



INFORME
ESPECIAL

EL DESAFÍO DE UNA FRUTICULTURA SOSTENIBLE

Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola

Equipo del Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola
Equipo de Transferencia de Tecnología y Comunicación

En estrecho vínculo con el sector productivo y atendiendo a las demandas de los consumidores, el Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola concentra sus esfuerzos en sistemas más amigables con el medio ambiente y capaces de lograr alimentos más sanos. El presente informe aborda las diferentes áreas de trabajo del Programa, las tecnologías que INIA pone al servicio de la producción y los principales desafíos de nuestra fruticultura en clave de sostenibilidad.

LAS BASES DEL PROGRAMA

En el año 1964 se creó el Centro de Investigación en Fruti-Horti-Vitivinicultura en la órbita del Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dentro de esa nueva dependencia de la Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria se iniciaron los trabajos en la Estación Experimental ubicada en el paraje Las Brujas (Canelones). En condiciones sumamente precarias se comenzaron plantaciones que dieron soporte a los primeros experimentos, sentando las bases de la investigación en durazneros, manzanos, vid y perales, entre otros.

Diversos son los cambios operados desde aquel momento al presente. La inclusión de disciplinas del conocimiento,

así como la ampliación en el número de rubros bajo estudio, ha aumentado los desafíos a los investigadores que buscan generar tecnologías para una producción sostenible y nuevas oportunidades para los productores.

Lo que arrancó como “Proyecto Frutícola” hoy está integrado a la estructura del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) como uno de sus trece programas de investigación: el Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola. Las áreas de trabajo abordan, a través de las diferentes disciplinas, los problemas y limitantes que afectan al sector productivo. Es importante lograr la solución a dichos problemas, pero más aún es poder mirar adelante, prever y evitar que los problemas surjan.

Esto es posible con un buen grupo humano y un estrecho vínculo entre investigadores y aquellos involucrados en la actividad productiva, condición que ha sido una constante en el accionar de los distintos especialistas que han pasado y están hoy en INIA Las Brujas, contando siempre con la invaluable colaboración de productores y agrónomos asesores. El Programa trabaja en pos de fortalecer el desarrollo del sector frutícola nacional, mejorando su rentabilidad, a través de la generación y adaptación de tecnologías que contribuyan a su sustentabilidad económica y social, enmarcado en el respeto ambiental y la preservación de los recursos naturales.

El programa trabaja sobre los problemas y limitantes que afectan al sector productivo, anticipándose en la medida de las posibilidades y en estrecho vínculo entre investigadores y aquellos involucrados en la actividad productiva.

En el correr de los años de investigación en Fruticultura, son numerosos los investigadores y operarios que han participado entregando su tiempo y capacidades en el desarrollo de conocimientos en las diversas áreas: Introducción / selección y mejoramiento genético / Multiplicación *in vitro* y vivero / Manejo de suelos y nutrición / Riego / Fisiología de cultivos / Conducción y poda / Sistemas de plantación / Protección vegetal: fitopatología, entomología, virología, bacteriología / Fisiología de la maduración y poscosecha / Mecanización / Procesamiento: vinos y aceite oliva virgen extra / Composición nutricional de frutos.

LOGROS TECNOLÓGICOS EN LA INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA

Primeros montes frutales (durazno, ciruela, almendra, manzana y pera) / Evaluación de sistemas de conducción, distancias de plantación y variedades / Inician ensayos en poda y sistemas de conducción en Tannat

Década 60

Década 70

Década 80



Comienza a utilizarse el sistema de alomado de la fila para la plantación de los frutales / Primeros raleos de frutos / Comienza a promoverse el sistema de conducción Triple líder o vaso Las Brujas / Liberación de la variedad de duraznero Junegold / Primer calendario de pulverizaciones ajustado a las condiciones nacionales / Guía de control sanitario y de tratamientos especiales en frutales / Primer servicio de alerta para insectos plaga y alarma de la sama del manzano / Primeras investigaciones en enfermedades de la vid, cofinanciadas por la US-Aid / Primeros trabajos en poscosecha / Se introducen colecciones de uvas para vino y de mesa de países de la región, Europa y EEUU y se instalan ensayos de portainjertos / Libres de virus en variedades de uvas de mesa vigentes aún hoy día ('Cardinal' y 'Alfonso Lavalleé') / Se difunde la técnica del injerto de diciembre en frutales acelerando el proceso de producción y facilitando el manejo de plantas y suelo

Durazneros en alta densidad / Inician los estudios de relevamiento nutricional de viñedos (CREA, Dirección de Suelos) / Comienzan trabajos de micropropagación de frutales de hoja caduca con la instalación de la Unidad de Biotecnología donada por JICA / Comienzan trabajos de identificación y detección de virus en frutales con el ajuste y servicio de detección por serología / Liberación de la variedad de duraznero EarlíGrande / Inician trabajos en técnicas de aplicación de plaguicidas y manejo del volumen en función del tamaño de los árboles (tree row volume) / Estudios en bioecología de plagas y enfermedades / Primeros ensayos regionales de portainjertos en vid en acuerdo con CREA



IMPORTANCIA DEL SECTOR

El sector hortifrutícola representa a nivel nacional:

- 18% de las explotaciones
- 20% de la mano de obra
- 0.36% de la superficie

Aporta el 97% del consumo interno de frutas y hortalizas

Manzana, pera, durazno, ciruela, nectarinos, membrillo:

- Total 5.400 hectáreas
- 85% de lo producido se consume en fresco en nuestro país

Olivos:

- 200 productores
- 8.850 hectáreas
- 20 almazaras
- 2.000 toneladas de producción de aceite

Vitivinicultura:

- 1.337 viñedos, el 82% en Canelones y Montevideo
- 6343 hectáreas
- 177 bodegas
- País consumidor de vinos: 29 litros per cápita por año, N°12 en el mundo y 1° en América

Fuente: Censo General Agropecuario (2011); Anuario DIEA (2019); ASOLUR; INAVI.

Comienza a aplicarse la Producción Integrada (PI) / Primeros ensayos de portainjertos clonales de manzano y de clones de la variedad Tannat / Comienza el Servicio de Análisis Foliar y de Tejidos Vegetales / Comienza a aplicarse la técnica de confusión sexual para el control de plagas como Carpocapsa o polilla de la manzana y la pera, junto con Facultad de Agronomía y JUMECAL / Se identifican las feromonas de lagartijas / Inician trabajos de manejo de frutales en alta densidad / Primeros cruzamientos dirigidos en duraznero

Década 90

Década 2000

Década 2010



Comienzan investigaciones en Frutos Nativos con FAGRO y MGAP / Comienza línea de investigación en evaluación de variedades de olivo / Empez a aplicarse el "Servicio de programación de riego" / Se introducen portainjertos de última generación para manzano y peral / Acuerdo con la Universidad de Cornell - USA / Introducción de variedades de manzana resistentes a enfermedades / Acuerdo de Trabajo INIA EPAGRI - Brasil / Ensayo de Clones de Tannat / Se realiza en coordinación con la Asociación de Productores de Pink Lady de Uruguay la evaluación de la primera variedad de manzana registrada y patentada que se produce y comercializa bajo régimen de "club" / Se fortalecen las relaciones internacionales para mejorar el acceso a germoplasma en diversas especies, que se concreta en la introducción de numerosas variedades de manzana, pera, durazno, avellano, granado, pecán y cerezo / Se participa en el diagnóstico de materiales libres de virus y la generación de un bloque de multiplicación para la entrega a viveristas en el marco del Programa de Certificación de Plantas llevado adelante por INASE-DGSA / Primeros resultados nacionales sobre impacto ambiental del uso de plaguicidas en la producción hortifrutícola con financiamiento de JICA y participación de DGSA / Se ajusta y hace disponible la tecnología de multiplicación in vitro de arándanos como proceso tecnológico "lave en mano". AR-vitro

Liberación de nuevos portainjertos para manzanos de la serie Geneva / Se inician trabajos de determinación de calidad nutricional de frutas y su afectación por el proceso productivo y momento de cosecha. / Nuevas variedades de duraznero en acuerdo con DIGEGRA de la serie Moscatos / Se ajustó la producción de bioinsecticida a partir de extractos de paraíso / Comienzan trabajos experimentales de mecanización en fruticultura, convenio específico INIA - DIGEGRA / Primeros resultados sobre el procesamiento y desarrollo de productos a partir de frutos nativos con la cooperación de LATU / Se alcanza una cobertura de más de 3000 ha con el Manejo Regional de Plagas promovido por DIGEGRA, DGSA, FAGRO e INIA / Nueva estrategia de manejo de suelo con cobertura viva para alcanzar el balance ideal en viñedos / Recomendaciones para el control biológico de Psila en peral / Ajuste de diagnósticos de incidencia de virus en frutales de carozo, fitoplasma en vid, bacterias en peral, hongos en olivos para su mejor manejo y control / Liberación de cultivares de ciruela, durazno, manzana, pera y guayabo del país / Protocolo para la producción de plantas de calidad en viveros frutícolas / Primeras evaluaciones de cosecha y conservación de frutos nativos con FAGRO / Evaluación de sistemas múltipler y muro frutal para reducir requerimientos de mano de obra, potenciar el uso de maquinaria y mejorar la calidad de producción / Estudios fenológicos y de adaptación en pecán para apoyo a la decisión de plantación. Catálogo de cultivares de olivo y su comportamiento en sur y norte del país.

MATERIALES ADAPTADOS A NUESTRAS CONDICIONES

Las áreas de trabajo incluyen la introducción, evaluación y selección de materiales genéticos. Desde los inicios, por medio de instituciones, empresas, obtentores de diversos orígenes y con los que aún se mantiene relación, surgieron la gran mayoría de los materiales hoy plantados en nuestro país. Este proceso demanda numerosos años para generar información confiable y poder seleccionar los materiales realmente adaptados a nuestras condiciones locales.

Las nuevas reglas que hoy se van generalizando en el mundo dificultan el acceso a los materiales y potencian el valor de los cultivares propios. Si a esto agregamos que nuestra producción se realiza en condiciones agroclimáticas que no son frecuentes en otras zonas frutícolas, la necesidad de realizar mejoramiento local propio toma una dimensión mayor.

Es así que en la década del 90 se iniciaron cruzamientos en durazneros para generar variabilidad y poder combinar distintas características deseables de distintos cultivares en uno nuevo. En forma similar se fueron sumando otras especies como ciruelos, perales y nectarinos al esfuerzo de creación de cultivares nuevos. Un aspecto clave es el de la multiplicación de estos materiales originales y en este sentido la Unidad de Biotecnología ha dado y sigue aportando la capacidad para desarrollar la multiplicación in vitro facilitando el acceso y escalamiento de material saneado con identidad genética.

Nuestra producción se realiza en condiciones agroclimáticas que no son frecuentes en otras zonas frutícolas, por lo que la necesidad de realizar mejoramiento local toma una dimensión mayor.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

A través de la introducción, mejoramiento y selección de cultivares así como de los portainjertos, se define uno de los pilares del sistema productivo. Claramente la combinación cultivar/portainjerto plantada determina el producto obtenido y condiciona el proceso productivo.

INIA Las Brujas generó desde sus inicios, estrechos vínculos con obtentores para poder introducir nuevos materiales e identificar aquellos demandados por el mercado que tuvieran mejor adaptación a nuestras condiciones de cultivo. Lo que en un principio fue un ágil intercambio de material genético, hoy se encuentra sumamente limitado por factores sanitarios, así como por la protección de la propiedad intelectual y los intereses comerciales. El cultivar seleccionado ha pasado a ser, en cada vez más casos, la llave del negocio frutícola, que permite regular hasta la comercialización y el mercado, lo cual termina generando mayores restricciones a su acceso y uso.

A su vez, la mayor exigencia en cuanto a un proceso productivo sostenible y amigable con el medio ambiente obliga a manejar cultivares con muy buena adaptación y desempeño. Esta necesidad de tener materiales especialmente adaptados a las condiciones agroecológicas locales y las dificultades de encontrarlos en otros programas de mejoramiento a nivel mundial lleva-

ron al equipo de INIA a reforzar los esfuerzos en la generación propia de cultivares.

La búsqueda de variabilidad es el arranque del proceso y a partir de allí comienzan las combinaciones, buscando juntar atributos positivos para llegar a frutos de alta calidad organoléptica y valor nutricional, atractividad visual, bajos requerimientos de frío invernal y alta tolerancia a enfermedades y plagas.



Creación de nuevos individuos por polinización manual dirigida.

Foto: INIA

Hoy se están realizando cruzamientos y selección a partir de progenies propias en durazneros, nectarinos y ciruelos, así como perales. Pero también se trabaja en especies menos desarrolladas como zarzamoras y boysenberries, o los duraznos chatos y las platerinas que siendo nuevos productos en el mercado, pueden llegar a ocupar un lugar como una alternativa diferente.

Otros rubros como manzana, se han atendido hasta el presente por medio de alianzas tempranas con otros obtentores. Es el caso de los vínculos con programas de mejoramiento de EMBRAPA y EPAGRI (Brasil), así como con centros europeos y norteamericanos. En algunos casos se traen materiales destacados que requieren completar el proceso de evaluación y en otros, cultivares ya registrados en origen que aportan fruta de mejores características que las presentes en el mercado local.

Los procesos de obtención de un nuevo cultivar normalmente llevan entre 10 y 14 años. Nuevas tecnologías biotecnológicas comienzan a aportar mecanismos de selección e identificación en las primeras etapas, a partir de lo cual se espera acortar estos tiempos.

Nuevos materiales se van registrando año a año. La variabilidad generada con estos materiales ha permitido ampliar la temporada de oferta de fruta fresca

con mayor diversidad en aspecto y sabores.

Sr. Osvaldo Moizo

Productor frutícola de la zona rural de Montevideo

“INIA ha sido en muchos aspectos el hilo conductor de los avances tecnológicos en fruticultura de hoja caduca. En cuanto al mejoramiento genético, los materiales obtenidos tienen buena adaptación a nuestro clima y comercialmente resultan positivos”.



Foto: Iván Rodríguez

Selección de nuevos cultivares de manzana buscando calidad y adaptación a nuevas condiciones de cultivo.

La variabilidad de materiales ha permitido ampliar la temporada de oferta de fruta fresca con mayor diversidad en aspecto y sabores.

CONCILIANDO LA EFICIENCIA BIOLÓGICA CON EL MANEJO PRODUCTIVO

Otra área de investigación es la de fisiología y manejo del cultivo. Poder entender el funcionamiento de los árboles frutales y su interacción con nuestro suelo y clima es determinante para generar las recomendaciones de manejo que necesita el productor. Esto se ha dado en un marco cambiante dada la evolución en los tipos de materiales utilizados (cultivares y portainjertos) y otras condicionantes del entorno productivo.

Estamos avanzando hacia sistemas más intensivos, que se cambiaron drásticamente a partir del uso de los portainjertos clonales enanizantes. Esto nos ha llevado a priorizar la utilización de los llamados sistemas apoyados en los que la fila de árboles se desarrolla sobre una estructura de postes y alambres que le dan soporte a un árbol que prioriza la producción de fruta.

A su vez, sin perder de vista la importancia de la interceptación de la luz, buscamos ajustar la conducción y poda de modo que sean simples y fáciles de manejar, con el agregado más reciente de que permitan la utilización de maquinaria a los efectos de reducir los requerimientos de mano de obra y facilitar la tarea de los operarios.

Si bien ya empezamos a ver cambios con una mayor aplicación de maquinaria para poda y raleo, seguramente en los próximos años los cambios tengan mucho mayor impacto.

Crece el uso de los sistemas en los que la fila de árboles se desarrolla sobre una estructura de postes y alambres que le dan soporte a un árbol que prioriza la producción de fruta.

Uno de los factores claves del manejo del cultivo es el agua. Se ha generado información local y existen servicios de apoyo para la toma de decisión (www.inia.uy/productos-y-servicios/servicios-técnicos/Programación-de-Riego) para saber cuándo y cuánto regar, pero estas herramientas son poco utilizadas.

En las condiciones de variabilidad climática creciente que tenemos, se hace más necesario aplicar el agua que estrictamente precisa el cultivo y no en una aproximación que, por defecto o exceso, tendrá implicancias directas en el resultado del cultivo y en la eficiencia del uso del agua.

MECANIZACIÓN Y CONDUCCIÓN

El sistema de plantación del cultivo frutal y la posible mecanización de ciertas prácticas, son de los cambios que debe afrontar el sector, ya que mediante su aplicación se hace más eficiente el manejo del cultivo de frutales de hoja caduca, aumentando su rentabilidad.

La mecanización de los cultivos frutales va de la mano con el sistema de plantación, es decir con la conducción de los árboles y con las distancias de plantación. La podadora mecánica es ideal para formar el llamado “muro” o “pared frutal”, y en este sistema simple, es donde se obtienen muy buenos resultados de eficiencia con el raleo mecánico y la cosecha mecánica.

Con el fin de aumentar las eficiencias de la mano de obra y de la producción, INIA junto a DIGEGRA-MGAP, y a productores nucleados en la Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI) en el año 2014 comenzó a trabajar en la mecanización de los cultivos frutales en nuestro país. Fue así que se hizo la importación de una podadora y una raleadora mecánica, las que han sido evaluadas en diferentes ensayos. La poda mecánica se debe complementar con poda manual invernal o en verde, la que se realiza en este caso con una mayor eficiencia, requiriendo menos tiempo.

La poda mecánica prepara a la planta para un mejor uso de la luz, y también para un uso más adecuado de la raleadora mecánica. Todas estas ventajas son claras, tanto es así, que ya hay empresas que han adquirido este tipo de maquinaria para utilizar en sus predios o dar servicio a otros productores.

La poda mecánica prepara a la planta para un mejor uso de la luz y también para un uso más adecuado de la raleadora mecánica. Alrededor del 10% del área de manzanos ya está bajo poda y raleo mecánico.

Arriba: Poda mecánica de manzana en muro frutal, aumenta la eficiencia de la mano de obra y equilibra el cultivo, bajando costos de manejo. Foto: INIA

Abajo: Sistema de conducción multilíder en manzana permite obtener alta calidad y homogeneidad así como aplicar mecanización. Foto: Irvin Rodríguez

Alrededor del 10% del área de manzanos ya está bajo poda y raleo mecánico.

El raleo mecánico ha repercutido favorablemente en lo que es la alternancia de producción, sobre todo en el cultivo de ciertos cultivares de manzano. El raleo mecánico se realiza desde botón rosado a plena floración, y eso hace que disminuya la competencia por reservas en esas etapas tempranas de la planta, y que la formación de yemas de flor para la temporada siguiente sea normal en cantidad y calidad.

El raleo mecánico también ha hecho más eficiente el uso de la mano de obra, dejando menos yemas productivas, disminuyendo así hasta en un 50% el tiempo en que se realiza el raleo manual de frutos.

El ajuste del control mecánico de malezas es otro de los desafíos planteados en el Programa Frutícola, con el objetivo de continuar incorporando prácticas que permitan al sector seguir cuidando el medio ambiente, su salud y la del consumidor.



ESTRATEGIAS NATURALES PARA PROTECCIÓN DE LOS FRUTALES

Los temas de protección vegetal han estado desde el inicio entre las prioridades a atender, buscando las opciones más eficientes y seguras, acorde a los conocimientos disponibles en cada momento. Para ello se ha trabajado tanto en la identificación de las causas como en las estrategias de manejo de las plagas y enfermedades. Es así que, las primeras alarmas por condiciones predisponentes para sarna en manzana surgieron de los trabajos de investigación en Las Brujas, con el fin de eliminar las aplicaciones calendario y reducir el número de aplicaciones.

Las recomendaciones para el manejo de las principales plagas como son carpocapsa y grafolita en frutales de pepita y carozo, y la actual aplicación de la técnica de confusión sexual a nivel regional, son producto del trabajo de entomólogos de INIA en articulación con los de la Facultad de Agronomía de la UdelaR y de los productores a través de JUMECAL. El Programa de Manejo Regional de Plagas para frutales de hoja caduca se aplica en una superficie que alcanza al 90% del área comercial. Con su implementación se ha logrado reducir en forma significativa la aplicación de insecticidas y se alcanzan resultados positivos con niveles muy bajos de daño en fruta.

La racionalización de aplicaciones que termina siendo una ventaja económica, no solo responde a la complementa-

ción con la confusión sexual, sino a la promoción e implementación de las prácticas de Producción Integrada.

La Producción Integrada se define como la producción económica de frutas y hortalizas de alta calidad, que da prioridad a métodos ecológicamente más seguros, minimizando los efectos colaterales no deseados del uso de agroquímicos y poniendo énfasis en la protección del medio ambiente y la salud humana (Decreto N° 143/002). Este enfoque promovió la búsqueda de herramientas alternativas al control químico convencional y nos plantea la necesidad a su vez, de desarrollar herramientas alternativas como el control biológico con enemigos naturales de plagas, así como a estudiar en profundidad algunos de los procesos que se dan entre los elementos del sistema productivo, para entender e identificar aquellos puntos de intervención que tenemos para mejorar el resultado productivo con mínima afectación del ambiente. Todo el trabajo de investigación está definido dentro de los lineamientos de la Producción Integrada y actualmente busca ir más allá, con la inclusión de los principios de la agroecología.

INIA promueve la Producción Integrada, que es la producción económica de frutas y hortalizas de alta calidad, que da prioridad a métodos ecológicamente más seguros.

PROTECCIÓN VEGETAL

La protección vegetal es cambiante y muy dinámica, razón por la cual se debe estar atento al surgimiento de nuevas plagas y enfermedades, así como buscar nuevas herramientas de manejo. Estas, ya no deberán pensarse para un uso aislado, sino para su utilización dentro de un enfoque holístico que contemple todo el agroecosistema en el que se desarrollan los frutales de hoja caduca.

En los últimos 30 años, gracias a la implementación del uso de las feromonas, se ha producido un cambio radical en el manejo de plagas en fruticultura. El uso conjunto de las trampas para monitoreo y confusión sexual de especies clave, como *Cydia pomonella* y *Grafolita molesta*, permitió desde los inicios mejorar el control, optimizando además los momentos de las aplicaciones de insecticidas. No obstante, con el tiempo se comenzó a percibir que la mejora obtenida



Trampa delta para monitoreo de lagartijas por medio de feromonas.

El Programa de Manejo Regional de Plagas para frutales de hoja caduca se aplica en una superficie que alcanza al 90% del área comercial.

a nivel predial no siempre era la esperada, debido a la influencia del entorno. Es así, que se comenzó a trabajar con un plan piloto junto a la cooperativa Jumecal, para ajustar esta estrategia a grandes extensiones. Con el esfuerzo conjunto de la Dirección General de la Granja (DIGEGR), la Dirección de Servicios Agrícolas (DGSA), la Facultad de Agronomía e INIA se conformó el Plan de Manejo Regional de Plagas. Este nuevo enfoque necesitó del accionar conjunto de instituciones y productores, resultando en una forma de control eficiente y sostenible tanto en el tiempo como con el ambiente. Con la disminución en las aplicaciones de insecticidas, producto del control ejercido por las feromonas, plagas secundarias comenzaron a ser relevantes.

Tal fue el caso de la psila del peral, cuyos ataques comenzaron a ser más intensos con la disminución de aplicaciones de insecticidas. *Cacopsylla bidens* es la plaga clave después de carpocapsa para los cultivos de perales, su importancia radica tanto en los daños directos que estos insectos pueden causar, como también de los indirectos por ser vectores del fitoplasma causante de la enfermedad de Piers o decaimiento del peral. En una primera etapa se trabajó para sentar las bases para la implementación del control biológico de esta plaga. Se investigó tanto los posibles enemigos naturales y sus ciclos de vida, como los efectos de manejos culturales sobre el desarrollo de la plaga y de sus controladores naturales.

Actualmente se viene trabajando para obtener los perfiles de volátiles de plantas sanas como de las

atacadas para determinar cuáles son las claves químicas que determinan la preferencia de estos insectos por los perales. Al mismo tiempo se investiga sobre el comportamiento de los controladores biológicos asociados, para saber quién se come a quién. También se están realizando pruebas con distintos volátiles extraídos de las propias plantas hospedadoras, los cuales, usados en conjunto con las feromonas sexuales son capaces de aumentar su poder de captura. Se abre entonces una puerta a otros tipos de manejos complementarios de la confusión sexual, como lo son el trapeo masivo y el "attract and kill", que a futuro también podrán complementarse con otras técnicas como es la de "macho estéril".



Evaluación de productos post cosecha para el control de Podredumbre morena (*Monilinia fructicola*) en duraznero y nectarina.

Igualmente, la comprensión y el manejo de las enfermedades fue evolucionando. Los primeros trabajos buscaban identificar las causas (patógenos) y su control químico, y luego se incorporaron trabajos sobre epidemiología y saneamiento de material de propagación. Es así que entre los años 1980 y 1990 se desarrolló el sistema de alarma para sarna del manzano que permitió pasar de aplicaciones calendario a manejar la enfermedad en función de condiciones predisponentes y fungicidas de diferente modo de acción (erradicantes sistémicos).

Con el tiempo aparecieron problemas de resistencia a fungicidas y nuevas enfermedades, y comenzó a inquietar el impacto del uso de fungicidas sobre el ambiente y la inocuidad de la fruta. Actualmente se sigue avanzando en la identificación y caracterización de patógenos emergentes y en la introducción de nuevas herramientas para el manejo de las enfermedades como las sales inorgánicas y los inductores de resistencia de plantas, los cuales tienen un menor impacto sobre el ambiente y las personas. Pero también los microorganismos del suelo son capaces de desencadenar esos mecanismos de resis-

tencia, y en ello estamos trabajando, viendo como en montes con cobertura permanente del suelo y riego, la incidencia y severidad de las enfermedades es menor.

Sin embargo, aún nos queda el desafío de mejorar la salud de nuestros montes frutales integrando diferentes herramientas disponibles: variedades con mayores niveles de tolerancia/resistencia, nuevos sistemas de plantación y conducción que resultan en una mejor iluminación, ventilación y cobertura de las plantas, sistemas de protección físicos, sistemas informáticos de soporte a la toma de decisiones, entre otros. Sólo re-diseñando los sistemas de producción podremos avanzar hacia una fruticultura sostenible.



Investigadores junto a asesores analizando los componentes del sistema.

EL CRECIENTE INTERÉS DE LOS CONSUMIDORES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

La fisiología de la maduración y la poscosecha son claves para llegar al consumidor con una fruta que mantenga sus características en óptimas condiciones. Acciones desde la investigación han llevado a identificar el momento ideal para cosechar, así como a ajustar métodos y prácticas para la determinación de éste. El índice de cosecha debe ajustarse para cada tipo de fruta, siendo específico, a su vez, de cada cultivar. Nuevos desafíos surgen en esta área vinculados a las características nutricionales y a la inocuidad. Ambas condiciones son claramente determinadas por el proceso productivo y la manipulación que se haga del producto. El interés del

consumidor es creciente en cuanto a lo que consume y cómo puede impactar positivamente en su salud. Muchos consumidores además se preocupan por asegurarse que los alimentos que ingieren sean resultado de un proceso productivo lo más amigable posible con el medio ambiente. La incorporación de estos “valores agregados” en el producto y la repriorización de los parámetros de calidad son determinantes de los nuevos enfoques en la investigación.

Aumenta la demanda de alimentos logrados mediante un proceso productivo lo más amigable posible con el medio ambiente.

LA TRANSFORMACIÓN POST COSECHA

Dentro de los rubros investigados hay dos que se diferencian del resto dado que la prioridad no está en el consumo fresco sino que mayoritariamente se procesan. Esto hace que la investigación incluya las etapas de transformación posteriores a la cosecha. Uno es el caso de la viticultura en la cual la prioridad ha estado puesta en la producción de uva para vino.

Por ello es que resulta relevante la inclusión de la vinificación y evaluación del vino, dada la fuerte influencia que tienen los cultivares y el proceso productivo en dicho producto. La clave de lograr una planta balanceada entre vigor y producción se ha ido ajustando en el tiempo y adecuándose a las señales del mercado. La nueva estrategia definida nos permite compatibilizar los lineamientos ambientales con las exigencias del consumidor, logrando una alta calidad con un proceso que mejora su sostenibilidad.

El olivo es el otro rubro sin consumo en fresco y en el que la industrialización es total. La evaluación de variedades hasta alcanzar su potencial productivo ha permitido identificar aquellos cultivares mejor adaptados a nuestras condiciones agroecológicas. A su vez, gracias a la incorporación de nuevo equipamiento en INIA Las Brujas, estamos en condiciones de profundizar en el conocimiento y caracterización de todos los parámetros que definen a un aceite y así identificar las prácticas a recomendar para lograr la máxima calidad posible para cada cultivar.

La interacción de la planta con el medio genera reacciones y estas, además de traducirse en las características específicas del aceite, pueden ser la clave de un mejor resultado productivo. Tal es el caso en estudio, de como la adaptación que realiza un olivo frente a una falta de suministro de agua, puede implicar beneficios a la hora de darse condiciones adecuadas para el ataque de alguna enfermedad, logrando superar más fácilmente las condiciones de infección.



Foto: INIA

Ensayo de comparación de manejos del viñedo para alcanzar máximo rendimiento con máxima calidad.

- Las prácticas de manejo de la vegetación y los racimos (deshojado, desbrotado, despunte) más apropiadas, el momento de su realización y su influencia en la calidad de los vinos.

- La evaluación del potencial productivo y cualitativo de los clones de 'Tannat' disponibles comercialmente.

- La selección de plantas candidatas a cabeza de clon de 'Tannat', para contar a mediano plazo con clones uruguayos de esta variedad.

- El manejo del vigor de las plantas para el logro del balance óptimo, mediante un manejo racional del estrés hídrico. La definición y parametrización de "la canopia ideal" para la producción de vinos de alta gama.

VITIVINICULTURA

Los primeros ensayos en poda y sistemas de conducción de amplia expansión vegetativa en que se prueban el comportamiento de espalderas altas con uno y dos planos de poda en 'Tannat' -denominado Harriague en ese momento- se instalaron en Las Brujas en 1968, junto a sistemas de conducción en otras variedades, como 'Moscatel de Hamburgo'.

Durante el período 1984–92 se tonificó notablemente la investigación en vitivinicultura, siendo el Tannat una de las principales variedades estudiadas. En los últimos 50 años de investigaciones en vitivinicultura los proyectos y los ensayos realizados por INIA y sus asociados han respondido en gran medida a las exigencias y demandas de un sector dinámico y proclive a los cambios, en busca de mejorar la calidad de sus vinos y así conquistar nuevos mercados.

Algunas de las principales contribuciones de INIA al proceso de modernización y mejora del sector son:

- El estudio de portainjertos adaptados a la producción de vinos de alta calidad.
- Los sistemas de conducción de mayor expansión vegetativa, que permiten un adecuado balance de las plantas, una mayor exposición de los racimos al sol y, por lo tanto, una mejor calidad y sanidad.
- La determinación del balance óptimo entre el área foliar de las plantas y la carga de fruta.

Bajo la premisa "hacia una vitivinicultura sostenible", la investigación presente considera las exigencias crecientes de los mercados en cuanto a inocuidad del producto y sostenibilidad de los sistemas productivos.

- La evaluación del comportamiento agronómico y enológico de cultivares de vid europeas (*Vitis vinifera*) no tradicionales para nuestra zona de producción, además de cultivares resistentes o tolerantes a enfermedades (PIWI).

- La reducción de la utilización de productos fitosanitarios en el viñedo (fundamentalmente herbicidas y fungicidas).

- La inducción de tolerancia a enfermedades (*Botrytis*) en base a manejo del suelo y agua.

- El ajuste de la poda y los sistemas de conducción mecanizables de la vid en nuestras condiciones de clima húmedo.

En los últimos 50 años los proyectos y los ensayos realizados por INIA y sus asociados han respondido en gran medida a las exigencias y demandas de un sector dinámico y proclive a los cambios.

- La creación y selección de cultivares Tannat resistentes a enfermedades (*Plasmopara*) y con adaptación local por medio de mejoramiento genético.

Ing. Agr. Néstor Merino Asesor grupos CREA

La relación de cooperación técnica entre INIA “Las Brujas” y el grupo CREA Viticultores “Ing. Julio O. Borsani” se desarrolla desde hace décadas, cuando los productores integrantes del mismo iniciaron el proceso de reconversión vitivinícola.

En aquellos inicios, los principales aportes de INIA, se concentraron en los temas de manejo de enfermedades fúngicas, la determinación del impacto de las virosis sobre el cv. Tannat y los ensayos sobre portainjertos instalados en algunos predios del Grupo CREA.

En la década del 90, el trabajo de INIA junto a la Facultad de Agronomía en el manejo y control del “Chanchito blanco” permitió llevar adelante un manejo razonado de esta plaga.

En el año 2012, se inicia un proyecto de INIA en dos predios de los Grupos CREA sobre el manejo del riego y el empastado permanente debajo de la fila a partir del cual se generó un vínculo aún más estre-



Ajuste del balance vigor/productividad alterando cobertura viva de suelo y aplicación de herbicida.

cho de cooperación de INIA hacia los grupos CREA, llevando adelante jornadas técnicas de divulgación entre ambas instituciones. La información resultante de estos ensayos, nos han aportado información precisa en los temas de balance productivo del cv. Tannat y en prácticas alternativas y más sustentables de manejo de suelo.

En este año 2019, hemos iniciado con el invaluable aporte de los fondos FPTA - INIA, un Proyecto de Producción Sustentable Vitícola, junto a la Cooperativa VICCA, el INAVI y las demás instituciones de investigación y enseñanza, que apuesta fuertemente a convertir rápidamente a la viticultura en un sector productivo que cuente con un sistema de certificación en sustentabilidad medioambiental.

VALORANDO NUESTROS FRUTOS AUTÓCTONOS

Interesa destacar el trabajo que se viene realizando en frutos nativos. En un esfuerzo conjunto con la Estación San Antonio de Facultad de Agronomía en Salto, se viene trabajando desde el año 2000 en la identificación de materiales autóctonos con potencial de desarrollo productivo frutícola. Para ello ha sido clave la cooperación con la Dirección Forestal del MGAP, conocedores al detalle de las localidades y parajes donde es posible encontrar especímenes y la variabilidad que caracteriza a especies como guayabo del país, arazá, pitanga, guabiyú y otros. Frutos vinculados al territorio, que en su momento ocuparon un lugar en la dieta de los habitantes y luego fueron desplazados, hoy están logrando una reinserción en la canasta de opciones del consumidor. Con sabores originales y características nutricionales muy valorables

aparecen como una oportunidad alternativa donde el desarrollo de productos transformados y una variedad de formatos de consumo se complementan con la opción del fruto fresco.

EL DESAFÍO DE DESARROLLAR SISTEMAS MÁS SOSTENIBLES

Los desafíos actuales y futuros son muy importantes. Lograr la estabilidad productiva a la luz de las crecientes alteraciones climáticas no es tarea simple. La búsqueda de cultivares adaptados localmente y que sean resistentes a plagas y enfermedades concentra una buena parte de los esfuerzos institucionales.

La próxima incorporación al equipo de un experto en mejoramiento genético es prueba de dicha priorización. El camino por recorrer en rubros como pera, vid, frutos de carozo o frutos nativos es largo, pero con muchas oportunidades. Hay también oportunidades en otros rubros, como es el caso de la nuez pecán. Un cultivo con características distintas a los demás frutales (larga vida comercial, más factibilidad de combinar con otros rubros, posible mecanización total entre otras) aparece como otra opción productiva para diversas situaciones y por ello es otra de las especies en que INIA Las Brujas está haciendo un esfuerzo para generar información local.

El desarrollo de sistemas con capacidad de adaptarse a las condiciones crecientemente variables del clima y del mercado, implica desde la consideración de elementos de protección para el cultivo como son las mallas hasta, y sobre todo, el rediseño de los predios para potenciar los mecanismos naturales que son afines a nuestros objetivos productivos. En esta área INIA también ha entendido necesario reforzar su capacidad con la incorporación de nuevos investigadores capaces de aplicar principios de agroecología a la concepción y diseño de los nuevos montes frutales.

Estamos convencidos que la búsqueda de sistemas más sostenibles que nos exigen los tiempos actuales debe concebirse como una evolución y no como el logro de una condición. Considerando a la agroecología como la aplicación de principios y conceptos ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles (Altieri, 2002) no hay duda de que es el camino por el que hay que transitar.

El programa continuará incorporando principios y conceptos ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas, contribuyendo a un proceso productivo más amigable con el medio ambiente y capaz de lograr alimentos más sanos.

La estrategia de formación de redes, equipos multidisciplinarios y multiinstitucionales ha estado en el “modus operandi” del Programa Frutícola de INIA desde tiempo atrás y sigue siendo un pilar fundamental. Los vínculos nacionales e internacionales siempre tuvieron y siguen teniendo un lugar importante para lograr la interacción y sinergia que potencia los resultados de todos. Y buena parte de las acciones junto con los productores, a través de diversos mecanismos de investigación participativa, también son fundamentales para explicar los logros obtenidos y los que esperamos alcanzar en el futuro.

Algunos expertos señalan que el habitante promedio del mundo consume apenas un 66% de las frutas que debería consumir si estuviera teniendo una alimentación equilibrada y saludable.

El desafío que surge de esta situación no solo implica producir más y mejor fruta, también pasa por la necesidad personal de cada uno de aumentar el consumo de fruta para tener más y mejor salud.



El cambio de color (envero) anuncia en general que es momento de cosechar.
Foto: Irvin Rodríguez

OLIVOS

El Programa Frutícola incluye entre las cadenas productivas relevantes a la del olivo, destinando parte de sus recursos y esfuerzos a investigar distintos aspectos del proceso con el objetivo de contribuir al desarrollo de la producción nacional de aceite de oliva virgen extra.

La investigación en olivicultura se organiza en tres áreas: introducción y evaluación de cultivares para determinar su adaptación a nuestras condiciones agroecológicas, estrategias de manejo agronómico del olivar y evaluación de la calidad del aceite de oliva.

Aceite de oliva virgen extra, alimento saludable cuya calidad depende del material genético y del proceso productivo. Foto: Irvin Rodríguez



Desde 2002 INIA ha introducido al país más de veinticinco cultivares, conformando jardines de evaluación en INIA Las Brujas y en INIA Salto Grande.



Introducción y evaluación de cultivares

Uno de los pilares del proceso productivo es el material genético que se utiliza. La importancia de la adaptación de los cultivares utilizados a las condiciones agroecológicas locales no puede pasarse por alto.

Para ello, INIA a partir del año 2002, inició un proceso instalando colecciones de cultivares que fueron introducidos en INIA Las Brujas y en INIA Salto Grande, conformando un jardín de evaluación en el sur y otro en el norte. En total, son más de veinticinco los cultivares introducidos. En ellos se ha caracterizado el comportamiento agronómico, incluyendo el vigor de la planta, la entrada en producción y la productividad; se ha evaluado el comportamiento sanitario considerando principalmente las enfermedades a hongos: repilo, emplomado y aceituna jabonosa.

De cada cultivar se ha evaluado el rendimiento graso potencial e industrial, así como el perfil de ácidos grasos y el contenido de polifenoles totales.

Las investigaciones realizadas, se encuentran publicadas en el Catálogo de Cultivares de Olivos 2019, disponible en www.inia.uy La prospección, en cooperación con la Facultad de Agronomía, se focaliza en la búsqueda de material genético "criollo" con características diferenciadas de alto valor en cuanto a adaptación y productividad.

Manejo agronómico

Se han ajustado las propuestas de manejo a través de la conducción y poda, así como también criterios para el manejo sanitario para minimizar el impacto ambiental. Actualmente los esfuerzos se centran en la determinación de la eficiencia del riego y su efecto en las respuestas fisiológicas del olivo al estrés biótico y abiótico.

El momento de cosecha de las aceitunas condiciona la calidad y rendimiento del cultivo. Foto: Irvin Rodríguez

Elaiotecnia

En el proceso de extracción de aceite de oliva, se evalúan los factores que inciden tanto en el rendimiento graso como en la calidad. Los principales factores evaluados en INIA son las condiciones edafoclimáticas, el cultivar, el estado de madurez de la fruta al cosechar y la sanidad de los frutos. Los análisis de calidad de los aceites se realizan de acuerdo a las normas del Consejo Oleícola Internacional (COI).

Por otra parte, considerando que el crecimiento de la producción de aceite lleva consigo el aumento de la generación de alperujo (principal residuo industrial, que consiste en los restos de materia orgánica luego de la extracción del aceite) se busca cómo utilizarlo y darle valor. En un esfuerzo conjunto con institutos de Alemania, Argentina, Chile, España y Portugal, identificamos una mezcla óptima y se logró ajustar el proceso de compostaje, de forma de transformarlo de residuo en un insumo con valor económico.

Desde los inicios de la investigación de INIA en olivos se ha estado en estrecho vínculo con el sector productivo a través de ASOLUR (Asociación Olivícola Uruguaya). Participando activamente de diferentes jornadas de campo, así como también coorganizando diversos cursos de capacitación necesarias para el desarrollo del sector. Cabe destacar el sólido vínculo con la Facultad de Agronomía, optimizando recursos para lograr mayores avances en la investigación.

FRUTOS NATIVOS

En el año 2000 la Facultad de Agronomía (UdelaR), INIA y MGAP comenzaron un programa de selección de frutas nativas con el objetivo de evaluarlas como una alternativa más, con potencial comercial, para ofrecerle a los productores. En este marco, INIA y FAGRO están realizando importantes esfuerzos para la creación de cultivares con altos rendimientos en forma estable y fruta de alta calidad organoléptica y nutricional.

Esta tarea se combina con la participación de productores que cultivan las líneas seleccionadas para realizar la evaluación final a escala productiva y comercial.

También se suman a este trabajo, otros actores de la cadena, como por ejemplo industrias artesanales y chefs que complementan el trabajo, evaluando la inclusión de estos frutos nativos en productos procesados y propuestas gastronómicas.

El trabajo de selección de frutas nativas se inició con la prospección y colecta de materiales. En los últimos años, el proyecto de frutos nativos de INIA ha enfocado sus trabajos en las áreas de estudio de los materiales seleccionados para el Sur del país, propagación, caracterización de frutos y manejo orgánico de estas especies.

A partir de los materiales seleccionados, se instaló en 2007 en INIA Las Brujas una colección de guayabo del país, pitanga, arazá y guabiyú, que se suma a la ya existente en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (UdelaR) y a las instaladas en predios de productores interesados en estas especies de frutos nativos, en Colonia, Canelones, Montevideo, Maldonado y Florida.

En estas colecciones se evalúan parámetros de adaptación a suelos del sur, como también las ondas de crecimiento y las diferentes fases de desarrollo de las especies en estudio.

Desde 2007 INIA Las Brujas cuenta con una colección de guayabo del país, pitanga, arazá y guabiyú.



Frutos nativos. Foto: INIA



Arazá amarillo. Foto: INIA



Pitanga. Foto: INIA

Para lograr uniformidad en el tipo de fruto producido de las futuras plantaciones, se han realizado en conjunto con la FAGRO, trabajos de investigación en torno a la multiplicación de estas especies. INIA se encuentra realizando experimentación en busca de ajustar un protocolo de multiplicación "in vitro" de estos materiales, como forma de dar respuesta al sector productivo en cuanto a tener materiales seleccionados y multiplicados masivamente para obtener cultivos uniformes.

Desde el punto de vista de su valor nutricional, los estudios realizados por INIA en los frutos de plantas seleccionadas han mostrado que son una fuente importante de antioxidantes y pigmentos, principalmente guabiyú, pitanga y arazá. En el caso de guayabo del país, conjuntamente con la Facultad de Agronomía se comenzaron estudios con el objeti-



Guabiyú. Foto: INIA

vo de determinar los estados de madurez de cosecha óptimos, que mejor se relacionen con la preservación de las principales propiedades organolépticas y nutritivas de la fruta.

GUAYABO DEL PAÍS

Esta especie, que es una de las de mayor variabilidad genética natural, es en la que más esfuerzos se han realizado, logrando avances en las distintas áreas estudiadas, que incluyen: caracterización, evaluación y propagación, estudios sobre diversidad genética, taxonomía y genómica, conservación y utilización sostenible de las poblaciones silvestres.

A su vez, a partir de las evaluaciones realizadas se seleccionaron tres materiales que han sido inscritos en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE) con los nombres: FAS RN 3 VIII5, ILB 154 y CLA F3P17.

Estos cultivares tienen un potencial superior por sus características de sabor, productividad, estabilidad de producción, tamaño de fruto y capacidad de propagación vegetativa.

Estos tres genotipos de guayabo del país se complementan en sus fechas de cosecha y en la posibilidad de su uso como polinizadores, debiéndose usar al menos dos de ellos en los cuadros comerciales que se instalen.

Doce viveros comerciales ya son los que tienen alrededor de las 3500 estacas enraizadas de estos materiales seleccionados de guayabo del país, que están disponibles para los productores interesados.



Guayabo del país.

Foto: INIA