



Fotos: Red poscosecha de cítricos

RED SECTORIAL PARA LA INNOVACIÓN EN EL PROCESO POSCOSECHA DE FRUTOS CÍTRICOS

Investigación, desarrollo y co-innovación interempresarial en la citricultura uruguaya

Ing. Agr. Gerónimo Fernández¹,
Ing. Agr. Elena Pérez²,
Ing. Agr. Andrea Pastore³,
Ing. Agr. Joanna Lado²

¹Unión de Productores y Exportadores de Frutas del Uruguay-UPEFRUY
²Programa de Investigación en Producción Cítrica
³URUD'OR S.A.

Este trabajo colaborativo logró detectar puntos críticos del proceso de poscosecha y generar propuestas que permitieron incorporar cambios tecnológicos en el corto plazo. Los participantes destacan el estrecho y permanente contacto entre las empresas, el técnico referente y los institutos de investigación, lo que facilitó la incorporación de nuevas tecnologías e identificación de necesidades de nueva investigación.

Las empresas cítricas uruguayas exportan fruta fresca de calidad para un mercado internacional muy exigente. Los tiempos de transporte hasta alcanzar el destino son muy extensos, por lo que la conservación de la calidad, minimizando la aparición de manchas o la incidencia de diferentes pudriciones, es fundamental.

Además, los requisitos en cuanto a inocuidad son actualizados constantemente, convirtiendo la poscosecha

de los cítricos en un proceso dinámico y desafiante. Las empresas uruguayas decidieron abordar este desafío en conjunto, conformando una red de trabajo interempresarial en la que son claves los aportes de los institutos de investigación que la integran (Figura 1).

El proyecto "Red tecnológica sectorial para la innovación en el proceso poscosecha de frutos cítricos" (2017-2021) está integrado por los institutos de investigación INIA



Figura 1 - A) Reunión anual de cierre de zafra y presentación de resultados con representantes de cada empresa participante del proyecto, técnicos de INIA y el técnico referente, realizada en la planta de empaque Azucitrus S.A.; B) Presentación de resultados de los dos primeros años de trabajo realizada por el técnico referente en marzo de 2019 en INIA Salto Grande, con la participación de técnicos y gerentes de cada empresa, así como técnicos de INIA y un representante de la ANII; C) Reunión virtual por parte de los técnicos de INIA y el técnico referente, con representantes de cada empresa y el representante de ANII en el año 2020.

(Uruguay) e IRTA (España), y las empresas citricolas Samifruit Uruguay S.A., Citrícola Salteña S.A., Noridel S.A., URUD'OR S.A., Forbel S.A. y Camposol S.A., asociadas en la Unión de productores y exportadores de frutas del Uruguay (UPEFRUY). Es financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) bajo el código RTS_1_2016_1_127275 en conjunto con las empresas participantes (UPEFRUY).

El proyecto destaca como una innovación metodológica de trabajo participativo interempresarial, con profesionales e institutos de investigación, fomentando la co-innovación e implementando nuevas tecnologías y resultados derivados de la investigación, directamente en las empresas. La modalidad de trabajo desarrollada en las condiciones uruguayas fue diseñada y guiada por investigadoras referentes de IRTA, quienes estuvieron presentes en Uruguay durante parte del proyecto. A su vez se incorporó un técnico encargado de la ejecución de las actividades del proyecto, constituyendo un nexo clave entre empresas e investigadores.

La implementación de esta modalidad de trabajo en las condiciones locales se inició con un diagnóstico

de la situación. Mediante visitas técnicas específicas, realización de encuestas y entrevistas personalizadas, se obtuvo un diagnóstico de situación general de cada empresa (infraestructura utilizada, producción y variedades, manejo poscosecha y principales destinos de exportación). En esta primera etapa se identificaron los puntos críticos o cuellos de botella de cada empresa y se definieron los lineamientos de trabajo a seguir. Se identificaron dos grandes áreas de trabajo: control de los principales patógenos de cítricos en poscosecha y manejo de la temperatura de conservación y susceptibilidad al daño por frío.

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

Se generaron propuestas de innovación y adopción tecnológica que acompañan los mercados dinámicos en diferentes partes del mundo, a través de distintas actividades:

1. Evaluación *in situ* de las mejoras implementadas por las empresas:

i. Puntos de aplicación de fungicidas de poscosecha (Figuras 2 y 3).



Figura 2 - A) Diferentes tipos de drencher utilizados por las empresas para realizar el primer tratamiento fungicida de poscosecha: drencher horizontal o “de fosa” instalado en el campo y B) drenchers verticales instalados en las plantas de empaque “de ropero” o C) de cadenas.



Figura 3 - A) Diferentes puntos de aplicación utilizados en las líneas de empaque de frutos cítricos: balsa con aplicación de hipoclorito de sodio; B) cortina de espuma donde generalmente se aplica jabón neutro con SOPP; C) módulos de aplicación acuosa utilizados para diferentes fungicidas, por aspersión o spray, D) o mediante cascada; E) módulo de aplicación de cera a la cual también se le agregan productos fungicidas, en este caso corresponde a una aplicación con dos sistemas de rotor.

ii. Chequeo de la eficiencia de la desinfección en balsas de volcado con hipoclorito de sodio.

iii. Identificación de los principales patógenos causantes de podridos en poscosecha (Figura 4).

iv. Monitoreos de contaminación y desinfección en las plantas de empaque (ambiente y superficies).

2. Contribuciones a la agenda de investigación: presencia de patógenos de poscosecha cuarentenarios para potenciales mercados de exportación.

3. Desafíos comunes a todas las empresas:

i. Evaluación de nuevos recubrimientos/ceras para mantener la calidad del fruto (brillo y secado rápido).

ii. Manejo de temperaturas cuarentenarias, el proceso de enfriamiento y la evaluación de daños por frío en las principales variedades de exportación (Figura 5).

iii. Capacitación de personal de las empresas en la identificación de patógenos y desórdenes poscosecha.

4. Trabajos dirigidos a investigar y desarrollar alternativas para el control de la podredumbre amarga de los cítricos (Figura 4D) que, luego de avances de investigación en INIA (Figura 6), se implementaron y desarrollaron actividades aplicadas con validaciones comerciales en empresas.

5. La evaluación de estas alternativas (principalmente aditivos alimentarios) se extendió al control de *Penicillium digitatum* (patógeno más importante en poscosecha de cítricos, Figura 4A) debido a la creciente demanda de productos sustentables y menos nocivos para el consumidor y el ambiente.

Se identificaron dos grandes áreas de trabajo: control de los principales patógenos de cítricos en poscosecha y manejo de la temperatura de conservación y susceptibilidad al daño por frío.



Figura 4 - Frutos con podredumbres blandas causadas por patógenos del género *Penicillium* spp. encontrados en campo: A) *P. digitatum* B) *P. italicum* C) *P. ulaiense* D) A la derecha se observa un fruto con podredumbre amarga causada por *Galactomyces citri aurantii* encontrado en contramuestras.



Figura 5 - A) Evaluación de un ensayo con diferentes variedades de naranja sensibles a daños por frío (Valencia, Navel y Salustiana) luego de la conservación en un contenedor comercial bajo el régimen de temperatura de cuarentena; B) Detalle de diferentes tipos de síntomas asociados a daños por frío: manchas marrones en naranja Salustiana; C) depresiones sin cambio de coloración en limón fino; D) pitting en limón Lisbon.



Figura 6 - A) Realización de ensayos en el drencher y B) en la cascada de la línea con fines de investigación instalada en INIA Salto Grande; C) y D): frutos con diferentes tratamientos de una evaluación de recubrimientos, dispuestos en cajas individuales y prontos para ingresar en cámaras de frío en INIA Salto Grande; E) evaluación de un ensayo de productos alternativos promisorios para el control de la podredumbre amarga realizado en el laboratorio de fitopatología de INIA Salto Grande.

Esta nueva forma de trabajo demostró eficiencia para la detección y el abordaje de problemas y oportunidades. Con una metodología meticulosa, seria y eficaz se logró detectar los puntos críticos con la consiguiente generación de propuestas de incorporación de cambios tecnológicos en el corto plazo (Cuadro 1).

La continuidad del trabajo en red entre empresas e investigadores y la capacitación de recursos humanos con este enfoque, permitirán abordar estos y futuros desafíos del sector.

Los resultados obtenidos han mostrado que esta modalidad de trabajo es valiosa, mejorando los resultados comerciales de las empresas participantes y atenuando los efectos negativos de años adversos. Se destaca el éxito del contacto permanente entre las empresas y la investigación, acelerando el proceso de transferencia de nuevas tecnologías y la incorporación de nuevas demandas que requieren investigación.

Esta nueva forma de trabajo demostró eficiencia para la detección y el abordaje de problemas y oportunidades.

Cuadro 1 - Principales cambios adoptados por parte de las empresas en función a los resultados obtenidos en la Red.

Evaluación	Problema detectado	Cambio realizado
Aplicaciones en drencher	Falta de eficacia en el tratamiento	Aumento del caudal
		Reducción de la velocidad del tratamiento
		Aumento del tiempo de baño
		cambio en la estrategia fungicida (por ej. suma de PZ al OPP)
		Adición de coadyuvantes
	Reducción de la eficacia en el tiempo	Incorporación de filtros (hidrociclón, malla, perlita)
		Reducción del volumen de fruta tratada entre recambio total de caldo
	Falta de homogeneidad en el tratamiento	Incorporación de tuberías laterales
		Aumento del caudal
		Aumento del tiempo de baño
Aumento del número de boquillas		
Aplicaciones en línea de empaque	Falta de efectividad del spray	Sustitución por cascada
		Aumento del caudal y el número de boquillas
	Eficacia spray vs cera	Reducción de IMZ en cera y aumento en spray
	Falta de efectividad en cera	Sustitución de aspersores por disco giratorio
	SOPP, acción fungicida ineficaz	Eliminación o sustitución por sorbato de potasio
Alternativas de control sin residuos	Falta de herramientas para control sin residuos	Instalación de línea preselección limón a campo con tratamiento de bicarbonato de sodio por inmersión
Monitoreo de la contaminación	Momentos específicos con alta carga de contaminación	Decisiones para la desinfección
Daños por frío (DF)	Túnel de frío aumenta DF	No utilización en variedades sensibles a DF o en años de mayor incidencia
	Evaluaciones con limón amarillo satisfactorias	Envíos a temperatura de cuarentena
	Nueva cera y aditivos eficaces en la reducción del DF	Envíos de naranjas sensibles a temperatura de cuarentena
Ceras	Evaluación satisfactoria de nuevos recubrimientos	Cambio de la cera utilizada en la mayoría de las empresas
Fungicidas alternativos	Nuevos productos sin residuos químicos	Envíos piloto a la UE de fruta sin tratamientos químicos de postcosecha