



INFORME
ESPECIAL

Fotos: INIA

DESAFÍOS DE LA CITRICULTURA EN URUGUAY Y EL APOORTE DE INIA A SU COMPETITIVIDAD

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola

A través del Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola, INIA trabaja junto al sector productivo e instituciones públicas y privadas, en la construcción de soluciones científico-tecnológicas que aportan a la competitividad de la citricultura en un contexto internacional sumamente complejo y dinámico. El presente informe aborda las claves tecnológicas que aportan a su competitividad, la estrategia colaborativa implementada, así como los principales logros obtenidos y desafíos que enfrenta el sector.

INTRODUCCIÓN

La citricultura es el rubro hortifrutícola más importante del Uruguay, siendo una agroindustria dinámica dedicada fundamentalmente a la exportación de naranjas, mandarinas y limones para consumo en fresco a los principales mercados del mundo. Ocupa una superficie efectiva de 14 mil hectáreas con casi siete millones de plantas e involucra aproximadamente 20.000 puestos de trabajo. La producción se ubica mayoritariamente en el litoral norte del país, mientras que en el sur se en-

cuentra el 10% del área y está especializada en la producción de limones y mandarinas tardías. En 2019 se produjeron 242 mil toneladas y se exportaron 105 mil toneladas (Encuesta citrícola primavera 2019, DIEA/MGAP).

Este enfoque exportador surge en la década del 70 a partir del estímulo de políticas estatales de apertura a los mercados mundiales y la creación de órganos específicos de fomento tales como la Comisión Honoraria Nacional del Plan Citrícola (CHNPC), dependiente del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP).

La necesidad de adaptar la producción a los requerimientos de los mercados más exigentes del mundo, caracterizaron al sector por ser altamente demandante de conocimiento y nuevas tecnologías, forjando así una estrecha relación entre el sector productivo e instituciones como INIA y la Udelar, entre otros.

En la última década, y posteriormente al acuerdo logrado en 2010 entre todos los actores de la cadena para la creación del Plan Estratégico de la Citricultura, estamos presenciando un resurgimiento de la citricultura nacional. La misma se caracteriza por la reconversión varietal basada en el uso de material vegetal sano, nuevas variedades adaptadas a la demanda de los consumidores, sistemas productivos más sustentables, inocuos y eficientes en el uso de los recursos naturales y un manejo postcosecha ajustado al cumplimiento de los requisitos de cada mercado.

Esta relación de trabajo interinstitucional fue evolucionando en arreglos más íntimos y dinámicos tales como las alianzas para la innovación y redes tecnológicas, hasta que finalmente, en setiembre de 2018, se consolidó la creación del Consorcio Citrícola Nacional, integrado por UPEFRUY, INIA y el MGAP. El objetivo principal de este Consorcio es gestionar, entre las partes, los productos tecnológicos de impacto generados en los últimos años como por ejemplo el material vegetal sano, nuevas variedades y nuevos desarrollos para el manejo de plagas y enfermedades cuarentenarias, entre otros.

Así INIA, a través del Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola, adoptando un formato de trabajo en red junto a la academia nacional e internacional, el sector privado y el MGAP, ha forjado soluciones científico-tecnológicas que aportan a la competitividad de la citricultura en un contexto internacional sumamente complejo y dinámico.

“INIA se ha transformado en un aliado estratégico para el desarrollo de la industria cítrica nacional, así como para atraer inversiones al sector”.

Ing. Agr. Gastón di Lorenzi
Gerente de Producción Noridel S.A.

PLANTAS SANAS: LA CLAVE PARA EL MEJOR COMIENZO

Dentro de las enfermedades que afectan a los cítricos, las provocadas por virus y algunos tipos de bacterias tienen un alto impacto productivo, económico y comercial; no existen tratamientos curativos y únicamente se pueden controlar aplicando medidas preventivas. Se suma a ello, el hecho de que se transmiten por injerto y en algunos casos, también por semillas. Por lo tanto, la única forma de evitar su propagación y de tener plantaciones con un alto potencial productivo, no solo desde el punto de vista genético sino también sanitario, consiste en utilizar plantas cuya sanidad ha sido comprobada y están libres de virus y bacterias.

El saneamiento de citrus: un proceso tan importante como complejo

La obtención de plantas libres de virus implica un proceso largo, complejo y costoso por las técnicas, infraestructura y recursos humanos requeridos. En él están involucradas tres instituciones reconocidas en el ámbito agropecuario: el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Nacional de Semillas (INASE) y la Dirección General de Servicios Agrícolas / Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DGSA/ MGAP) con una participación activa del sector cítrico, en la selección y priorización de las variedades de interés.

“Los cítricos son un alimento fundamental en la calidad de la nutrición y defensas del organismo. En ese sentido INIA, juega un rol fundamental con la investigación, generando competitividad en el sector, en aspectos productivos, postcosecha y acompañando los accesos a nuevos mercados. En la reciente apertura del mercado de Vietnam, se resaltó el excelente sabor de las mandarinas provenientes del programa de Mejoramiento Genético de INIA, sin duda un camino con recompensas.”

Ing. Agr. Federico Montes
Asesor técnico y Ex Director de la DGSA/MGAP



Figura 1 - Esquema del proceso de saneamiento y certificación de variedades. Imagen: Ana Bertalmio.

Es de destacar el esfuerzo realizado a dos niveles, uno formal en cuanto a la coordinación del trabajo de las instituciones y apoyo a la normativa del proceso de saneamiento y certificación, y otro básico tecnológico, en cuanto a la operativa de saneamiento, comprobación varietal, multiplicación del material saneado y la certificación de viveros. Respecto al primer nivel, en 2010 se firmó un acuerdo de cooperación para desarrollar el Programa Nacional de Saneamiento y Certificación de Cítricos (PNSCC), definiéndose un protocolo estandarizado (“Estándar Específico”) donde se detallan los requisitos a cumplir para la definición de “planta sana” y los roles de todos los involucrados, incluyendo a los viveristas y productores cítricos, y estableciendo la obligatoriedad de comercializar únicamente plantas certificadas a nivel nacional.

En el segundo nivel, INIA es responsable de la creación de “plantas libres de virus” aplicando una técnica denominada “microinjertación” *in vitro* y de la verificación de ausencia de enfermedades en las variedades y portainjertos saneados, utilizando técnicas de diagnósticos serológicos, biológicos y moleculares, contando para esto último con la homologación de la DGSA/MGAP.

Cuando las plantas obtenidas por microinjertación alcanzan el tamaño adecuado para la extracción de muestras, se inicia la etapa de verificación del estado sanitario.

En variedades, las enfermedades que se controlan son las provocadas por el Virus de la Tristeza de los Cítricos (CTV) y de la Psorosis (CPsV) y los viroides de la Exocortis (CEVd) y Caquexia (HSVd). Adicionalmente, la DGSA/MGAP realiza el control de la bacteria del cancro cítrico.

En cuanto a los portainjertos, el proceso es más sencillo: se parte de plantas semilleras a campo y únicamente se verifica por diagnóstico biológico, que están libres de Psorosis.

En caso de ser portadoras de la enfermedad, se inicia el proceso de microinjertación. Si bien los diagnósticos de rutina se aplican solo para las enfermedades bajo control oficial incluidas en el Estándar Específico, en las variedades y portainjertos importados del exterior se incorpora además el control para otras enfermedades, incluyendo diagnósticos para Concave Gum (CG), enanismo de los cítricos (CDVd) y para el viroide IV (CVd-IV).

Las plantas con sanidad comprobada producidas por INIA son introducidas al PNSCC para su multiplicación y venta a los productores bajo el control de INASE y DGSA. Un detalle no menor es que permanecen siempre bajo estructuras de protección que, además de prevenir la re-infección por los agentes eliminados, aportan seguridad frente a posibles nuevas amenazas sanitarias presentes en la región.

Como resultado de este proceso, el PNSCC pone



Figura 2. Planta de Clementina de 1,5 años.

producida con material certificado

Foto: Fernando Rivas

a disposición del sector cítrico uruguayo yemas y semillas certificadas, aportando además un mecanismo de contingencia frente a la entrada al país de nuevas enfermedades. Como se mencionó, INIA es la única institución en Uruguay que realiza el saneamiento y los diagnósticos biológicos de variedades y portainjertos de cítricos, habiéndose convertido en un referente regional. Por otro lado, es el único proveedor de semilla certificada de portainjertos. A la fecha el PNSCC ha generado el material vegetal (yemas y semillas de portainjertos) para la producción de más de 2,5 millones de plantas, cubriendo el 100% de las nuevas plantaciones, que destacan por su temprana entrada en producción.

“El esfuerzo interinstitucional coordinado es clave para sostener los logros del Programa Nacional de Saneamiento y Certificación de Cítricos, que se apoyan todos los días en el compromiso constante de los equipos técnicos involucrados. No es imaginable una citricultura competitiva sin un Programa serio, confiable y continuo; ¡sin sanidad, no hay negocio!”.

Ing. Agr. Joaquín Mangado
Ex Presidente de la CHNPC/ MGAP¹

¹Desde la Comisión Honoraria Nacional del Plan Cítrico (CHNPC) trabajó activamente con el Gabinete Productivo en la formulación de medidas para el desarrollo de valor de la cadena cítrica, así como en la consolidación del acuerdo interinstitucional para la implementación del PNSCC.



Foto: Pablo Varela

Figura 3 - Visita al PNSCC en 2013 de la Embajadora de Estados Unidos en Uruguay, Subsecretario de USDA/EEUU, embajador de Uruguay en EEUU y Ministro del MGAP, previo a la apertura del mercado norteamericano.

Al aportar materiales para la propagación de cítricos con calidad genética y garantías sanitarias, el PNSCC apuntala las bases de la cadena citrícola, contribuyendo al desarrollo y sostenibilidad de una citricultura competitiva, democrática e innovadora.

NUEVAS VARIEDADES ADAPTADAS A LAS NECESIDADES DEL PRODUCTOR Y DEL CONSUMIDOR

El Programa de Mejoramiento Genético trabaja en la generación de mandarinas, naranjas y limones con más producción, buena sanidad, conservación, aspecto externo, sabor, sin semillas y, para el caso de mandarinas, además, facilidad de pelado, mejores características nutricionales y buena capacidad de almacenamiento en frío luego de su recolección.

Para lograrlo se utilizan técnicas convencionales y modernas, con un abordaje multidisciplinario e interinstitucional que incluye al sector productivo y a los consumidores dentro del proceso de selección. Bajo esta propuesta de trabajo se han liberado variedades de mandarinas, naranjas y limones de excelente calidad que son evaluadas en una red de módulos a nivel nacional (INIA Salto Grande, INIA Las Brujas y acuerdos con empresas productoras), apostando así a mejorar la competitividad del sector a nivel internacional y a ofrecer un mejor producto en el mercado interno.

En conjunto con la Facultad de Agronomía (Udelar), se obtuvieron y registraron variedades híbridas de mandarinas para ampliar la estacionalidad de cosecha de mandarinas tipo común y para mejorar la competitividad en el contexto internacional. Se destacan, entre otras, las variedades A172[®], A151[®], F7P3[®], F4P7[®], F3P8[®] y F2P3[®] por su período de maduración, excelente calidad de fruta y su buena conservación en frío.

Estas han sido licenciadas a viveros comerciales y se están implantando en predios comerciales para el mercado nacional y de exportación. Junto al sector productivo se han seleccionado y liberado las variedades de naranja Valencia Rufina[®], Victoria[®] y Paylate[®]. Estas variedades poseen fruto sin semillas, mejor producción y calidad de fruta y se posicionan como variedades de importancia creciente en la producción nacional.

En cuanto a limones, hemos liberado al mercado la variedad INIA Ana Claudia[®] que se caracteriza por la producción de frutos con muy bajo número de semillas.

Se encuentran en proceso de evaluación las nuevas selecciones INIA 700 e INIA CL067 que apuntan a mejorar la productividad y el tamaño de fruta con respecto a INIA Ana Claudia.

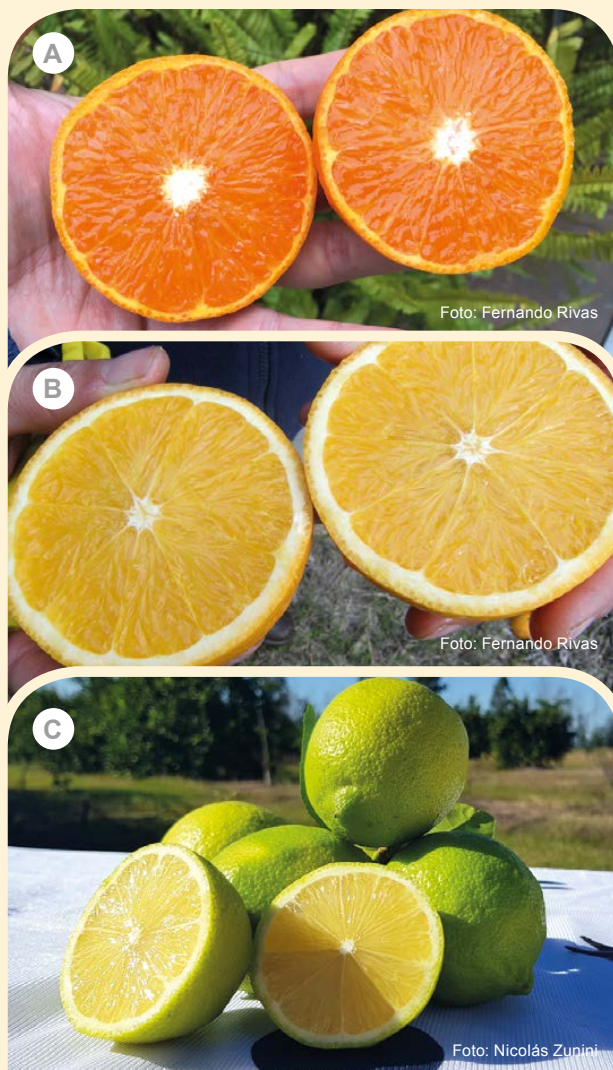


Foto: Fernando Rivas

Foto: Fernando Rivas

Foto: Nicolás Zupini

Figura 4 - Nuevas variedades de cítricos liberadas. A) mandarina F2P3; B) naranja Paylate y C) nueva selección de limón sin semillas CL067.



Foto: Irvin Rodríguez

Figura 5 - Jornada de evaluación de la aceptabilidad de los consumidores de las nuevas variedades de mandarina liberadas.

orientando sus esfuerzos para lograr esos objetivos. Las variedades seleccionadas son evaluadas durante varios años en el campo y sus frutos son, además, evaluados en el laboratorio de calidad de fruta a lo largo de su período de maduración.

Específicamente, se mide el tamaño de la fruta, se evalúa su color externo e interno, presencia o no de semillas, firmeza, contenido de jugo, dulzor y acidez.

También se determina el contenido de compuestos nutraceuticos presentes en pulpa y jugo, tales como vitamina C y otros antioxidantes. Luego de la cosecha, la fruta se somete a estudios de simulación de conservación comercial a 1 y 4°C a modo de verificar la aptitud de estas nuevas variedades para soportar largos períodos de transporte marítimo en frío.

Un insumo importante en el proceso de selección es la información de aceptabilidad por parte de los consumidores, quienes destacan en sus valoraciones características nutricionales y sensoriales. Desde el punto de vista sensorial, se llevan a cabo estudios en nuestro país con el objetivo de conocer como describen los consumidores uruguayos a nuestras variedades.

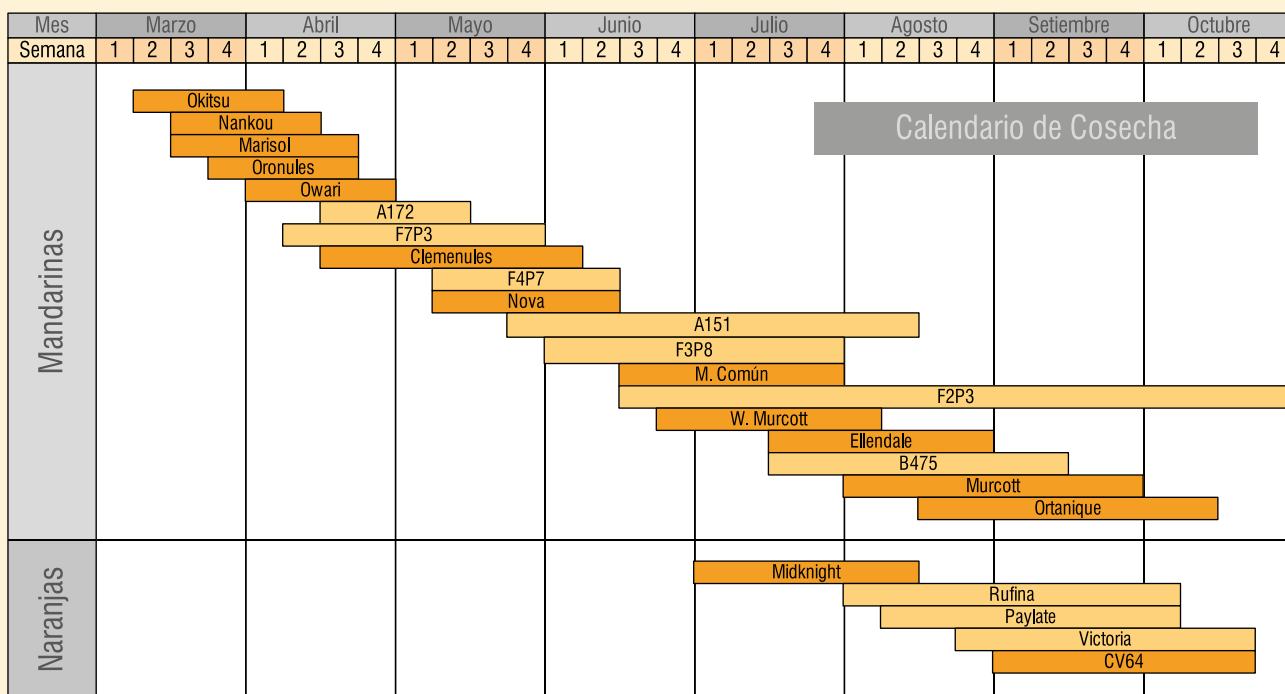
Es así como los términos “dulce”, “jugosa”, “firme”, de “color intenso” y “sabor típico a mandarina” se utilizaron para caracterizar a los híbridos nacionales. Además, han sido muy bien apreciadas en comparación con variedades comerciales de referencia internacional.

“El presente y futuro de la citricultura depende de las variedades que se han desarrollado y se están desarrollando. En este sentido el rol de INIA es fundamental; se da competitividad con genética nacional adaptada a Uruguay”.

Ing. Agr. Martín Lanfranco
Asesor privado

La calidad con base genética y sensorial

La tendencia al mayor consumo de mandarinas de fácil pelado y sin semillas, hace que nuestro Programa esté



■ Variedades creadas por el programa de mejoramiento.

■ Variedades comerciales de referencia.

Figura 6 - Calendario de cosecha de las nuevas variedades de mandarinas y naranjas. Imagen: Fernando Rivas.



Figura 7 - Proceso de creación de variedades triploides: A) Embriones de semillas subdesarrolladas; B) siembra en laboratorio de los embriones; C) primer triploide liberado en campo.

La estrategia que estamos abordando para obtener variedades de mandarinas sin semillas es la obtención y generación de variedades triploides o 3x (con tres juegos de cromosomas en lugar de dos como es normal en mandarinas).

Esta tecnología permite la creación de variedades estériles (tanto el polen como los óvulos) y, por tal motivo, son incapaces de polinizar a otras variedades cercanas y sus frutos no poseen semillas.

El uso de variedades triploides permitirá que convivan armónicamente no solo productores con diferentes es-

trategias varietales, sino también la producción cítrica y la apícola sin conflicto de intereses. Desde hace algunos años, el programa de mejoramiento viene seleccionando plantas triploides generadas espontáneamente y, desde 2018, se comenzó a realizar cruzamientos para crear combinaciones promisorias y obtener una producción masiva de híbridos triploides.

Para estos cruzamientos se utilizan plantas tetraploides (4x; creadas por el Programa) y plantas diploides (2x).

Dado que las semillas con embriones triploides no producen endosperma (semillas subdesarrolladas), los embriones no son capaces de germinar en condiciones naturales y es necesario rescatar estos embriones y cultivarlos *in vitro* (en un medio de cultivo con los nutrientes y hormonas adecuadas en condiciones estériles) para su desarrollo.

Luego de que las plantas se desarrollan completamente, se verifica que sean triploides y son aclimatadas en sustrato en vivero, se injertan sobre el pie Trifolia y se plantan en el campo para evaluarlos. Se rescatan más de 5000 embriones cada año. Actualmente contamos con plantas triploides de más de 20 cruzamientos con parentales de alto potencial comercial. Algunos de los híbridos triploides obtenidos ya se encuentran en el campo para su evaluación. En 2016 hemos registrado y liberado nuestra primera variedad triploide (espontánea) que está disponible para que los productores del país puedan adquirirla.

Otra herramienta que utilizamos en nuestro Programa son los marcadores moleculares para caracterizar genotipos, poder identificarlos y para determinar mecanismos de reproducción de parentales. También se aborda el conocimiento de la ruta de biosíntesis de carotenoides en híbridos de mandarinas nacionales mediante el análisis de la expresión génica de enzimas clave en esta ruta y la determinación de carotenoides totales durante el ciclo de maduración de sus frutos.

Este conocimiento permitirá diseñar cambios específicos en los perfiles de carotenoides en frutos utilizando herramientas de ingeniería genética.

Así, el mejoramiento genético nacional contribuye a la mejora de la competitividad de la cadena cítrica a través de la innovación varietal, atendiendo las necesidades actuales de los productores y alerta a la evolución de las tendencias de consumo en los países destino de nuestras exportaciones, donde los conceptos de salud y conveniencia pautan las bases de nuestros desarrollos.



A



B

Fotos: Fernando Rivas

Figura 8 - Nuevas variedades en proceso de implantación en quintas comerciales: A) plantas nuevas (F3P8 y F2P3); B) cambio de copa (Paylate).

MANEJO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA FRUTA CÍTRICA EN CAMPO

Hoy el aumento de la producción exportable con frutas de alto valor comercial por hectárea es uno de los factores más importantes en la competitividad de la citricultura. Asimismo, el desafío es lograr competitividad juntamente con una optimización en el uso de los recursos naturales como el agua y los nutrientes, y mínimo impacto al medio ambiente.

En línea con los desafíos planteados, el equipo de trabajo de manejo, riego y nutrición se ha enfocado en tres líneas de trabajo directamente relacionadas con la productividad exportable de fruta cítrica y la eficiencia de uso de los recursos naturales mediante: a) tecnologías de manejo orientadas a mejorar la producción y los sistemas productivos; b) tecnologías de mejora del riego y el fertirriego y c) tecnologías de manejo orientadas a la producción de fruta sin semillas.

Tecnologías de manejo orientadas a mejorar la producción y los sistemas productivos

Nos enfocamos en el diseño y evaluación de diferentes manejos del suelo y nuevos sistemas de plantación en cítricos, que permitan una rápida entrada en producción y un mayor rendimiento por hectárea en variedades de alto valor comercial, con una alta eficiencia en el uso del agua y los nutrientes, maximizando la sostenibilidad productiva del suelo y su microflora.

En este sentido podemos destacar los trabajos realizados con distintos tipos de coberturas orgánicas en la fila de plantación o de coberturas vegetales vivas en las entrefilas de los árboles, que han permitido el aumento del rendimiento de las plantas y el tamaño de los frutos, a través del eficiente aprovechamiento del agua, de la reducción de la temperatura del suelo y de las malezas, y del aumento de la materia orgánica y de la biomasa microbiana en el perfil del suelo.

Por otro lado, se está evaluado el comportamiento de sistemas de manejo del suelo con camellones con y sin cobertura, en comparación al sistema clásico de plantación en plano en Uruguay, usando diferentes densidades de plantación y nuevos portainjertos semi-enanizantes en comparación con los portainjertos más usados en Uruguay: *Citrangue Carrizo* y *Poncirus trifoliata*. La velocidad de recuperación del capital invertido será el factor más importante en el éxito de estos nuevos sistemas de plantación.



Foto: Alvaro Otero

Figura 9 - Estudio de manejo de suelos sobre la productividad y calidad de fruta.

Asociado a esta meta se encuentra el desarrollo y validación de herramientas tecnológicas para la mejora de la productividad de nuevas variedades tanto nacionales como extranjeras. Dentro de estas herramientas se consideran: a) el ajuste de raleadores químicos para aumentar el tamaño de los frutos; b) el uso de fitorreguladores (como el ácido giberélico) para inhibir la floración y la alternancia productiva; c) la acción de fitorreguladores y el anillado para aumentar el cuajado de los frutos, entre otras, en combinación con la búsqueda de los mejores balances nutricionales para estas variedades.

Tecnologías de mejora del riego y el fertirriego

Si bien la citricultura es uno de los rubros agropecuarios de producción vegetal con más porcentaje de área bajo riego (mayor al 60%), en términos de eficiencia de uso del agua y de la energía, hay muchos aspectos que restan por mejorar. El programa de citricultura ha realizado la mayor cantidad de experimentos en riego a nivel nacional, desde hace más de 20 años y ha contribuido directamente a incrementar la eficiencia del uso del agua, mejorando el momento de aplicación del riego en variedades como Valencia, Navel, mandarinas e híbridos como Afourer. Nuestros trabajos han determinado umbrales de riego que llevan a reducir la lámina y los tiempos de riego sin afectar la calidad o el rendimiento, aprovechando al máximo las precipitaciones naturales. Para ello, una herramienta básica fue la utilización de Balances Hídricos del agua en el suelo.

La evolución de las tecnologías de fertirriego ha contribuido decisivamente a mejorar la eficiencia de aplicación de los nutrientes y la mano de obra, así como la reducción de la contaminación ambiental. Capitalizando los conocimientos en nutrición mineral relativos a dosis, momentos y niveles foliares generados en los años 90 (y posteriores) y en el manejo del riego, se han actualizado procesos tecnológicos bajo fertirriego en nuestras condiciones climáticas, donde la variabilidad de las precipitaciones mensuales y diarias dificulta no solo la programación y el plan de fertirriego, sino también el confinamiento del sistema radicular a áreas determinadas del suelo. En este sentido nuestro enfoque va en la línea de seleccionar los mejores regímenes de frecuencia de fertirriego, sin dejar de lado la comparación con fertilización de cobertura con fertilizantes de nueva generación tales como los de liberación lenta, entre otros.

La evolución de las tecnologías de fertirriego ha permitido mejorar la eficiencia de aplicación de los nutrientes y la mano de obra, reduciendo la contaminación ambiental.

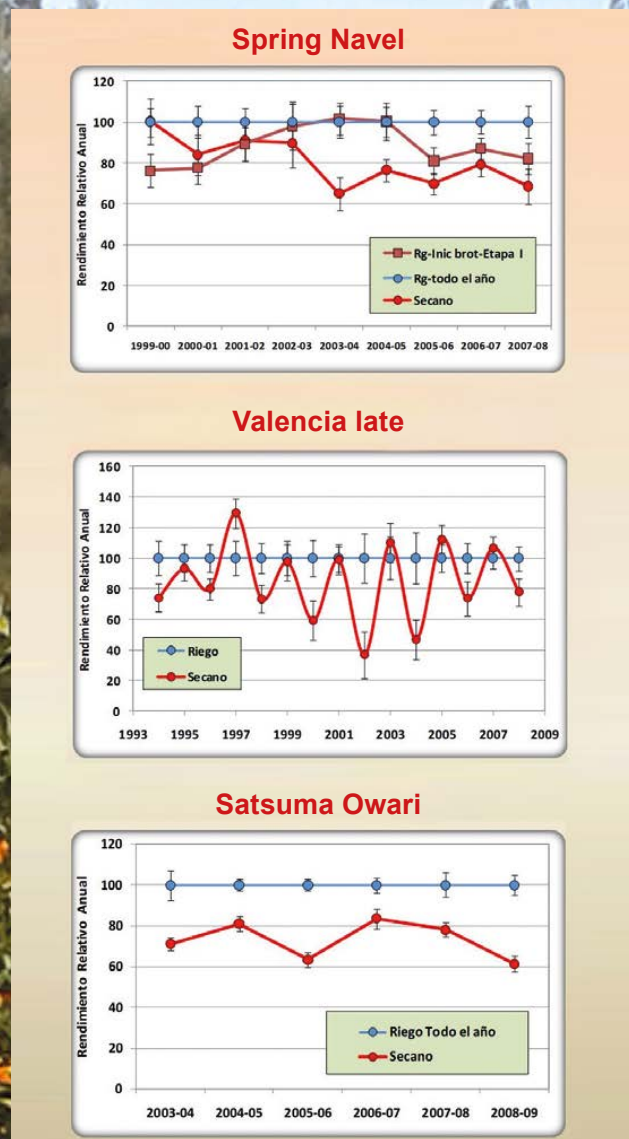


Figura 10 - Estudio de la productividad bajo riego en diferentes especies de cítricos. Imagen: Alvaro Otero y Carmen Gofí

Tecnologías de manejo orientadas a la producción de fruta sin semillas y sistemas de producción bajo mallas

Bajo un potencial escenario de presencia de la enfermedad denominada HLB en los montes comerciales de Uruguay, la producción comercial bajo malla aparece como una alternativa tecnológica a evaluar. En asociación con las empresas privadas se ha comenzado el estudio de la productividad, calidad de fruta, incidencia de enfermedades y balances de agua y nutrientes en mandarinas de alto valor comercial en sistemas confinados bajo dos tipos de mallas: mallas para excluir abejas y mallas para excluir *Diaphorina citri*, insecto vector del HLB.

“El aporte en más de 30 años de investigación nacional por parte de INIA en lo referente a fisiología del cultivo nos ha permitido comprender estos procesos a nivel local y desarrollar herramientas agronómicas (podas, raleos químicos, regulación floral, manejo del riego) que permitan mejorar nuestra competitividad productiva e introducción de nuevas variedades de mayor valor al sistema”.

Ing. Agr. J. Carlos Diez - Asesor privado

Son sistemas de producción innovadores para el país, por lo que se pueden esperar cambios importantes en la productividad y calidad de la fruta, especialmente en la reducción de descartes de exportación, en la presencia de semillas en los frutos y en el uso de insecticidas.

Asociada con esta meta se encuentra la línea de trabajo orientada al desarrollo de tecnologías de producción



de frutas sin semillas, enfocada a la exclusión de polinizadores durante el período de floración y al uso inteligente de la polinización mediante el confinamiento de las abejas para mejorar el cuajado en variedades autoincompatibles. La utilización de mallas excluyentes de abejas es una técnica muy válida para variedades de alto valor comercial en los que el precio de venta puede ser 1,5 a 2,5 veces el precio de la misma variedad con semillas y con un impacto ambiental mínimo.

MANEJO SUSTENTABLE DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

A lo largo de los años, INIA ha trabajado en generar tecnologías y difundir conocimientos a nivel biológico y epidemiológico de las distintas plagas y enfermedades cítricas, que le han permitido ajustar y desarrollar estrategias de manejo y control para un abordaje de manejo integrado y sustentable de las mismas, aportando al desarrollo de políticas públicas y conquista de nuevos mercados.

Investigación en apoyo al comercio internacional de cítricos

Con el objetivo de prevenir la introducción de enfermedades y plagas ausentes en sus territorios (plagas cuarentenarias), los países importadores de cítricos regulan mediante medidas fitosanitarias, la entrada de plantas y productos vegetales capaces de albergar plagas. Uruguay, a pesar de tener enfermedades y plagas que no están presentes en algunos de estos países importadores (cancro cítrico, mancha negra de los cítricos y moscas de la fruta), ha sido capaz de cumplir las exigencias impuestas y mantener e incrementar los mercados de exportación a partir de protocolos de manejo y control. En ese sentido INIA, a través de la investigación, transferencia y capacitación ha colaborado en la elaboración de políticas públicas y el cumplimiento de medidas negociadas con los países importadores.

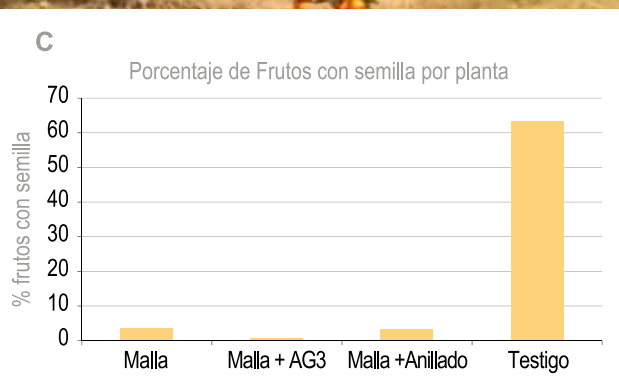
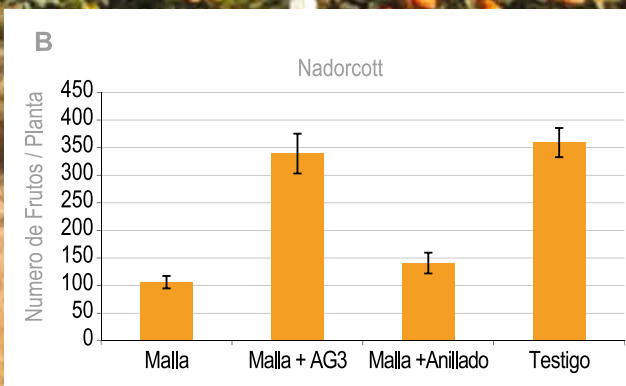


Figura 11 - A) malla sobre plantas de mandarina Afourer; B y C) efectos de diferentes prácticas de manejo sobre la producción de frutos sin semilla.

Así, tanto para mancha negra como para cancro cítrico, los trabajos de investigación orientados al estudio de la biología y manejo de estas enfermedades cuarentenarias, han sido una contribución clave para establecer acuerdos de comercialización con la Unión Europea, entre otros. Para ello se han determinado métodos de muestreo, protocolos de desinfección en planta de empaque, condiciones de forzamiento de síntomas previo a la exportación y el ajuste de medidas de manejo integrado. Respecto a las moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*), plagas cuarentenarias que también limitan la exportación, y ante métodos de control ineficientes, costosos y poco sustentables en el largo plazo, se ha ajustado el “trampeo masivo” de estas plagas. Esta estrategia de control sustentable contribuye a la obtención de fruta con muy bajo o sin ningún tipo de residuo, acoplándose cada año más superficie comercial al uso de esta tecnología.

Proactivos frente a amenazas emergentes

El Programa de Citricultura de INIA también trabaja proactivamente en la mitigación del riesgo de introducción y dispersión de plagas cuarentenarias para Uruguay que amenazan la viabilidad del cultivo en el país. El Huanglongbing (HLB) es actualmente la enfermedad más importante de los cítricos en el mundo; la bacteria que causa la enfermedad no está

presente en el país, sin embargo, *Diaphorina citri*, el insecto vector, está presente en las zonas productoras de cítricos ubicadas al norte del Río Negro.

Técnicos de INIA y el sector privado trabajan mancomunadamente con el MGAP coordinando medidas tendientes a evitar el ingreso y establecimiento del HLB. Entre estas medidas, se destaca la promoción del uso de plantas certificadas y la colaboración activa en la concientización y capacitación de monitores oficiales, privados, estudiantes y profesionales agrónomos en el reconocimiento de los síntomas de la enfermedad y monitoreo del vector.

Además, a partir del 2007, mediante trabajos de investigación desarrollados en forma conjunta con la Facultad de Agronomía y el MGAP, se construyó y difundió un programa de manejo integrado para *D. citri* que ha permitido mantener estable y localizada la población del insecto. Además, se evalúan y seleccionan alternativas sustentables para el control del vector en nuestras condiciones, entre ellas, se trabaja en la producción masiva de controladores biológicos para su control en la totalidad de los huertos citrícolas donde el vector esté presente, representando un hito en esta área de trabajo.

Manejo sustentable de plagas y enfermedades que disminuyen la rentabilidad

Hay plagas y enfermedades que causan daños que deterioran la productividad y/o calidad comercial de la fruta e impactan sobre la rentabilidad del cultivo. A partir de la incursión del “minador de los cítricos” en 1997, se realizaron investigaciones conjuntas con Facultad de Agronomía que contribuyeron a su manejo integrado, generando una base amplia de información sobre el comportamiento y bioecología de esta plaga, desarrollando métodos de control armónicos. En ese sentido INIA puso en marcha un programa de introducción y cría de parasitoides para el control de esta plaga, que representó la primera experiencia de control biológico aplicado en el rubro desde el año 1919.

“La articulación INIA-MGAP ha generado una sinergia que ha permitido cumplir con los requisitos fitosanitarios exigidos por los mercados de exportación y ampliar las oportunidades de comercialización de los cítricos uruguayos en el exterior.”

Ing. Agr. Mario de los Santos
Director de la DPA/DGSA



Foto: Fernando Rivas



Foto: Elena Pérez



Foto: INIA

Figura 12 - Ajuste del protocolo de forzamiento de síntomas de Mancha Negra en conjunto con empresas, academia y MGAP.

Figura 13 - Jornada de campo para el entrenamiento de técnicos, productores y el MGAP.



Fotos: Verónica Galván



Figura 14 - *Diaphorina citri*, vector de la enfermedad del HLB.

En la pasada década, con el objetivo de abordar un manejo más racional de la cochinilla roja australiana, se realizó un acuerdo de trabajo con una empresa cítrica local para ajustar la cría de *Aphytis lingnanensis* y su utilización en programas de control integrado en los montes de cítricos.

Otro ejemplo es el de *Alternaria alternata*, hongo cuyos síntomas pueden ser confundidos con enfermedades cuarentenarias y que además disminuyen la calidad de la fruta con la consecuente pérdida en su valor comercial. Estudios de campo, permitieron determinar el período de susceptibilidad de la fruta y ajustar el método de control, predecir el nivel de inóculo en cuadros asintomáticos y las condiciones ambientales de mayor riesgo epidemiológico en variedades de alto interés comercial.

Dentro de las características del sector, el 69% de los productores son de pequeña escala (menos de 5 mil plantas) (Encuesta cítrica primavera 2019, DIEA/MGAP). Este estrato de productores actualmente tiene problemas tecnológicos-productivos y de rentabilidad que atentan sobre su sostenibilidad. Una de las limitantes encontradas es el estado sanitario de los montes y la baja calidad de fruta producida, factores que son fundamentales para ser más competitivos tanto en el mercado interno como externo.

El manejo sanitario de los montes es un tema que supera los límites prediales y muchas veces la atención debe contemplar también a los

Se ha fortalecido el vínculo de INIA con los productores familiares, promoviendo la transferencia de tecnologías de manejo sustentable, buscando su adaptación a sistemas multi rubro complejos y apuntando a cumplir los requerimientos de la citricultura de exportación.

Ing. Agr. Javier Texeira
Sociedad de Fomento Rural de Salto

predios vecinos, abordando un manejo más regional de los problemas. Esta problemática identificada desde el Comité Asesor Regional, y dentro de la estrategia de Transferencia de Tecnología de INIA impulsada en el 2015, se aprobó el proyecto FPTA 342, que tiene como principal objetivo acercar a los productores de menor escala al manejo integrado de plagas y enfermedades.

Paralelamente, y con la visión de incorporar valor agregado a las yemas suministradas por el PNSCC, INIA trabaja en la identificación de “variantes” o aislados suaves del Virus de la Tristeza de los Cítricos (CTV) que puedan utilizarse como “vacuna” para proteger el material saneado de los aislados severos que predominan en el país. El CTV tiene la particularidad de transmitirse también por pulgones, insectos que están presentes en todo el territorio nacional y será solo cuestión de tiempo que lo adquieran las plantas sanas.



Figura 15 - Jornada de campo con productores familiares analizando los resultados de las diferentes tecnologías para manejo integrado de plagas.

Foto: INIA

“Las investigaciones en las que ha participado INIA y el sector cítrico han propiciado el manejo sustentable de plagas y enfermedades, lo que ha permitido mantener mercados existentes y conquistar nuevos. Hay que tratar de ser asertivos y continuar algo que considero “mejora continua”. Investigación, capacitación, políticas de estado, van de la mano e INIA es uno de los pilares importantes en los desafíos que tenemos por delante”.

Ing. Agr. Gabriel de Marco - Asesor privado

Si bien los efectos de esta enfermedad son atenuados por la utilización de portainjertos resistentes (Trifolia, Citrange), existen aislados severos que producen perjuicios en plantaciones comerciales. Pero si las plantas provenientes del PNSCC están “vacunadas”, estarán protegidas contra la infección de los aislados severos “contagiados” por pulgones.

Actualmente INIA ha seleccionado y está evaluando a campo la capacidad protectora de dos aislados suaves de CTV con posibilidades de ser utilizados como un aporte adicional a las plantas del PNSCC.

Capacitación en diversos ámbitos

Investigadores y personal de apoyo de INIA, en acuerdo o en forma conjunta con la Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP, periódicamente realizan la difusión abierta y la capacitación a profesionales y trabajadores cítricos en el reconocimiento de plagas y enfermedades cuarentenarias.

De esa forma INIA contribuye significativamente con la rentabilidad sostenida de la cadena y con el cumplimiento de los acuerdos que mantiene Uruguay con los gobiernos de los países importadores de nuestros cítricos, permitiendo salvar barreras determinantes para la exportación.

MANTENER LA CALIDAD E INOCUIDAD HASTA EL CONSUMIDOR: UN DESAFÍO PERMANENTE

Luego de la cosecha, la fruta se traslada a plantas de empaque donde es acondicionada para el transporte hacia los mercados compradores. En el caso de los países del hemisferio norte, el tiempo que transcurre entre la cosecha y el consumo es mayor a 40 días.

Por tanto la fruta, luego de cosechada y trasladada a las plantas de empaque, debe ser sometida a un conjunto de tratamientos para que mantenga, durante el transporte, la calidad interna y externa que se obtuvo en el campo.

La fruta debe llegar a destino urgente, sin manchas, con el color que caracterice a la especie y principalmente no haber sido descompuesta por el ataque de hongos.



Foto: Virginia Pereira das Neves



Foto: Pablo Alves

Figura 16 - Jornada de capacitación a profesionales y trabajadores cítricos en el reconocimiento de plagas y enfermedades cuarentenarias.

Foto: Andrea Pastore



Figura 17 - Planta de empaque donde la fruta es seleccionada y acondicionada para los diferentes destinos de exportación.

A su vez, como se mencionó anteriormente, la fruta debe estar libre de las enfermedades y plagas cuarentenarias que exige el país importador.

El manejo sanitario postcosecha es un proceso de constante transformación logística y tecnológica, para adecuarse rápidamente a los requerimientos de los clientes y cambios legislativos de los países compradores. En este sentido, INIA en conjunto con otros investigadores vinculados a la academia, la industria nacional y los técnicos de las plantas de empaque discute, propone y genera conocimientos que permiten contar anticipadamente con alternativas de control sanitario que cumplan con los requisitos de los mercados más exigentes.

Trabajo en red para respuestas rápidas, precisas e innovadoras

El relacionamiento entre los investigadores de INIA y los técnicos de postcosecha tiene una vasta trayectoria

Junto a otros actores, INIA contribuye al manejo sanitario postcosecha, un proceso que demanda una rápida adaptación a los requerimientos de los clientes y a los cambios legislativos de los países compradores.

a través del grupo de Apoyo de Postcosecha de INIA Salto Grande (2005) y luego materializado en el proyecto financiado con fondos ANII “Red sectorial para la innovación en el proceso postcosecha de frutos cítricos”, liderado por la “Unión de Productores y Exportadores Frutihortícolas del Uruguay”. Este formato de trabajo en red genera espacios de trabajo donde los demandantes de nuevas tecnologías y los investigadores tienen la oportunidad de proponer, discutir y diseñar alternativas para levantar las limitantes que puedan poner en riesgo los mercados conquistados o que se abran nuevas oportunidades.

En el marco de la “Red Tecnológica Sectorial de Postcosecha de Cítricos” se han validado y ajustado, para las condiciones de cada planta de empaque en particular, resultados de investigación generados en INIA logrando un uso más eficiente de fungicidas y una mejora en el manejo de la resistencia de los patógenos a fungicidas.

Los trabajos en alianza con la industria nacional, apoyando el desarrollo de formulaciones y la validación de fungicidas ha permitido una oferta continua de soluciones innovadoras y viables frente a los cambios en los requisitos sanitarios del comercio internacional.

La presencia de las moscas de la fruta en el territorio nacional conlleva la necesidad de un tratamiento cuarentenario postcosecha para prevenir la presencia de larvas vivas en los frutos cítricos exportados a Estados Unidos. La mayoría de los frutos cítricos son sensibles a las bajas temperaturas, desarrollando diversos síntomas de

“El relacionamiento postcosecha INIA - empresas del sector ha sido (y es) imprescindible a la hora de buscar soluciones a los nuevos desafíos que van surgiendo en cada nueva campaña citrícola”.

Ing. Agr. Andrea Pastore
Responsable técnica en URUD'OR S.A.

“Este relacionamiento ha sido siempre muy estrecho, donde los técnicos y el personal de apoyo de INIA han sabido ‘hacer suyos’ estos desafíos”.

Ing. Agr. Andrés Puppo
Ex responsable de Packing (Citrícola Salteña)



Foto: Gerónimo Fernández

Figura 18 - Jornada de planificación en el marco de la Red Tecnológica de Postcosecha de Cítricos.

daño en la piel, conocidos como daño por frío, los cuales deterioran la calidad comercial del mismo.

En este sentido el área de postcosecha aporta conocimiento sobre los principales factores o características de la fruta asociadas con una mayor tolerancia a las bajas temperaturas (variedades, momentos de cosecha, nutrición mineral), brindando información valiosa a la hora de gestionar la fruta según los diferentes destinos de exportación.

Así, se ha generado información tecnológica relevante para mitigar o enlentecer el desarrollo de síntomas, entre las que destaca el encerado con diferentes recubrimientos y la aplicación de giberelinas. Es así como INIA trabaja en la búsqueda de soluciones para ofrecer una fruta de alta calidad y colabora activamente con el sector citrícola para dar cumplimiento a las condiciones que imponen los mercados compradores.

El desafío actual es desarrollar un control integrado no contaminante de enfermedades de postcosecha (CINCEP). Para ello, se están iniciando estudios sobre la biología del patógeno causante de la podredumbre amarga en colaboración con investigadores referentes internacionales. A su vez, en conjunto con la academia y la industria nacional, se están desarrollando métodos innovadores de integración de tratamientos químicos y biológicos.

REFLEXIONES FINALES

La sinergia establecida entre INIA, el sector productivo, la academia, el MGAP e INASE ha sido el principal motor y un modelo a seguir para abordar problemáticas estratégicas y brindar soluciones holísticas adaptadas a la realidad del sector en Uruguay. Esto ha permitido mantener una cadena competitiva y alerta para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que se presentan.

Nos queda destacar y honrar el inmenso esfuerzo y dedicación de cada uno de los protagonistas de esta labor que, sin dudas, han orientado un estilo de trabajo moderno, generoso, ágil y pragmático, forjando una mejor citricultura preparada para dar respuesta a los desafíos de los tiempos venideros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el personal de INIA Salto Grande e INIA Las Brujas, quienes apoyan con compromiso y dedicación cada una de las áreas de trabajo del Programa de Citricultura, constituyendo un pilar fundamental para la concreción de resultados de calidad. Asimismo, vaya nuestro reconocimiento especial a los gerentes, técnicos, personal de empresas (campo y packing), pequeños y medianos citricultores, que brindan su apoyo constante e incondicional a nuestro trabajo y que finalmente son los verdaderos artífices de que nuestra citricultura enfrente los nuevos desafíos con inteligencia, profesionalismo y tenacidad.

Elaboración del informe: Ing. Agr. MSc. Alvaro Otero, Ing. Agr. MSc. Rafael Grasso, Ing. Agr. MSc. Carmen Goñi, Ing. Agr. MSc. Elena Pérez, Ing. Agr. MSc. Leticia Rubio, Ing. Agr. MSc. Diego Maeso, Ing. Agr. Ana Bertalmío, Ing. Agr. MSc. José Buenahora, Lic. Bioquím. MSc. Mario Giambiasi, Lic. Biol. MSc. Ana Arruabarrena, Ing. Agr. Dr. Joanna Lado, Ing. Alim. Ana Ines Moltini, Ing. Agr. Carolina Fasiolo, Ing. Agr. MSc. Mariana Espino, Ing. Agr. Dr. Fernando Rivas.

Edición: Equipo de Transferencia de Tecnología y Comunicación de INIA con la colaboración del equipo del Programa.