepciones, las variedades introducidas no están mostrando resistencia al complejo de enfermedades de tallo y raíz que provoca muerte de plantas en nuestro país. Además, los productores de Salto han mostrado durante décadas una escasa predisposición a comprar plantas todos los años y prefieren los viveros propios de autoabastecimiento, argumentando

diversas razones: reducción de costos, utilización de infraestructura y personal disponibles en verano en la época de los viveros, mayor control del proceso y autonomía para manejar la fecha de trasplante.



Figura 4. Síntomas externos en plantas frigo importadas del cv. Festival

Control químico

El control químico con fungicidas, de acuerdo con la información nacional e internacional, no cuenta con antecedentes exitosos frente a las diversas enfermedades de raíz y corona en frutilla. Tampoco por consideraciones ambientales, sociales y económicas parecería ser el camino más adecuado.

Cultivo sin suelo

Podría ser efectivo para aquellas enfermedades donde la principal contaminación ocurre a nivel de suelos, pero no lo sería para aquellas donde el material vegetal y la vía aérea sean una fuente de transmisión importante. Tampoco es efectivo si existen vías de contaminación dentro del predio y cultivos hospederos vecinos. Su adopción implicaría una mayor inversión y cambios en la gestión del cultivo, por lo tanto, es una alternativa que debería ser analizada valorando otros beneficios y no fundamentarse solamente por el control de enfermedades.

Control biológico

Existen alternativas que ya se están explorando con *Trichoderma sp* y *Bacillus sp*. Convendría avanzar en el conocimiento del impacto potencial esperable dentro de una estrategia global de manejo integrado. Esta opción será efectiva si se controlan las demás vías de contaminación, en particular el material de propagación.

Incorporar mejoras en la tecnología local ya divulgadas pero poco adoptadas

Del conjunto de técnicas propuestas frente a la anterior crisis sanitaria de fines de los '90, como la realización

de los viveros bajo invernadero (evitando la contaminación de antracnosis por salpicado de gotas de lluvia) y la utilización de trasplantes a raíz cubierta en maceta tuvieron una adopción masiva. Sin embargo, otras recomendaciones que apuntaban a mejorar la sanidad del suelo y del material de propagación fueron incorporadas por pocos productores, como en los casos de:

- **Mejora del suelo.** Conviene continuar promoviendo una correcta aplicación de la solarización en viveros y cultivos, las rotaciones con una adecuada secuencia de especies, la inclusión de abonos verdes y la sistematización de suelos. La mejora de la calidad del suelo apunta a varios objetivos: bajar la cantidad de inóculo, aumentar la supresividad frente a patógenos y reducir el estrés en las plantas por contar con mejores propiedades físicas y químicas. También es importante la desinfección de los sustratos a utilizar en las macetas. Estas prácticas han sido difundidas oportunamente, pero su adopción ha sido limitada, probablemente porque requieren mayor planificación y ajustes en la gestión predial, una debilidad que debería ser ponderada al implementar una estrategia de transferencia tecnológica exitosa.



Figura 5 - La inclusión de abonos verdes, las rotaciones y una correcta solarización son prácticas recomendables para un manejo integrado de enfermedades de tallo y raíz.

- **Material de propagación sano.** La planta enferma asintomática es un elemento clave en la dispersión de enfermedades de tallo y raíz. Se analizan a continuación tres opciones para reducir la contaminación del material de propagación.

1. Producir plantas para cultivo en viveros aislados de la zona de producción de frutilla. Los emprendimientos viverísticos especializados, individuales o asociativos, localizados fuera de la zona de producción se han ensayado con poco éxito hasta el momento. A su vez, algunos hongos del complejo no son específicos de la frutilla, lo cual haría difícil asegurar un aislamiento suficiente. Tampoco resulta fácil encontrar dentro de nuestro territorio condiciones ambientales adversas a los patógenos.

La tradición de realizar viveros de frutilla y almácigos de hortalizas en el propio predio está fuertemente arraigada en la zona de Salto, lo cual también parece ser una restricción al desarrollo de viveros especializados en producir y comercializar anualmente plantas para cultivo.

2. Aislamiento relativo de los viveros dentro de los predios. Las experiencias ensayadas en estos últimos tres años no han sido exitosas. Dentro de la dinámica normal de un predio hortícola resultó difícil cumplir con un protocolo estricto de aislamiento del vivero y producción de plantas madres. Existen muchas vías de contaminación en la tierra transportada en maquinaria, herramientas y calzado. Para varios hongos también son fuentes de inóculo las malezas cercanas al vivero y existe dispersión de inóculo por medio del viento.

3. Utilización de plantas madres micropropagadas en los viveros todos los años. Es recomendable reducir la práctica de autoabastecimiento a la que acostumbran los productores de Salto, pues las plantas madres obtenidas de los estolones o "puntas de guía" extraídos del vivero o cultivo del año anterior pueden estar infectadas sin manifestar síntomas. Se estima que en la zona de Salto son necesarias unas 40.000 plantas madres por año.

El Grupo de Viveristas del Norte, junto con INIA, han analizado alternativas. Para la multiplicación a mayor escala se ha optado por contratar los servicios de un laboratorio privado con la meta inicial de utilizar un 50% de las plantas madres obtenidas por micropropagación. Se realizará un monitoreo de la efectividad de esta medida, en particular en el caso de las variedades sensibles, pues existen dudas sobre la posibilidad de seguirlas utilizando por las razones ya expuestas acerca de la facilidad de contaminación dentro de la chacra. Las partidas de material básico selecto se continuarán produciendo en los laboratorios de INIA.



Figura 6 - Plantas madres obtenidas por micropropagación

CULTIVARES RESISTENTES

Los cultivares nacionales obtenidos por INIA dominan el panorama varietal en la zona de Salto desde principios del 2000 gracias a su muy buena adaptación al sistema de propagación bajo invernadero. En este ambiente de propagación, necesario para minimizar la mortandad de plantas por *Colletotrichum sp* y *Phytophthora cactorum*, se generan condiciones de alta temperatura para la especie, donde las plantas no reciben estímulos de frío, ni acumulan reservas a diferencia de los viveros convencionales utilizados a nivel mundial en zonas de altura o de alta latitud. Bajo este modelo de producción de plantas, las variedades de INIA compiten con la genética importada por su destacado desempeño en productividad precoz y semi-precoz, calidad y resistencia a las enfermedades y plagas de cultivo protegido (oidio, ácaros). Sin embargo, los cultivares nacionales en uso hasta 2015 son sensibles al complejo de enfermedades de tallo y raíz emergente.

Desde 1998, en INIA Salto Grande se caracterizan genotipos por su comportamiento sanitario con énfasis en enfermedades de tallo y raíz, en condiciones altamente favorables a la incidencia de enfermedades: cultivo al aire libre en un suelo sin rotaciones y sin control químico ("infectario"). En estos trabajos también se ha verificado la presencia de las nuevas enfermedades prevalentes en los últimos años, lo cual permite disponer de germoplasma resistente a las enfermedades de tallo y raíz antiguas y recientes.

Las bases de esta reacción de resistencia o tolerancia frente a un amplio y variado número de patógenos no se conocen todavía y podrían relacionarse hipotéticamente a una mayor tolerancia general al estrés. Se han observado distintos niveles de resistencia y un compor-

tamiento diferencial entre genotipos para manifestar síntomas en función del tiempo de exposición a las enfermedades en el campo.

Durante el año 2017, en INIA Salto Grande se seleccionaron dentro del germoplasma existente en la regional aquellos clones con altos niveles de resistencia en tres condiciones: infectario al aire libre, cultivo bajo plástico y plantas madres obtenidas de punta de estolones al modo tradicional. Se ha observado que la obtención de plantas de punta de guía o estolón parece ser una práctica que favorece la transmisión y expresión de las enfermedades hoy presentes. También se analizaron muestras en la clínica de diagnóstico de Facultad de Agronomía en Salto y se encontró que los aislamientos más frecuentes correspondieron a los géneros *Neopestalotiopsis*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina* y *Fusarium*, en complejos de dos o tres hongos identificados en una misma planta y con una incidencia variable de algunos patógenos según la época del año.

INIA ha liberado en 2016 al cultivar INIA Ágata que tiene una resistencia media a alta a enfermedades de tallo y raíz. Se observa una creciente utilización de esta variedad que ya alcanza un 40-50% del área, sustituyendo a INIA Yuri, INIA Guapa y Festival. La mayoría de los productores han sustituido a las variedades sensibles y un porcentaje menor ha instrumentado mejoras en la obtención de material vegetal sano. También ha generado interés el clon N25.1, un material antiguo del programa, inicialmente propuesto para huertas de autoconsumo al aire libre por su alta rusticidad en cultivo y vivero a la intemperie. Actualmente se lo está validando en cultivo comercial bajo plástico. De todas las variedades extranjeras, solo Marisol y Sabrina están siendo utilizadas en los predios gracias a su buen nivel de resistencia a enfermedades, a pesar de ser tardías y demasiado vigorosas.



Figura 7 - Evaluación de clones y variedades por resistencia bajo condiciones predisponentes en INIA SG



Figura 8 - Plantas madres de INIA Ágata al centro y a la derecha canteros con variedades sensibles que sufrieron un intenso raleo de plantas con síntomas



Figura 9 - Clon avanzado N25.1 a la izquierda, con muy buena sanidad y Yuri a la derecha con problemas sanitarios

PERSPECTIVAS

Existen varias alternativas tecnológicas disponibles de manejo integrado y buenas prácticas agronómicas para enfrentar el problema de mortandad de plantas. En base a la experiencia en frutilla y otros cultivos hortícolas de propagación vegetativa en la zona (boniato, ajo, papa), estimamos que las medidas más adoptadas serán aquellas que combinen un alto potencial para controlar el problema en un corto plazo y que además requieran el menor costo de implementación en tiempo, gestión, inversión o capital. Las variedades resistentes disponibles que tengan un adecuado desempeño agronómico parecen ser la alternativa con mayores posibilidades de una adopción generalizada.

Sin embargo, para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo es necesario enfocar estrategias adecuadas para que las prácticas que son más exigentes en gestión, planificación y “cultura” predial, como las relativas a la renovación de material madre y la mejora global de la calidad de los suelos, también sean incorporadas por los productores. Las fortalezas del proceso iniciado a fines de la década del 90, que denominamos de co-innovación para la intensificación sostenible de la frutilla en Salto, permiten vislumbrar un escenario de futuro positivo, caracterizado por un aprendizaje generalizado de las medidas y propuestas antes señaladas.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

ROSAS, F.; BUONOMO, M. 2016. Marco conceptual para un desarrollo del sector agropecuario basado en la intensificación sostenible. In: BERVEJILLO, J.; CAYOTA, S.; GÓMEZ MILLER, R. (Eds.). Desafíos de la intensificación sostenible para la política pública. Convenio INIA-OPYPA/MGAP. Montevideo (UY): INIA. p. 85-89 (Serie Técnica; 227). ISSN 1688-9266

MACHÍN, A. 2017. Identificación de los organismos asociados a la muerte de plantas de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.) en el departamento de Salto, Uruguay. Montevideo (Uruguay): Facultad de Agronomía, UDELAR. Tesis de grado

PROCISUR. 2012. Rol de la extensión rural en la gestión de innovaciones. Disponible en línea: <http://www.redinnovagro.in/documentosinnov/procisr%20libro-docextens.pdf>

VICENTE, E.; MANZZIONI, A.; GONZÁLEZ-ARCOS, M.; GIMÉNEZ, G.; LADO, J.; ARRUABARRENA, A.; RUBIO, L.; SILVERA, E.; VARELA, P. El cultivar de frutilla para cultivo protegido INIA Ágata (SGN48.3). Montevideo (Uruguay): INIA, 2017. 4 p. (Hoja de Divulgación; 108).

VICENTE, E.; MANZZIONI, A.; GONZÁLEZ-ARCOS, M.; GIMÉNEZ, G.; BARROS, C.; VASSALLO, M. La producción de frutilla en Salto: investigación, desarrollo e innovación. Revista INIA Uruguay, 2012, no. 31, p. 37-42 (Revista INIA; 31).



Figura 10 -Productores, viveristas, técnicos asesores y equipo INIA de mejoramiento genético, micropropagación, semilla y poscosecha, parte de los actores del sistema de innovación regional de frutilla