



Sistema Vegetal Intensivo

Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo

Coordinador Sistema Vegetal Intensivo

E

l Sistema Vegetal Intensivo dentro de INIA comprende a los Programas Nacionales de Investigación en Producción Citrícola, Frutícola y Hortícola.

Tal como su nombre lo indica, los rubros que están incluidos dentro de este sistema se caracterizan por ser los que utilizan más recursos productivos por unidad de superficie, los que requieren mayor cantidad de mano de obra para lograr los resultados deseados y a su vez los que generan más valor bruto por hectárea con altos requerimientos de inversión en cada unidad productiva, es decir muy intensivos desde diversos puntos de vista. A lo anterior debemos agregar la característica de que habitualmente los productores que se dedican a estos rubros realizan varios a la vez en diferentes combinaciones. Esto lleva a que la gran mayoría de los productores hortifrutícolas sean capaces de manejar varios ru-

ros buscando estrategias productivas más adaptadas a la disponibilidad de recursos que tienen. A su vez, otra razón para esta diversificación de “intensidad” responde a una estrategia de dilución del riesgo. La extrema dependencia de todos los rubros intensivos de las condiciones climáticas requiere de acciones que logren reducir ese riesgo y la diversidad de rubros es una de las que el productor tiene disponible.

Estos sistemas también están caracterizados por una alta aplicación de conocimientos ya que, tanto los cortos ciclos de varias especies como la necesidad de combinaciones, determinan que cada detalle cuente para lograr un buen resultado final.

Los proyectos de investigación del Sistema Vegetal Intensivo apuntan a generar información que permite resolver problemas productivos que se generan en nuestras condiciones agroclimáticas o a prevenirlos. Se atienden las diferentes facetas a través de las distintas especialidades disciplinarias que incluyen: mejoramiento genético, manejo de suelos, riego y fertilidad, protección vegetal, fisiología de la maduración y cosecha, poscosecha y conservación, entre otras. De todos estos temas hemos estado informando a los lectores a través de la Revista INIA. En esta edición planteamos un rápido repaso de algunos de ellos.

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y NUEVOS CULTIVARES: HORTÍCOLAS, FRUTÍCOLAS, CITRÍCOLAS

El comportamiento de los cultivos responde a las condiciones agroecológicas y por ello es importante conocerlas y analizarlas. Durante los años en que se ha publicado la Revista INIA, son varios los artículos que han hecho referencia a eventos climáticos y su impacto sobre los cultivos: granizadas, sequías, inviernos demasiado benignos, excesos de agua, heladas, vientos. La evolución en el tiempo de las distintas variables agroclimáticas (disponibles a través de los registros del GRAS en la página web de INIA) y la interpretación de sus efectos sobre crecimiento y desarrollo de los cultivos hortifrutícolas permite ir ajustando la selección de cultivares y su manejo.

Esta selección de cultivares es uno de los temas que ocupa buena parte de los esfuerzos institucionales. El obtener materiales con mejor adaptación a las condiciones agroecológicas que se dan en nuestro territorio se encara tanto por medio de la introducción de nuevos materiales desde el exterior como a través de los programas de mejoramiento genético nacionales. A partir de ellos han surgido nuevas variedades como las que se han presentado en numerosos artículos. Algunos de estos cultivares aportan un mayor rango de cosecha por ser muy tempranos o por alcanzar su maduración al final de la estación típica. Otros, por su condición de resistentes o altamente tolerantes a alguna enfermedad o plaga, facilitan su cultivo con menor uso de plaguicidas y, por ende, generando un menor impacto ambiental.

Como surge de las descripciones de cada citrus, hortaliza o fruta liberados al mercado, siempre se ha hecho

énfasis en cuidar y mejorar sus características organolépticas y nutricionales. De hecho, estudios comparativos realizados con paneles de consumidores en España arrojaron resultados muy positivos con una preferencia por las frutas uruguayas, frente a otras de diversos orígenes. Estos aspectos de la calidad, que incluyen sabor y aroma, se suman al tamaño, forma, color, que siguen siendo factores determinantes en la aceptación por parte del consumidor y algunas de las variables a considerar entre los objetivos de los programas de mejoramiento.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Mandarinas poco sensibles a *Alternaria*, manzanas resistentes a la sarna o frutillas resistentes a *Antracnosis* son sólo algunos ejemplos de los materiales que integran la lista de aquellos cultivares que hoy están disponibles para los productores y que implican ventajas en diversos aspectos del sistema productivo y sobre todo con respecto a las medidas de protección vegetal. Todo el esquema de medidas para disminuir el daño por plagas y enfermedades ha sido una preocupación priorizada y encarada desde la perspectiva del Sistema de Producción Integrada. Normalmente los trabajos se inician por la identificación del patógeno, la descripción de su ciclo de desarrollo, la determinación de las condiciones predisponentes así como el estudio de enemigos naturales presentes o potenciales. Toda esta información resulta clave para poder diseñar luego una estrategia adecuada para el manejo y eventual control de la plaga o enfermedad. La evaluación de la eficiencia y efectividad de plaguicidas resulta de gran importancia por ser una herramienta de suma utilidad. Si bien se están realizando importantes esfuerzos en estrategias alternativas de control, el uso de plaguicidas continúa siendo clave en muchas situaciones.

Las técnicas de aplicación de los plaguicidas tienen un rol clave en lograr eficiencia con los productos, así como en limitar la llegada de los mismos a lugares no deseados a través de la disminución de la deriva. La evaluación de nuevos tipos de maquinaria para pulverización bajo nuestras condiciones, el ajuste de la curva de degradación de diversos principios activos bajo las condiciones ambientales locales, así como el ajuste de los volúmenes de agua y dosis utilizados en las aplicaciones son aspectos claves para evitar residuos y lograr la inocuidad de los alimentos que se producen.

Estos temas han sido tratados desde distintas perspectivas junto a la DIGEGRA y a los productores (en este caso AFRUPI) y la información generada se ha volcado al sector en diversas instancias, más allá de las publicaciones en la Revista INIA. La preocupación por los diversos aspectos de la inocuidad se alinea con la priorización que ha realizado el MGAP al respecto, buscando asegurar el suministro de alimentos saludables a nuestra población.



Esto requiere no sólo del buen equipamiento sino también de la correcta aplicación de normas y recomendaciones, para lo cual es clave el compromiso de técnicos y productores.

A nivel de plagas se han desarrollado y se siguen ajustando mecanismos para el monitoreo de las mismas de forma de tener un seguimiento cercano de la presencia y desarrollo de las poblaciones de insectos a los efectos de poder tomar la mejor decisión en el manejo y eventual control de la plaga. Se han aplicado estrategias comparables con el monitoreo de la presencia de inóculo de hongos que, en caso de ser positiva y darse las condiciones climáticas predisponentes, activan acciones específicas de control.

Actualmente, como se pudo ver en algunos artículos recientes, se busca generar alternativas a los agroquímicos, considerando los numerosos efectos secundarios no deseados que ellos tienen y buscando minimizar el impacto ambiental del proceso productivo. Así la identificación y el ajuste de insecticidas biológicos y biopesticidas, y otras alternativas a partir de extractos vegetales u otros principios activos naturales comienzan a tomar un lugar relevante entre las nuevas propuestas tecnológicas identificadas y se está realizando un esfuerzo importante para lograr su desarrollo.

La generación del primer insecticida biológico a partir de hongos entomopatógenos registrado en Uruguay se dio a través del esfuerzo conjunto público-privado de INIA y Lage S.A. Compartiendo y complementando instancias de identificación de cepas agresivas a la mosca blanca y el ajuste de una formulación que permitiera el uso comercial por los productores se logró el diseño de un nuevo producto. Pero para alcanzar la comercialización del Lecafol fue necesario ajustar, además de los aspectos técnicos y agronómicos, toda una serie de aspectos legales referidos al registro y uso de productos biológicos. Con ello se generaron los protocolos necesarios, sentando las bases a nivel nacional, para una línea de productos mucho más afín con las exigencias de los procesos productivos actuales.

La introducción y evaluación de enemigos naturales tiene un ejemplo concreto en la horticultura. Se ha realizado la incorporación de dos predadores, el ácaro *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) y la chinche *Orius insidiosus* (Say) con el fin principal de controlar trips y mosca blanca, en un emprendimiento conjunto con Facultad de Agronomía. Este es otro ejemplo de la articulación institucional y la complementación público-privada.

Otro tanto comparable a lo que sucede con los productos, pasa con los enfoques del control donde se buscan alternativas válidas previo a la aplicación de plaguicidas. En algunas plagas, el empleo del trapeo masivo se viene ajustando por ser la mejor opción para su control, ya que genera mejores resultados que la aplicación de insecticidas y tiene un menor impacto ambiental.



Con esta técnica se encara, por ejemplo, el manejo de las distintas especies de moscas de la fruta. Para ajustarla a nuestros cultivos y para nuestras condiciones agroecológicas se realizaron varios estudios. Asimismo, las estrategias de confusión sexual a través del uso de feromonas que permiten un efecto extremadamente específico y sin agredir al ambiente, viene siendo otro de los enfoques alternativos.

Esta técnica ajustada durante años por investigadores de INIA y Facultad de Agronomía ha permitido alcanzar excelentes niveles de control de plagas de lepidópteros en frutales de hoja caduca. El pasar de la toma de decisión predial a la implementación de su uso a nivel regional se transitó con apoyo financiero de ANII y junto a los productores nucleados en JUMECAL. Este cambio de enfoque está permitiendo llegar al potencial de la técnica obteniendo mínimos niveles de daño y una importante reducción en el uso de insecticidas, tal como se detalló en artículos referidos al Programa de Manejo Regional de Plagas de Hoja Caduca que se viene implementando con el MGAP desde el 2012.

Otro aspecto referido al manejo del sistema tiene que ver con la cobertura de suelo. Trabajos realizados para el control de plagas a través del fomento de los enemigos naturales muestran la eficiencia de una práctica simple como dejar florecer a las especies espontáneas que aparecen en las entrefilas de las plantaciones frutícolas. Con ese simple cambio en el manejo se aumenta significativamente la fuente de alimento para los enemigos naturales y crece el nivel poblacional de los mismos que logran mantener a la plaga en niveles que no generan daño económico.

MANEJO DE SUELO

El desarrollo de tecnologías alternativas para control de plagas y enfermedades también alcanza otras etapas del cultivo. En el caso de las hortalizas que requieren de una etapa de almácigo, la solarización ha resultado una práctica renovadora. Con ella se logra que a través de la alternancia de temperaturas se eliminen todas o casi todas las malezas presentes en el cantero, así como el control de numerosas plagas y enfermedades de suelo. Además de ser una propuesta más que reduce el impacto ambiental, al evitar la necesidad de recurrir a agroquímicos (herbicidas, fungicidas, nematocidas) también resulta en una alternativa que implica un gran ahorro de mano de obra y que permite ajustar exactamente las fechas de realización de los trabajos con los momentos óptimos para obtener el mejor resultado. Al mantener los canteros cubiertos con nylon se logra que el suelo esté con la humedad ideal, permitiendo la realización de la siembra del almácigo en la fecha óptima para la especie y variedad respectiva, independientemente de las condiciones del tiempo.

Otra práctica clave a aplicar al suelo, y sobre la que se ha informado en distintos artículos de la revista, es el uso de abonos verdes. En este caso se trata de la siembra de algún cultivo cuyo destino final es el de permanecer en el propio suelo. Con esto se logra aumentar los periodos de cobertura del suelo disminuyendo el riesgo de erosión, a la vez que se incorpora materia orgánica de suma importancia para la actividad microbiana y el desarrollo de las buenas características del suelo. El uso de abonos verdes resulta también de gran impacto en el control y combate de malezas, tanto por la competencia directa que realiza por nutrientes y luz, como por el efecto alelopático que puede generar a través de secreciones a partir de la descomposición de su masa vegetal.



La selección de la especie a utilizar para el abono verde deberá realizarse en base al efecto principal deseado (aporte de materia orgánica, control de malezas, etc.) y del ciclo (estival, invernal) durante el cual se deberá desarrollar. Numerosos trabajos se han realizado comparando distintas especies de gramíneas y leguminosas, analizando su velocidad de crecimiento y cobertura, aporte de materia seca y tasa de descomposición, aporte de nutrientes y efecto alelopático, entre otras características, para nuestras condiciones. Resulta muy importante generar esta información localmente para la selección y combinación adecuada de especies, de acuerdo a los objetivos propios de cada productor y a las condiciones específicas en que se desarrollará el abono verde.

A nadie escapan los problemas de erosión que se han generado en los suelos destinados a la hortifruticultura. Este tema también ha sido cubierto en diversos artículos de la revista referidos al ajuste de tecnologías como el mínimo laboreo, rotaciones y combinaciones de cultivos, para sumar al recién mencionado uso de abonos verdes.

MANEJO DE CULTIVOS

Durante el tiempo en el que hemos publicado artículos en la Revista INIA, se ha dado una evolución en los sistemas productivos, los que continúan intensificándose. El cambio notorio en cuanto a la disponibilidad de mano de obra, así como en cuanto a su calificación, puso como factor crítico en la ecuación económica el componente de recursos humanos. En conjunto con la DIGEGRA se importaron diversas máquinas que permiten realizar diferentes tareas como siembra, trasplante, raleo, poda, cosecha en rubros hortícolas y frutícolas, buscando incorporar tecnologías que apoyen al productor a resolver esa limitante. Esto requiere de sistemas diseñados específicamente, de tal forma que la maquinaria pueda emplearse dando los resultados esperados.

El cambio en los sistemas de plantación y conducción resulta más complicado en los rubros frutícolas con plantaciones que duran varios años. El ajuste de los diseños de los sistemas apoyados para ir hacia el "muro frutal" ha obligado a evaluar nuevos portainjertos y combinaciones con variedades, más allá del cambio en las distancias de plantación. El énfasis puesto en la simplificación de las tareas y la viabilización del uso de maquinaria se está plasmando en árboles multilíder de menor altura plantados a menor distancia generando entrefilas más angostas.

El manejo de los sistemas intensivos complejos requiere del uso de herramientas precisas para el monitoreo y seguimiento de los cultivos que permitan diagnosticar el estado de situación y tomar las decisiones necesarias. En esta línea está el uso del análisis de tejido vegetal (en general análisis foliar) que nos permite conocer el estado nutricional de la planta y realizar las correcciones necesarias de forma ajustada, de manera que se

logre la solución más adecuada para el suministro de los nutrientes.

El sistema de planificación del riego, que se encuentra disponible en la página web de INIA, es otro claro ejemplo de estas herramientas al permitir conocer exactamente la necesidad de aplicación de riego en función del cultivo, su estado y la condición climática.

El uso de raleadores y los ajustes necesarios para su aplicación de acuerdo a la situación climática es otra práctica sobre la que se ha trabajado e informado para lograr el máximo desarrollo de los frutos en equilibrio con el potencial de la planta. A su vez, el seguimiento de las curvas de crecimiento de fruta permite diagnosticar y adecuar en tiempo real el manejo para alcanzar máximos tamaños en nuestras condiciones de crecimiento. El ajuste de modelos, también en otros factores de calidad como azúcares y acidez, permite predecir características de la fruta al momento de cosecha y cuál es el punto ideal para realizarla.

RUBROS ALTERNATIVOS

Más temprano mencionábamos el alto riesgo que implican estos sistemas intensivos y por ello la necesidad de una continua búsqueda de nuevas alternativas productivas. La identificación de alternativas poco generalizadas y el hacer disponible la información existente así como la generación de nuevos conocimientos es otro aspecto que se ha cubierto a través de la Revista INIA. Así surgieron opciones diferentes como es el caso del olivo, los frutos nativos o más recientemente los nogales pecán. El estudio de adaptación y ajuste de estrategia productiva cambia en cada caso y los énfasis surgen en distintos aspectos del cultivo según la especie y los sectores productivos involucrados. Junto con colegas de la Facultad de Agronomía y de la Dirección Forestal se realizaron numerosas actividades de prospección tendientes a la identificación de materiales superiores de especies autóctonas como guayabo del país, arazá, pitanga, guabiyú y otras.

La recorrida de montes ribereños y otras zonas con proliferación de especies de frutales nativos permitieron poner en evidencia la existencia de una variabilidad y potencial importante para estas especies. Las acciones de mejoramiento genético permiten, actualmente, poner a disposición del sector productivo interesado clones de muy buenas características que permiten encarar una producción a nivel comercial de mayor escala. Las cualidades organolépticas y valor nutricional son dos aspectos destacados de estas frutas que, más allá de su adaptación agroclimática, han requerido de un ajuste en las variables productivas para atender a un necesario proceso de domesticación para alcanzar producciones comerciales.

En el caso del olivo, que se ha transformado en la especie frutícola de mayor área productiva en el país, se



ha dado cuenta en distintas revistas del estado de los cultivos, así como de prácticas ajustadas para maximizar la calidad del producto final: el aceite. El buen resultado surge del potencial productivo, así como de las características del aceite y su rendimiento. El proceso productivo es determinante de estos parámetros y poder modelar la evolución de algunas variables críticas resulta de gran utilidad para la toma de decisiones en el manejo y tratamiento del cultivo.

En cuanto al cultivo de la nuez pecán, era un rubro que contaba con pocos productores que en su momento habían arriesgado en la plantación de esta especie sin contar con información local. Hoy se presenta con una superficie en crecimiento y con la incorporación de nuevos productores. Estos, a diferencia de lo que sucedía años atrás, cuentan con el acceso a información generada localmente por INIA y con colaboradores como la Facultad de Agronomía, además de instituciones amigas del exterior, como es el caso de INTA de Argentina o INIFAP de México.

PRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

En todo emprendimiento productivo en los rubros vegetales intensivos resulta fundamental el estado sanitario de la semilla o de las plantas a utilizar en la instalación del cultivo. Dado el sistema de multiplicación vegetativa que se aplica en muchas de las especies, adquieren aún más importancia los protocolos a seguir para el escalamiento productivo y para la obtención de cantidades importantes de material de plantación. Por ello el tema de la multiplicación ha sido también abordado en la investigación y reportado en artículos de la Revista INIA. Los esfuerzos en el ajuste de la tecnología de producción *in vitro* se han realizado en forma articulada con la Unidad de Biotecnología de INIA, generando material vegetal e información específica para resolver la disponibilidad de germoplasma.

Estos esfuerzos para permitir que los productores puedan acceder al material de propagación, se prolongan en articulación con la DGSA y el INASE para cubrir además de los aspectos de identidad genética, aquellos referidos a la sanidad del material. La reglamentación existente respecto del Estándar Específico para la Producción de Materiales de Propagación para vid, frutales de hoja caduca, Programas de Certificación de hortalizas, como boniato, cebolla, papa, y más recientemente el Sistema de Certificación de materiales de propagación de cítricos, ha llevado al desarrollo de numerosos trabajos conjuntos. Desde la limpieza del material madre, eliminando o tratando todo lo enviroado, para lograr que esté libre de virus, hasta la definición de la infraestructura necesaria para trabajar en forma aislada evitando contaminaciones. De esa forma, se han ido ajustando los procedimientos para asegurar una alta calidad genético-sanitaria.

UN DESAFÍO PRESENTE A FUTURO

A pesar de la complejidad productiva y los desafíos planteados en estos sistemas intensivos, es a través de la aplicación y desarrollo de estos procedimientos que los productores citrícolas, hortícolas y frutícolas logran producir prácticamente la totalidad de frutas y hortalizas que consume nuestra sociedad, siendo un factor relevante para asegurar una parte clave de la soberanía alimentaria. Por ello resulta estratégico para la sociedad uruguaya seguir apoyando a estos sectores

intensivos a través del desarrollo tecnológico, buscando prevenir y/o solucionar los problemas productivos y adelantándose hacia los nuevos sistemas del futuro.

Los productores de estos rubros son, además, en su gran mayoría del tipo familiar, viviendo en el propio predio en el que producen. Son por tanto parte activa de la zona rural circundante y dinamizadores de su economía, lo que resulta en un factor de cohesión social de gran impacto. Entendemos que son parte de una cultura e identidad nacional que no se puede perder. Seguimos apostando a su desarrollo y sostenibilidad profundizando en nuevas estrategias.

Entendemos que es imprescindible la incorporación de los principios de la agroecología y la conceptualización sistémica para el diseño del predio productivo, planteando estrategias de protección para mitigar la extrema variabilidad climática. La obtención de productos diferenciados y con valor agregado para los distintos mercados exige mantener los esfuerzos en mejoramiento genético incorporando las nuevas tecnologías ya disponibles para acortar los procesos. A ello hay que sumar acciones en mecanización, automatización y utilización de las TIC (tecnologías de la información y comunicación) de forma de integrar y facilitar el manejo de todas las variables que condicionan la productividad. Este desafío no se puede perder de vista si queremos seguir teniendo un sector citrihortifrutivíticola viable para alimentar a nuestra población y a otros habitantes del planeta.

