



INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA  
URUGUAY

### SEMINARIO TÉCNICO



Nuevos cultivares



Agroalimentos



Manejo de suelos y nutrición



Biotecnología



Protección vegetal



Semillas

# ACTUALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN EN PRODUCCIÓN HORTÍCOLA

Noviembre, 2024

SERIE DE  
ACTIVIDADES  
DE DIFUSIÓN

# 811

INIA



# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## **Integración de la Junta Directiva**

**Ing. Agr. José Bonica** - Presidente

**Ing. Agr. Walter Baethgen** - Vicepresidente



**Ministerio  
de Ganadería,  
Agricultura y Pesca**

**Ing. Agr. Martín Gortari**

**Ing. Agr. Rafael Normey**



**Ing. Agr. Alejandro Henry**

**Ing. Agr. Diego Bonino**



Jueves 28 de noviembre de 2024

Serie de Actividades de Difusión N° 811

**Seminario Técnico: Actualización en Investigación en Producción Hortícola**

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, INIA



Seminario Técnico

# Actualización en Investigación en Producción Hortícola

## Programa

- 7:45 Recepción
- 8:00 Apertura y bienvenida  
Autoridades INIA y MGAP

### **Módulo - Mejoramiento genético y semilla**

- 8:20 Sistema de multiplicación de semillas de cultivares hortícolas de INIA  
Gustavo Rodríguez, INIA
- 8:40 Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM): una herramienta que permite acelerar y optimizar los procesos de mejoramiento genético hortícola  
Ana Arruabarrena, INIA
- 9:00 Evaluación de calidad en el mejoramiento genético de hortalizas  
Joanna Lado, INIA
- 9:20 Preguntas
- 9:30 La nueva variedad de frutilla 'INIA Yatay' (W61.2)  
Esteban Vicente, INIA
- 9:45 Mejoramiento genético de tomate de mesa: avances en productos tecnológicos y disponibilidad de semilla  
Matías González, INIA
- 10:05 El nuevo cultivar de cebolla 'INIA Nácar' y su manejo  
Mariana Arias, INIA
- 10:25 Preguntas
- 10:35 Café – Intervalo

### **Módulo - Protección vegetal**

- 11:05 Aportes a la protección vegetal agroecológica en sistemas de producción vegetal intensivos del Uruguay  
Carolina Leoni, INIA
- 11:20 Identificación y caracterización de plagas, enfermedades y enemigos naturales: desafíos y oportunidades  
Leticia Rubio, INIA
- 11:35 Manejo de enfermedades: resistencia genética, inductores de resistencia y productos alternativos  
Diana Valle - Leticia Rubio, INIA
- 12:05 Estrategias sostenibles para el manejo de plagas  
Evelin Pechi, INIA
- 12:25 Preguntas
- 12:35 Almuerzo

### **Módulo - Manejo de suelo y nutrición del cultivo**

- 13:35 Manejo eficiente de la fertirrigación  
Cecilia Berrueta, INIA
- 13:50 FertiRiego horticultura: riego y nutrición a medida de su cultivo de tomate  
Cecilia Berrueta, INIA
- 14:05 Análisis de savia para la determinación rápida de nitrato en el cultivo de cebolla: resultados preliminares  
Mariana Arias, INIA
- 14:20 Preguntas
- 14:30 Manejo de suelos en cultivos a campo: laboreo reducido, enmiendas orgánicas y abonos verdes multiespecie  
Fabiana Hernández, INIA
- 14:45 Manejo regenerativo de suelos en sistemas hortícolas protegidos: nuevos proyectos  
Cecilia Berrueta, INIA
- 15:00 Preguntas
- 15:15 Mesa de cierre

(\*) Como complemento habrá espacio de posters, videos y publicaciones en sala anexa a la de presentación.

## Tabla de contenido

1.- SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLAS DE CULTIVARES HORTÍCOLAS DE INIA .....	1
2.- SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES MOLECULARES (SAM): UNA HERRAMIENTA QUE PERMITE ACELERAR Y OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO HORTÍCOLA. ....	2
3.- EVALUACIÓN DE CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE HORTALIZAS .....	3
4.- LA NUEVA VARIEDAD DE FRUTILLA ‘INIA YATAY’ .....	4
5.- MEJORAMIENTO GENÉTICO DE TOMATE DE MESA: AVANCES EN PRODUCTOS TECNOLÓGICOS Y DISPONIBILIDAD DE SEMILLA.....	5
6.- EL NUEVO CULTIVAR DE CEBOLLA “INIA NÁCAR” Y SU MANEJO .....	6
7.- APORTES A LA PROTECCIÓN VEGETAL AGROECOLÓGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN VEGETAL INTENSIVOS DEL URUGUAY .....	7
8.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PLAGAS, ENFERMEDADES Y ENEMIGOS NATURALES: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES. ....	8
9.- MANEJO DE ENFERMEDADES: RESISTENCIA GENÉTICA, INDUCTORES DE RESISTENCIA Y PRODUCTOS ALTERNATIVOS .....	9
10.- ESTRATEGIAS SOSTENIBLES DE MANEJO DE PLAGAS .....	10
11.- MANEJO EFICIENTE DE LA FERTIRRIGACIÓN .....	11
12.- FERTIRIEGO HORTICULTURA: RIEGO Y NUTRICIÓN A MEDIDA DE SU CULTIVO DE TOMATE .....	12
13.- ANÁLISIS DE SAVIA PARA LA DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA: RESULTADOS PRELIMINARES.....	13
14.- MANEJO DE SUELOS EN CULTIVOS A CAMPO: LABOREO REDUCIDO, ENMIENDAS ORGÁNICAS Y ABONOS VERDES MULTIESPECIE .....	14
15.- MANEJO REGENERATIVO DE SUELOS EN SISTEMAS HORTÍCOLAS PROTEGIDOS: NUEVOS PROYECTOS .....	16

## 1.- Sistema de multiplicación de semillas de cultivares hortícolas de INIA

Rodríguez G.<sup>1</sup>; Vicente E. <sup>1</sup>; Arias M. <sup>1</sup>; Valle D. <sup>1</sup>; Arruabarrena, A.<sup>2</sup>; Giambiasi, M.<sup>2</sup>; Condón F.<sup>3</sup>; González-Arcos, M.<sup>1</sup>  
1. INIA. Área de Mejoramiento Genético. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Biotecnología Vegetal; 3. INIA. Banco Germoplasma;

Los programas de mejoramiento genético iniciados en el CIAAB y continuados posteriormente por el INIA han generado desde hace décadas, cultivares de papa, tomate, boniato, cebolla y frutilla, con resistencia a las principales enfermedades, amplia adaptación a las condiciones locales de producción, tomando en cuenta la calidad nutricional y la preferencia de los consumidores.

A partir del proceso de generación de estos cultivares, se hace ineludible implementar un sistema de multiplicación que asegure la disponibilidad al sector productivo, con semilla de alta calidad genética, fisiológica y sanitaria. Los sistemas de producción de semilla fueron y son diseñados para cada caso en particular, tomando en cuenta los requerimientos de la especie involucrada, así como las condiciones locales de producción.

INIA como obtentor, es mantenedor y responsable de la producción de la semilla básica de las diferentes variedades generadas, este proceso implica seleccionar plantas madre de alta calidad, utilizar técnicas de cultivo in vitro y asegurar que se sigan prácticas agronómicas adecuadas para mantener la pureza genética. Esto es realizado en las Estaciones Experimentales del INIA (Las Brujas y Salto Grande) durante este proceso, participan los laboratorios de biotecnología, protección vegetal y el banco de germoplasma.

Los cultivares de las especies vegetales que se comercializan en el país, son inscriptas en el Registro Nacional de Cultivares (RNC).

INIA otorga licencias para la comercialización y producción de los diferentes cultivares generados por el programa de mejoramiento a productores y multiplicadores especializados, estos son los responsables de abastecer al sector con material de plantación de alta calidad.

Los cultivares de papa, boniato y cebolla se someten a un proceso de certificación para garantizar su calidad y pureza, incluye inspecciones y análisis para verificar que se cumplen con los estándares establecidos en las normas de producción, ambos procesos son competencia de INASE.

Finalmente, la contribución de la investigación al sector hortícola en mejoramiento genético, junto con la implementación de métodos y sistemas para producir semilla en los principales cultivos, ha sido muy relevante en los últimos 40 años. Si bien se ha logrado un importante abastecimiento por parte de los multiplicadores, se hace imprescindible continuar con la construcción de un sector especializado profesional, capaz de asegurar la disponibilidad de los diferentes cultivares, que contribuya a la estabilidad y se traduzca en nuevas oportunidades de desarrollo para el sector.

## **2.- Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM): una herramienta que permite acelerar y optimizar los procesos de mejoramiento genético hortícola.**

Arruabarrena, A.<sup>1</sup>; Giambiasi, M.<sup>1</sup>; Britos, A.<sup>1</sup>; Yorio, C.<sup>1</sup>; González-Arcos, M.<sup>1</sup>; Vicente, E.<sup>1</sup>; Arias, M.<sup>1</sup>  
1. INIA. Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal. Sistema Vegetal Intensivo;

La selección asistida por marcadores moleculares (SAM) nos permite identificar y seleccionar germoplasma con características deseables de manera rápida y precisa, sin la necesidad de esperar a que éstos las expresen en el campo. La SAM se basa en el análisis del ADN de los individuos para detectar marcadores moleculares asociados a la característica de interés. Esta información combinada con los datos obtenidos en evaluaciones a campo permite a los mejoradores evaluar y seleccionar individuos de interés de manera más eficiente.

En INIA, utilizamos rutinariamente SAM en los programas de mejoramiento de tomate y papa y, recientemente, la incorporamos a los programas de cebolla y frutilla. La utilización de SAM en el mejoramiento de tomate comenzó en paralelo al inicio de este programa, incorporando marcadores moleculares asociados a la resistencia a enfermedades del suelo (hongos y nemátodos), a virus y a bacterias. Posteriormente, se fueron incorporando otros marcadores asociados a resistencia a hongos foliares y a calidad de fruta. En papa, realizamos rutinariamente la caracterización de clones avanzados para detectar el gen de inmunidad a PVY, y recientemente ajustamos marcadores para incorporar la resistencia a nemátodos (*Globodera rostochensis* y *G. pallida*). En el caso de cebolla, ajustamos e incorporamos la SAM para el gen de resistencia a *Peronospora destructor* y lo comenzamos a utilizar rutinariamente en cruzamientos específicos para aumentar la proporción de individuos que presenten el gen en semilleros. Para frutilla, ajustamos recientemente marcadores moleculares para detectar la presencia de alelos que determinan el color en el fruto.

El uso de esta herramienta nos ha permitido seleccionar plantas resistentes a enfermedades sin necesidad de realizar ensayos de inoculación de patógenos, que son laboriosos y costosos. Además, permite seleccionar sin que factores ambientales influyan sobre las características de interés, mejorando la precisión. También permite seleccionar plantas en etapas tempranas del desarrollo y utilizar un número menor de individuos, lo que resulta en una mayor eficiencia en el uso de recursos. En conclusión, la SAM es una herramienta clave para el desarrollo de nuevas variedades de hortícolas en INIA, contribuyendo a la sostenibilidad y competitividad del sector.

### 3.- Evaluación de calidad en el mejoramiento genético de hortalizas

Lado, J.<sup>1</sup>; Moltini, A.<sup>1</sup>; Sbres, M.<sup>1</sup>; Pintos, P.<sup>1</sup>; Yorio, C.<sup>1</sup>; Salgado, S.<sup>2</sup>; Ruiz, S.<sup>2</sup>; Ares, G.<sup>3</sup>

1. INIA. Área de Agroalimentos. Sistema Vegetal Intensivo; 2. UTEC-Paysandú. Laboratorio de Evaluación Sensorial; 3. UdelaR, Facultad de Química, Polo Tecnológico de Pando, Sensometría y Ciencia del Consumido

La evaluación de calidad es compleja e involucra varios factores como la apariencia, composición nutricional-compuestos bioactivos y el sabor. Desde INIA Salto Grande, el grupo de Calidad y Postcosecha aportamos diferentes herramientas de apoyo a la selección de nuevos cultivares de hortalizas. Entre ellas, destaca la evaluación de calidad fisicoquímica en laboratorio (color, firmeza/textura, sólidos solubles, acidez), los aportes a la cuantificación de compuestos bioactivos (carotenoides, fenoles, flavonoides, antocianinas) y la caracterización desde el punto de vista sensorial. En este sentido, trabajamos con herramientas como el mapeo proyectivo, para la caracterización sensorial por textura y sabor de nuevos materiales de frutillas, boniatos y en este último año, tomates. También trabajamos a nivel de consumidores, con la herramienta “marque todo lo que corresponda”, vinculando la aceptabilidad del producto (en una escala del 1 al 9) con las características más valoradas por los consumidores uruguayos. Durante los últimos años demostramos que las frutillas producidas en la zona de salto (INIA Ágata e INIA Yrupé) son altamente valoradas por los consumidores (aceptabilidad > 7,0) y que el color rojo es determinante de la aceptabilidad. Es así como revelamos que el color rojo es el principal determinante de la aceptabilidad de la apariencia y de las expectativas hedónicas de la frutilla (Lado et al., 2023). Algo similar ocurre en boniato, en donde el color naranja de la pulpa genera expectativas de sabor positivas, siendo especialmente valorados los boniatos dulces, cremosos y con sabor típico a boniato (Lado et al., 2020). A su vez, los consumidores valoran los nuevos colores de pulpa (como el caso del boniato antociánico) como algo extraño o raro, lo que genera expectativas hedónicas menores que los boniatos criollos o zanahoria (Lado et al., 2022). Esto sugiere la importancia de llevar adelante acciones de promoción y marketing asociados al desarrollo de nuevas variedades que cambien con los esquemas tradicionales de los productos ya conocidos por los consumidores. Estas herramientas de análisis sensorial brindan información muy valiosa, la cual se combina con determinaciones de calidad fisicoquímica y pigmentos antioxidantes (carotenoides y antocianinas), que no sólo aportan a la coloración observada y valorada, sino que también poseen propiedades beneficiosas para la salud, especialmente en la prevención de enfermedades crónicas. El desarrollo de diversas metodologías para evaluar la actividad antioxidante (DPPH, ABTS, ORAC, SOAC) contribuye a la caracterización de estos nuevos materiales y brindar información orientativa frente a su potencial aporte a promover la expectativa de salud en la población. En este sentido, la combinación de atributos sensoriales altamente valorados por los consumidores, con propiedades beneficiosas para la salud en esas hortalizas, facilitaría/potenciaría el consumo de alimentos frescos saludables en nuestra población.

## 4.- La nueva variedad de frutilla ‘INIA Yatay’

Vicente, E.<sup>1</sup>; Lado, J.<sup>2</sup>; Laxague, I.<sup>1</sup>; Arruabarrena, A.<sup>3</sup>; González-Arcos, M.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Agroalimentos. Sistema Vegetal Intensivo; 3. INIA. Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal. Sistema Vegetal Intensivo.

La variedad de frutilla ‘INIA Yatay’ (‘W61.2’), se recomienda para la producción de invierno y primavera bajo cultivo protegido a partir de plantas verdes producidas en viveros locales, complementando a cultivares precoces como ‘INIA Yrupé’ e ‘INIA Ágata’.

El cultivar aporta mayor tolerancia a la muerte de plantas por patógenos de tallo y raíz que las variedades actualmente en uso, atributo que podría ser necesario en un escenario de mayor frecuencia de condiciones agroambientales favorables a la mortandad de plantas en cultivo y vivero, a lo que se suma la ventaja de una mayor producción de plantas en vivero que la principal variedad ‘INIA Yrupé’.

Para complementar la tolerancia a enfermedades de tallo y corona y maximizar la producción de ‘INIA Yatay’, se sugiere aplicar prácticas que limiten la incidencia de patógenos: renovar el material madre para los viveros anualmente, mejorar la supresividad de los suelos (solarización, biofumigación, abonos verdes, rotaciones, controladores biológicos) y minimizar el estrés ambiental (falta o exceso de humedad de suelo, alta temperatura, nutrición equilibrada).

Considerando su alto vigor de planta y ciclo semi precoz, es conveniente optar por prácticas de manejo que apunten a lograr un desarrollo vegetativo equilibrado, evitar exceso de vigor temprano y potenciar su producción de primavera, logrando una buena complementariedad con cultivares precoces. Se recomienda para eso tener en cuenta la fecha de enraizado y trasplante de mudas más tardíos en relación con cultivares precoces, ajustar la nutrición del cultivo y manejar el sistema de protección y la ventilación,

Además de su buen formato, la fruta de ‘INIA Yatay’ posee atributos valorados por los consumidores uruguayos como firmeza y sabor dulce. Sin embargo, en invierno y primavera temprana no cumple con la expectativa de un color rojo intenso, por lo cual, en esta época, no se propone comercializar este cultivar como un producto genérico. Por otro lado, ‘INIA Yatay’ produce frutos con un destacado sabor que, sumado a un color más claro fácilmente distinguible, podría ser utilizado para diferenciar la oferta comercial y desarrollar experiencias de segmentación del producto. Esto implicará familiarizar a los consumidores a través de estrategias de marketing y promoción de un producto diferente.

## 5.- Mejoramiento genético de tomate de mesa: avances en productos tecnológicos y disponibilidad de semilla

González-Arcos, M.<sup>1</sup>; Laxague, J.<sup>1</sup>; Arruaberrena, A.<sup>3</sup>; Giambiasi, M.<sup>3</sup>; Lado, J.<sup>2</sup>; Vicente, E.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Agroalimentos. Sistema Vegetal Intensivo; 3. INIA. Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal

El tomate es una de las principales frutas de consumo en fresco en el Uruguay. Su producción está basada en cultivos bajo invernáculo en la zona norte y sur del país, que posibilitan cosechas durante todos los meses del año. Esto se complementa con un volumen más pequeño de producción a campo concentrado en la zona sur, con cosechas de diciembre a mayo. Los principales tipos comerciales consumidos en fresco son tomate redondo y perita.

En INIA se realiza mejoramiento genético con el fin de generar y seleccionar cultivares que aporten a las particularidades de la producción nacional. Nos enfocamos en los tipos comerciales más importantes, tratando de incorporar elementos de adaptación productiva, calidad de fruta y resistencia a enfermedades. Además, se trabaja en generar un sistema viable de producción y distribución de semilla híbrida, que permita dejar disponible los materiales seleccionados.

En cuanto a los productos tecnológicos generados, se cuenta con dos cultivares híbridos registrados dentro del segmento de tomates redondos: 'INIA Cimarrón', híbrido indeterminado seleccionado para producción a campo, e 'INIA Frontera', híbrido indeterminado seleccionado para producir en ciclos cortos bajo invernáculo. Recientemente se registró el cultivar de tomate perita 'INIA Tango', híbrido indeterminado en etapa de desarrollo también para producción en ciclos cortos bajo invernáculo.

En cuanto a la disponibilidad de semilla, en el año 2016 INIA firmó un acuerdo con la empresa Agrocinco, con la idea de complementar esfuerzos en mejoramiento genético y resolver la etapa de producción de semilla híbrida de alta calidad. En 2024 se suma la empresa DM Agro, quien colabora con la validación y desarrollo de material avanzado a nivel local y con la distribución comercial de los productos obtenidos. Esto constituye un nuevo sistema de generación, desarrollo y distribución comercial de genética nacional de tomate.

Además de continuar desarrollando y explorando las ventajas de los productos obtenidos, se cuenta con material experimental para comenzar su proceso de validación en 2025. En tomates tipo redondos para producción bajo invernáculo, contamos con híbridos experimentales de mayor vigor y productividad que INIA Frontera, incorporando resistencias foliares a mancha gris (*Stemphylium lycopersici*), ceniza (*Oidium neolycopersici*) y cladosporiosis (*Passalora fulva*). En tomates perita, los nuevos híbridos aportan más tamaño de fruta y resistencias foliares. Dentro de este segmento, se inició un proyecto que busca generar líneas de tomates perita de colores, con la intención de aportar nuevos productos diferenciados.

## 6.- El nuevo cultivar de cebolla “INIA Nácar” y su manejo

Arias, M.<sup>1</sup>; Hernández, F.<sup>1</sup>, González Arcos, M.<sup>1</sup>, Ghelfi, B.<sup>1</sup>, Rodríguez, G.<sup>1</sup>, Ibañez, F.<sup>2</sup>, Vicente, E.<sup>1</sup>  
1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Agroalimentos. Sistema Vegetal Intensivo;

“INIA Nácar” es un cultivar de cebolla de día corto a medio, que se destaca por la calidad de los bulbos y por su comportamiento frente al mildiú causado por *Peronospora destructor* (Pd). Actualmente, los cultivares de cebolla de día corto representan el 30% del abastecimiento de cebolla en Uruguay. Dos tercios de la producción de este tipo varietal se concentra en Salto y un tercio en la zona sur. En el litoral norte “INIA Nácar” podría sustituir a “INIA Casera” ya que es un cultivar que lo supera en tamaño de bulbo, productividad, aspecto comercial y resistencia al mildiú. En la zona sur, de acuerdo con la validación y con resultados preliminares de ensayos de ajuste del ciclo, “INIA Nácar” se adaptaría a un ciclo de siembra a mediados de marzo, trasplante fin de junio a principios de julio y cosecha en la primera quincena de noviembre. El trabajo de ajustar el ciclo en el sur continuará durante 2025.

Los cultivares nacionales disponibles presentan buenas características productivas y han sido ampliamente adoptados por los productores. Sin embargo, son susceptibles al mildiú, lo que significa aumentos en los costos, disminución del rendimiento, y riesgos para el ambiente y la salud. La búsqueda de variedades resistentes a Pd se ha basado en explotar las fuentes de resistencia parcial. El cruzamiento que le dio origen a “INIA Nácar” fue realizado en 2005 entre los parentales “INIA Casera” e “INIA Naqué”. El objetivo fue complementar las características de ambos padres. El proceso de selección demandó nueve ciclos bianuales (seis de selección de familias de medios hermanos y tres de selección masal). Los bulbos se seleccionaron por tamaño, forma redonda, buena cobertura de catáfilas y baja severidad frente a Pd. La respuesta al mildiú se expresa en una menor severidad y si bien el desarrollo de la enfermedad es más lento, se requiere implementar un manejo adecuado.

Recientemente, se introgresó en el germoplasma de cebolla el gen Pd que confiere resistencia completa al mildiú proveniente de *Allium royleii*. Actualmente, se cuenta con poblaciones producto del cruzamiento entre Carina F1 (holandesa, con el gen Pd) y cultivares de INIA. Las poblaciones están siendo seleccionadas por resistencia al mildiú a campo y mediante uso de un marcador molecular y por sus características agronómicas. El trabajo de selección por resistencia completa continuará con acciones coordinadas entre el norte y el sur con el objetivo de obtener nuevos cultivares adaptados a las condiciones de producción de las dos zonas que incorporen resistencia completa al mildiú.

## 7.- Aportes a la protección vegetal agroecológica en sistemas de producción vegetal intensivos del Uruguay

Leoni, C.<sup>1</sup>

1. INIA. Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente. Sistema Vegetal Intensivo.

Desde los años 1960, el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas (MIP) ha sido el paradigma en la protección vegetal de los cultivos. El MIP prioriza las medidas preventivas, el uso de variedades resistentes, métodos culturales y biológicos de control, y como última opción recurre al control químico empleando preferentemente los principios activos de menor impacto sobre el ambiente y la salud humana. Sin embargo, el control químico hoy sigue siendo la opción prevalente en la protección vegetal. A nivel nacional, se constató un aumento de las importaciones en USD respecto al año 2005 de 178%, 166% y 211% para insecticidas, fungicidas y herbicidas, respectivamente (MGAP, 2021).

Esta situación nos interpela como profesionales y demanda una nueva forma de entender la protección vegetal. La “Protección Vegetal Agroecológica” (PVA), propuesta a partir de la Agroecología, sustituye el foco en el binomio cultivo – enfermedad/plaga/maleza para centrar el foco en la salud del agroecosistema (Deguine et al., 2021). La PVA apuesta al rediseño de los agroecosistemas y propone prácticas a nivel de cuadro, de predio y de paisaje simultáneamente, así como la inclusión de la dimensión ecológica y socio-económica en la valoración de las mismas. El rediseño busca fortalecer los servicios de regulación y provisión, establecidos por las múltiples interacciones entre plantas, animales y comunidades microbianas, tanto aéreas como edáficas. También busca reducir los insumos de síntesis química (fitosanitarios) y promover los insumos alternativos (principalmente biológicos) ya sean externos o propios del sistema. Para que esto sea posible es fundamental promover la biodiversidad aérea y subterránea y la salud del suelo.

Para contribuir al desarrollo de la PVA en los sistemas hortifrutícolas de Uruguay, se articulan diversos trabajos de investigación que aportan conocimientos y evalúan prácticas/herramientas agronómicas para el manejo sanitario de los cultivos. Como estrategia se busca: a- identificar y caracterizar las plagas y enfermedades, así como los agentes de control biológico (artrópodos, agentes microbianos); b- minimizar el uso de insumos de síntesis (fungicidas, insecticidas) y promover de insumos alternativos; c- maximizar los procesos biológicos de regulación de plagas y enfermedades. A su vez, dada la diversidad de rubros del sistema, se espera aportar lineamientos para el rediseño de agroecosistemas más saludables que ofrezcan alimentos de calidad e inocuos. Finalmente, se plantean instancias de discusión e intercambio con los actores del sector hortifrutícola para consolidar y adecuar la PVA a nuestros sistemas productivos.

## **8.- Identificación y caracterización de plagas, enfermedades y enemigos naturales: desafíos y oportunidades.**

Rubio, L.<sup>1</sup>; Valle, D.<sup>1</sup>; Giambiasi, M.<sup>2</sup>; Pechi, E.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal. Sistema Vegetal Intensivo.

El cambio climático y la actual comercialización y transporte de mercaderías crea condiciones favorables para que patógenos se trasladen a nuevas regiones y se conviertan en plagas. Así como también, en este contexto de producción tan dinámico, especies más agresivas de un patógeno surgen, se extienden los rangos de hospederos, de distribución y plagas secundarias pueden tornarse en primarias o potenciales vectores. Bajo este escenario, nos hemos planteado identificar y caracterizar los patógenos de importancia para los cultivos intensivos y estar alertas al surgimiento de potenciales plagas. Esto nos permitirá optimizar la estrategia de manejo para el control de estos, evitando un mal uso de fitosanitarios, los cuales aumentan los costos de producción, generan resistencias y desequilibrios ambientales. Por otro lado, la demanda de productos más inocuos ha incrementado la utilización de métodos de control alternativos a los tradicionales, entre ellos el control biológico. Si bien, existen numerosas empresas internacionales proveedoras de microorganismos, el desafío es utilizar los enemigos naturales y hongos nativos, adaptados a nuestros sistemas productivos, por ello también nos hemos propuesto buscar e identificar enemigos naturales de interés.

En esta etapa estaremos trabajando en la identificación de las especies de nematodos que afectan los cultivos hortícolas, enemigos naturales de las principales plagas de tomate y morrón y agentes causales de virosis y sus posibles reservorios, así como también, en problemas puntuales que lo requieran. En el caso de enfermedades, la metodología consistirá en la colecta y/o aislamiento del microorganismo, su posterior análisis morfológico y microscópico y el uso de técnicas serológicas y/o moleculares. Los controladores biológicos serán identificados por la técnica de Barcoding y taxonomía clásica, y también podrán ser incluidas actividades tendientes a confirmar su actividad como predadores o parasitoides. La identificación de patógenos permitirá seleccionar cultivares con resistencia a las especies determinadas, siendo además un insumo clave para los programas de mejoramiento genético de INIA, optimizar prácticas culturales como la selección de rotaciones con cultivos no hospederos, la erradicación de puentes verdes como malezas portadoras de plagas y virus y determinar las acciones certeras de control químico. Por otro lado, conocer los enemigos naturales nativos nos permitirá proponer medidas de conservación y/o incremento de sus poblaciones e integrarlos a las estrategias de control utilizadas.

## 9.- Manejo de enfermedades: resistencia genética, inductores de resistencia y productos alternativos

Valle, D.<sup>1</sup>; Rubio, L.<sup>1</sup>; Arias, M.<sup>1</sup>; Leoni, C.<sup>2</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo. 2. INIA. Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal. Sistema Vegetal Intensivo.

La producción hortícola se ve afectada por numerosos patógenos que generan pérdidas en la producción y requieren de la frecuente aplicación de productos de síntesis para su manejo. El uso indiscriminado de éstos, ha exacerbado los efectos negativos para el ambiente y la salud humana. Asimismo, se ha observado una menor eficiencia en el control de las principales enfermedades debido a la selección de poblaciones resistentes a varios principios activos. La necesidad de encontrar estrategias alternativas para el manejo de los principales patógenos es uno de los objetivos primordiales en las líneas de investigación de INIA. Entre éstas, trabajamos en la posibilidad de explotar los mecanismos de defensa propios de las plantas, sea mediante la selección de variedades resistentes (VR) o mediante el uso de productos inductores de resistencia (IR), pero también, estamos evaluando la efectividad de productos alternativos (PA) a los tradicionales de síntesis. Así por ej., en el cultivo de papa, la selección de VR a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y a sarna (*Streptomyces* spp), junto al programa de mejoramiento genético, ha permitido obtener accesiones promisorias que resultarán en una reducción significativa del uso de fungicidas. Los productos IR, son una herramienta complementaria al uso de cultivares resistentes o tolerantes, ya que aplicarlos de forma preventiva, puede maximizar las defensas de las plantas y reducir la presión de enfermedades en etapas claves. No obstante, para optimizar su utilización, es necesario conocer en cada patosistema el momento más oportuno de aplicación y dilucidar el tiempo en que las defensas permanecen activas con el fin de determinar las ventanas de aplicación. Los resultados obtenidos con el uso de IR en el sistema frutícola y para Cladosporiosis del tomate (*Fulvia fulva*) con el uso de bicarbonatos fueron promisorios. Por este motivo se seguirá trabajando en esta línea, evaluando productos que puedan ser aplicados en el sistema hortícola. Por otra parte, actualmente disponemos de una gama interesante de productos alternativos a los fungicidas tradicionales, que consisten en hongos, extractos, aceites, etc., todos ellos pueden ser incorporados al manejo de enfermedades, aumentando las opciones de control y generando un producto más inocuo para el ambiente y el consumidor. Por ello, estamos evaluando la efectividad, momentos y dosis de aplicación de algunos PA en la *Oidiopsis* del pimiento, una de las principales limitantes productivas de este cultivo. La implementación de estas alternativas (VR, IR y PA) posibilitará diseñar estrategias de manejo más apropiadas, con una reducción significativa de las aplicaciones de fitosanitarios, permitiendo transitar hacia un sistema de producción más resiliente.

## 10.- Estrategias sostenibles de manejo de plagas

Pechi, E.<sup>1</sup>; Galván, V.<sup>1</sup>; Amaral, J.<sup>1</sup>; Rodríguez, A.<sup>1</sup>; Rivas, F.<sup>2</sup>; Mujica, V.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente. Sistema Vegetal Intensivo.

En el manejo sanitario de cultivos hortícolas es fundamental combinar diversos métodos de control. En la última década, se han logrado avances significativos en el control biológico, especialmente mediante el uso de depredadores y entomopatógenos. Esto ha permitido reducir la dependencia de productos químicos, disminuir los riesgos de contaminación ambiental, mitigar los efectos adversos en la salud de los operarios y contribuir a la producción de alimentos más inocuos. Además, ha favorecido la presencia de otros organismos benéficos y promovido un mayor equilibrio ecológico en el sistema. No obstante, también se han presentado efectos no deseados, como el resurgimiento de plagas secundarias y la aparición de especies que anteriormente no se encontraban en estos cultivos, como es el caso de las moscas de la fruta en pimiento. Estas moscas oviponen en los frutos, y al eclosionar, las larvas se alimentan de ellos, lo que provoca descomposición, formación de heridas y caída prematura. Esta situación ha impulsado el estudio de las especies presentes en los cultivos intensivos, con fin de definir la estrategia de control más adecuada. En este sentido, se evaluará el uso de trampas con atrayentes comerciales y productos naturales. Por otro lado, uno de los problemas fitosanitarios que no están resueltos en este cultivo es la presencia de trips, especialmente *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Estos insectos causan daños directos a través de su alimentación y actúan como vectores del virus de la peste negra. Aunque en el mercado existen controladores biológicos disponibles, su efectividad ha sido variables. En este contexto, se llevarán a cabo evaluaciones de cuatro cepas de entomopatógenos nacionales de la colección de bioinsumos, pertenecientes a los géneros *Beauveria spp.*, *Isaria spp.*, *Lecanicillium spp.* y *Metarhizium spp.* para determinar su efectividad como agentes de control biológicos de *F. occidentalis*. Nuestro objetivo es contribuir con alternativas sostenibles para el control de plagas, que ofrezcan soluciones efectivas a largo plazo.

## 11.- Manejo eficiente de la fertirrigación

Berrueta, C.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo

Actualmente, el uso de herramientas que contribuyan a la toma de decisiones sobre cuanto regar y fertilizar de acuerdo a la demanda de los cultivos no están generalizadas. Los productores generalmente aplican nutrientes y riego en base a la experiencia local de lo que les asegura altos niveles de producción. Las prácticas de manejo actuales dan como resultado riegos y aplicaciones de nutrientes excesivos o insuficientes durante el crecimiento del cultivo, lo que afecta el rendimiento, la calidad de la fruta y puede causar la acumulación de fósforo (P) disponible, K y sodio (Na) intercambiables en el suelo. Además de las implicancias productivas y sobre la calidad de frutos el manejo inadecuado del agua y nutrientes conlleva al lavado de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) contribuyendo a la contaminación del agua de los acuíferos. Una de las estrategias para el manejo de la fertirrigación es el enfoque prescriptivo-correctivo. El manejo prescriptivo consiste en la estimación de las necesidades teóricas de agua y nutrientes para construir un plan de fertirrigación. Estas estimaciones pueden realizarse con información del cultivo, suelo y agua o puede basarse en modelos de simulación o sistemas de soporte a la decisión. El plan de fertirrigación consiste en un documento técnico que, para un determinado cultivo, proporciona información sobre la cantidad de agua y nutrientes a aplicar y los momentos de aplicación. Las concentraciones de nutrientes en las soluciones de fertirrigación se obtienen del cociente entre los aportes requeridos de nutrientes y las necesidades de irrigación para cada etapa del ciclo. Los aportes de nutrientes deben considerar las necesidades del cultivo en función de los rendimientos esperados mientras que los momentos de aplicación se basan en las curvas de absorción de los distintos nutrientes. Además, se considera el aporte de nutrientes desde el suelo y el aporte de nutrientes disueltos en el agua de irrigación. Se debe considerar también la eficiencia de aplicación de los fertilizantes. Los aportes de agua se basan en las estimaciones de la evapotranspiración que son función de las condiciones ambientales, el coeficiente de cultivo y la eficiencia de uso del agua. Los planes de fertilización basados en la demanda deben complementarse con la parte correctiva, que incluye técnicas de monitoreo a campo de nutrientes y agua. Entre estas técnicas para el monitoreo de la humedad de suelo se destacan: tensiómetros o sensores FDR. Para el monitoreo de nutrientes se puede utilizar: análisis de suelo, monitoreo de la solución de fertirriego, análisis de la solución del suelo, análisis de nutrientes en savia o análisis foliar.

## 12.- FertiRIEGO Horticultura: riego y nutrición a medida de su cultivo de tomate

Berrueta, C.<sup>1</sup>; Tiscornia, G.<sup>2</sup>; Cal, A.<sup>2</sup>; Lapetina, J.<sup>3</sup>; Gallardo, M.<sup>4</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. INIA. Área de Sistemas de Información y Transformación Digital (GRAS). Sistema Vegetal Intensivo; 3. INIA. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología; 4. Departamento de Agronomía - Universidad de Almería, España

**FertiRIEGO Horticultura** es una aplicación para dispositivos móviles y web de soporte a la toma de decisiones, desarrollado por INIA, que permite (1) planificar el fertirriego para cultivos de tomate en invernáculo en Uruguay y (2) asistir en las decisiones diarias de riego y fertilización en tiempo real. El sistema se basa en el modelo VegSyst calibrado y validado para Uruguay (Berrueta et al., 2023) que simula la absorción de nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) y la evapotranspiración (ETc) del cultivo en base a información climática (temperatura y radiación). Luego, el riego se calcula a partir de las estimaciones de la ETc y la configuración del sistema de riego. El requerimiento de fertilizantes N, P, K, Ca y Mg se calcula considerando la absorción de nutrientes y los aportes del suelo y el agua. También considera el suministro de nutrientes de las enmiendas orgánicas, abonos verdes e incorporación de cultivos anteriores.

El sistema accede automáticamente a la información de clima de las estaciones agroclimáticas INIA Las Brujas y Salto Grande e incorpora información de pronósticos meteorológicos de Global Forecast System (EEUU). El usuario debe ingresar datos del cultivo, del invernáculo, del sistema de riego, del suelo, del agua y las enmiendas orgánicas aplicadas. A su vez, hay información de suelo, agua y enmiendas orgánicas precargada en el sistema en caso de no contar con toda la información. El sistema genera tablas y gráficas con información diaria/semanal de riego y semanal/mensual de fertilización con N, K, P, Ca y Mg expresada en cantidad (kg/ha) y concentración (mmol/L).

El *software* ha sido diseñado de forma participativa para que sea intuitivo para el uso práctico por parte de productores y asesores técnicos. El uso de **FertiRIEGO Horticultura**, sumado a las herramientas de monitoreo de riego y nutrición a campo, permiten optimizar la fertirrigación y de esa forma maximizar la eficiencia de uso del agua y los fertilizantes, así como los rendimientos del cultivo.

**FertiRIEGO Horticultura** agrega ciencia e información local a las recomendaciones cotidianas de riego y nutrición para la producción de alimentos inocuos y el cuidado del ambiente.

## 13.- Análisis de savia para la determinación rápida de nitrato en el cultivo de cebolla: resultados preliminares

Arias, M.<sup>1</sup>; Betancor, T.<sup>2</sup>; Ríos, J.<sup>2</sup>; Berrueta, C.<sup>1</sup>, Ferrando, M.<sup>3</sup>, Galván, G.<sup>4</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo; 2. UdelaR, Facultad de Agronomía, estudiantes en tesis; 3. UdelaR, Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas; 4. UdelaR, Facultad de Agronomía, Centro Regional Sur, Departamento de Producción vegetal

El nitrógeno es el cuarto nutriente más abundante en las plantas y el más usado como fertilizante. Es el nutriente al que se le atribuye el rol principal en la formación del área foliar de los cultivos. En cebolla, el nitrógeno es un nutriente esencial y suele limitar el rendimiento ya que incide en el tamaño del bulbo y en el ciclo del cultivo. Además, la disponibilidad excesiva de nitrógeno produce, en general, mayor severidad frente a patógenos biótrofos (como *Peronopora destructor*). Existe la herramienta de análisis rápido de nutrientes mediante la extracción de savia (LAQUAtwin) que se ajustado para algunos cultivos. Esta herramienta permite conocer el estatus de nitrógeno en la planta inmediatamente y brinda la posibilidad de corregir en caso de deficiencia. El objetivo de este trabajo es calibrar el método rápido de análisis de nutrientes para nitrato con los medidores LAQUA. Durante 2022 se realizó un ensayo en el CRS y en 2023 se repitió en CRS y dos predios comerciales. Se evaluaron los cultivares Pantanoso del Sauce CRS (susceptible) y Armonía CRS (moderadamente resistente) con tres niveles de nitrógeno. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y arreglo factorial. Los tratamientos de nitrógeno definieron considerando el aporte del suelo y los requerimientos para un cultivo con un rendimiento de 30000 kg/ha. Los tratamientos de nitrógeno fueron: óptimo (cubrir los requerimientos), restrictivo (aporte del suelo) y excesivo (el doble del requerimiento). Se tomaron muestras de suelo al inicio de los experimentos para ajustar los tratamientos de nitrógeno. Se evaluó el nivel de nitrato con el análisis de savia con los medidores LAQUA, se tomaron muestras para medir nitrato en laboratorio y se evaluó el crecimiento del cultivo. Las evaluaciones fueron quincenales, se iniciaron a partir de los 40 días post trasplante y se continuaron hasta cosecha. Durante el ensayo de 2022, para el ajuste del método de extracción de savia con los medidores LAQUA se evaluaron todos los órganos de la planta (hoja, falso tallo, bulbo y raíz). Las correlaciones entre el nitrato medido con los LAQUA y en laboratorio correlacionaron mejor para la hoja más joven completamente desarrollada en comparación con los otros órganos evaluados. A partir de este resultado, en 2023 las evaluaciones de nitrato se centraron en las hojas. Para todos los momentos evaluados, los que mejor correlacionaron el dato de nitrato medido mediante el test rápido (LAQUA) y nitrato medido en laboratorio fueron 40 dpt (0,54; p-valor<0,05), 54 dpt (0,83; p-valor< 0,001) y 68 dpt (0,73; p-valor< 0,001). Durante 2024 se está llevando adelante un nuevo experimento para acumular mayor cantidad de datos y poder tener un mejor ajuste de la herramienta y generar niveles críticos para nuestras condiciones de producción.

**Palabras clave:** análisis de savia, nitratos, LAQUAtwin

Financiamiento: Proyecto financiado por el Fondo María Viñas (FMV-ANII).

## 14.- Manejo de suelos en cultivos a campo: laboreo reducido, enmiendas orgánicas y abonos verdes multiespecie

Hernández Mazzini, F.<sup>1</sup>; Reggio, A.<sup>1</sup>; Leoni, C.<sup>2</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo. 2. INIA. Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente. Sistema Vegetal Intensivo.

En la zona sur de Uruguay se concentra el 80% de la horticultura del país con predominancia de sistemas de producción a campo. Los suelos utilizados para ese fin tienen severos problemas de degradación ocasionando un impacto negativo en la sostenibilidad de los sistemas. La búsqueda de estrategias para restaurar la salud del suelo se hace necesaria para asegurar la viabilidad del recurso y la producción de alimentos. La horticultura con enfoque conservacionista adopta prácticas alternativas como el mínimo laboreo, el uso de cultivos de servicio, la adición de enmiendas orgánicas, en una secuencia de rotación de cultivos planificada. En 2012 se instaló un experimento de largo plazo a campo en INIA-Las Brujas con el objetivo de evaluar y ajustar manejos que integren esas prácticas. Se diseñó una rotación con seis ciclos hortícolas (boniato, tomate industria, calabacín, repollo, espinaca y remolacha) y tres años de alfalfa. Se establecieron tratamientos que combinan laboreo convencional (LC) o reducido (LR), fertilización química u orgánica (compost y estiércol aviar) y abonos verdes simples (AVS). Semestralmente se evalúan parámetros de suelo (resistencia a la penetración, densidad aparente, nutrientes, materia orgánica y actividad biológica) y de cultivo (fenología, rendimiento, calidad e incidencia de malezas). Los manejos que integran LR, fertilización orgánica y AVS generan una mejora en la salud del suelo, a diferencia de los tratamientos con LC y fertilización química. En lo que respecta al cultivo, los tratamientos que tienen en común LR y fertilización orgánica generan limitantes en su desarrollo condicionando el rendimiento y la calidad final, sin embargo, cultivos bajo LC han mostrado mayor productividad. Para la adopción de manejos alternativos se hacen necesarios ajustes nutricionales como también mayor tiempo de recuperación, en especial, en suelos severamente degradados como los del experimento. La fertilización química y el LC compensan las limitantes del sistema en el corto plazo, ya que, si bien la productividad de los cultivos no se ve deteriorada, se enmascaran la pérdida de salud en el mediano y largo plazo. Manejos intermedios que impliquen LC pero con aportes diversos de materia orgánica, reflejan la importancia de los procesos de transición en los sistemas productivos.

### ***Abonos verdes multiespecie (AVM)***

Los AV son una herramienta importante para mejorar numerosos aspectos de los sistemas. Ejercen control de la erosión, aumentan el carbono orgánico y la disponibilidad de agua en el suelo, mejoran su estructura e incrementan el ciclaje de nutrientes. Ayudan en la polinización, en el control biológico de plagas como también en la supresión de malezas por competencia directa y/o alelopatía. Los AVM pueden generar diversos beneficios en el sistema en comparación con AVS. En general, la combinación de especies logra mejor performance, mayores volúmenes de materia seca, mejor cobertura de suelo, relaciones C/N más balanceadas y mejor control sanitario, siempre y cuando las mezclas estén adecuadamente formuladas, manejadas y adaptadas al sistema productivo. En

2023 comenzó en INIA LB una secuencia de experimentos que tienen como objetivo evaluar mezclas y obtener criterios para la formulación de AVM compuestos por leguminosas, gramíneas y crucíferas. El punto de partida es un jardín de introducción para evaluar especies de ciclos estivales e invernales sembradas individualmente y en combinación. Tomando como insumo la información allí generada, se establecerán y evaluarán mezclas de AVM, se estudiará el impacto que tienen en la salud del suelo y el efecto en el comportamiento productivo de cultivos hortícolas a campo, en condiciones experimentales y comerciales.

## 15.- Manejo regenerativo de suelos en sistemas hortícolas protegidos: nuevos proyectos

Berrueta, C.<sup>1</sup>, Manzzi, A.<sup>1</sup>, Yaque, A.<sup>1</sup>

1. INIA. Sistema Vegetal Intensivo.

En la mayoría de los invernáculos en Uruguay se cultiva tomate y morrón, en ausencia de rotación de cultivos, con muy limitada incorporación de materia orgánica en el suelo y alta intensidad de laboreo. Con este manejo, los suelos se deterioran rápidamente con pérdidas importantes del carbono orgánico. Esto se suma a las condiciones muy favorables para la mineralización de la materia orgánica dadas por temperaturas más altas y condiciones de humedad constante en el suelo en condiciones de cultivos protegidos. Las tasas anuales de mineralización del carbono orgánico medidas en estas condiciones duplican las mencionadas para cultivos a campo. Los cultivos de tomate en el litoral norte del país se cultivan principalmente durante otoño-invierno-primavera. En su mayoría, a fin de año se finalizan los cultivos dando lugar a la solarización, que se realiza en el verano para posteriormente realizar los trasplantes de otoño en el mes de febrero o marzo.

En este contexto se plantea el proyecto de investigación INIA SVI\_01 (2023-2027) con desarrollo en INIA Salto Grande cuyo objetivo es estudiar prácticas de manejo regenerativo del suelo en invernáculos mediante la incorporación de enmiendas orgánicas antes de la solarización y reducción gradual del laboreo. De esta forma se pretende aportar alternativas que contribuyan a un rediseño de los sistemas de producción que se apoyen más en procesos biológicos que ocurren naturalmente en los ecosistemas en vez de agroquímicos. Este proyecto tiene dos componentes. El primero consiste en un jardín de observación/caracterización de enmiendas orgánicas de distinto tipo. Este jardín permitirá identificar las enmiendas que tienen potencial para mantener los niveles de materia orgánica de los suelos y mejorar distintos indicadores de suelo de interés en estos sistemas. Además, permitirá identificar posibles complementaciones entre los materiales, para evitar desbalances nutricionales o efectos negativos sobre los cultivos. En el jardín se caracterizan 3 tipos de enmiendas: (1) Abonos verdes (30 – 45 días de ciclo), (2) Abonos verdes movilizados (producidos a campo y llevados en fresco o fardo al invernáculo) y (3) Compost, estiércoles y otros materiales de origen vegetal o animal disponibles en la zona. El segundo componente consiste en un ensayo comparativo de 6 manejos de suelo que incluyen: distintas combinaciones de enmiendas orgánicas, incorporación del cultivo anterior, reducción gradual del laboreo y uso de bioles vs manejo sin enmiendas y con laboreo basado en rotovador. Estos ensayos comparativos se nutrirán de la información del jardín. Los indicadores de salud de suelo a considerar son: carbono orgánico, porosidad, densidad aparente y compactación a distintas profundidades de suelo, disponibilidad de nutrientes, mineralización de N, proteína total del suelo, respiración microbiana y carbono lábil o activo. En el cultivo de tomate posterior a la enmienda se medirá rendimiento, calidad de fruta y estado nutricional del cultivo.

## **INIA Dirección Nacional**

Avenida Italia 6201,  
Ed. Los Guayabos,  
Parque Tecnológico LATU.  
Montevideo  
Tel.: 2605 6021  
[inia@inia.org.uy](mailto:inia@inia.org.uy)

## **INIA La Estanzuela**

Ruta 50, Km 11  
Colonia  
Tel.: 598 4574 8000  
Fax: 598 4574 8012  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)

## **INIA Las Brujas**

Ruta 48, Km 10  
Canelones  
Tel.: 598 2367 7641  
Fax: 598 2367 7609  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)

## **INIA Salto Grande**

Camino al Terrible  
Salto  
Tel.: 598 4733 5156  
Fax: 598 4732 9624  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)

## **INIA Tacuarembó**

Ruta 5, Km 386  
Tacuarembó  
Tel.: 598 4632 2407  
Fax: 598 4632 3969  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)

## **INIA Treinta y Tres**

Ruta 8, Km 281  
Treinta y Tres  
Tel.: 598 4452 2023  
Fax: 598 4452 5701  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

[www.inia.uy](http://www.inia.uy)