



ESTACION EXPERIMENTAL  
AGROINDUSTRIAL  
OBISPO COLOMBRES

Tucumán | Argentina

> Informe  
Anual  
**2024**

## > Observaciones

**A** lo largo de su historia, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, originariamente Estación Experimental Agrícola de Tucumán, publicó su Memoria Anual en alguna de las distintas series periódicas que edita. Así, cada uno de los informes correspondientes a los años 1909 a 1952 se incluyó como un artículo en uno de los números del volumen de la Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, correspondiente al año siguiente al período informado. Las Memorias 1953 a 1998 aparecieron en la serie Publicación Miscelánea. Finalmente, en el año 2000 se creó la serie Informe Anual EEAOC con el propósito de albergar la memoria institucional bajo un formato más moderno. El primer número de la nueva serie correspondió a las actividades desarrolladas durante 1999.

**Dr. L. Daniel Ploper**  
Director Técnico EEAOC



## > Publicaciones anteriores

- Nº 01 - Informe Anual EEAOC 1999
- Nº 02 - Informe Anual EEAOC 2000
- Nº 03 - Informe Anual EEAOC 2001
- Nº 04 - Informe Anual EEAOC 2002
- Nº 05 - Informe Anual EEAOC 2003
- Nº 06 - Informe Anual EEAOC 2004
- Nº 07 - Informe Anual EEAOC 2005
- Nº 08 - Informe Anual EEAOC 2006
- Nº 09 - Informe Anual EEAOC 2007
- Nº 10 - Informe Anual EEAOC 2008
- Nº 11 - Informe Anual EEAOC 2009
- Nº 12 - Informe Anual EEAOC 2010
- Nº 13 - Informe Anual EEAOC 2011
- Nº 14 - Informe Anual EEAOC 2012
- Nº 15 - Informe Anual EEAOC 2013
- Nº 16 - Informe Anual EEAOC 2014
- Nº 17 - Informe Anual EEAOC 2015
- Nº 18 - Informe Anual EEAOC 2016
- Nº 19 - Informe Anual EEAOC 2017
- Nº 20 - Informe Anual EEAOC 2018
- Nº 21 - Informe Anual EEAOC 2019
- Nº 22 - Informe Anual EEAOC 2020
- Nº 23 - Informe Anual EEAOC 2021
- Nº 24 - Informe Anual EEAOC 2022
- Nº 25 - Informe Anual EEAOC 2023



**ESTACION EXPERIMENTAL  
AGROINDUSTRIAL  
OBISPO COLOMBRES**  
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150  
T4101XAC | Las Talitas  
Tucumán | Argentina  
Tel: (54 381) 452 1000  
Fax: (54 381) 452 1008  
direcc@eeaoc.org.ar  
www.eeaoc.org.ar





## › Autoridades EEAOC

### Presidente

Ing. Agr. Roberto Sánchez Loria

### Vicepresidente

Lic. Sebastián Budeguer

### Vocales

Ing. Agr. José Ignacio Lobo Viaña

Ing. Agr. Francisco J. Estrada

Dn. Luis Fernando Umana

Dn. Pablo José Padilla

Dn. Juan Carlos Crovella

Dn. José Antonio Linares

Mg. Lic. Catalina Rocchia Ferro

Ing. Bernabé Oscar Alzabé

### Director Técnico

Dr. Hernán Salas López

### Directores Asistentes:

Tecnología Agropecuaria

Dr. Santiago Ostengo

Tecnología Industrial

Ing. Qco. Roberto Marcelo Ruiz

Administración y Servicios

C.P.N. Mariana Barraquero

Recursos Humanos

Lic. José D. Rodríguez Domato

### Editor Responsable

Dr. Hernán Salas López

### Comisión Publicaciones y Difusión

Mg. Ing. Agr. Patricia Digonzelli

Dra. Dora Paz

Ing. Mec. César G. Filippone

Mg. Ing. Agr. Fernanda Leggio

Ing. Agr. Daniela Pérez

Ing. Agr. Victoria González

D.G. Silvio Cesar Salmiraghi

### Arte, diseño y diagramación

Diego Lobo

### Corrección

Prof. en Letras Ernesto Klass

## › Contenidos

Pag

• Organización institucional	<b>6</b>
• Estructura académica y administrativa	<b>6</b>
• Objetivos	<b>7</b>
• Honorable directorio	<b>8</b>
• Mensaje del Director Técnico	<b>9</b>
• Actividades institucionales	<b>11</b>
• Programa: Caña de Azúcar	
- Subprograma: Mejoramiento Genético	<b>19</b>
- Subprograma: Agronomía	<b>31</b>
• Programa: Citrus	<b>53</b>
• Programa: Granos	<b>81</b>
• Programa: Industrialización de la Caña de Azúcar	<b>107</b>
• Programa: Industrialización de Cítricos	<b>123</b>
• Programa: Bioenergía	<b>137</b>
• Programa de Servicios	
Aseguramiento de la Calidad	<b>149</b>
• Servicios de las Secciones	<b>153</b>
• Proyectos Independientes	
- Horticultura	<b>161</b>
- Vitroplantas	<b>164</b>
- Agrometeorología	<b>166</b>
- Estudios ambientales de la agroindustria tucumana	<b>170</b>
- Tabaco	<b>174</b>
- Proyecto pecán	<b>175</b>
- Palta	<b>175</b>
• Proyectos, estudios y generación de Información	<b>177</b>
• Convenios	<b>179</b>
• Publicaciones	<b>183</b>
• Informática	<b>187</b>
• Recursos Humanos	<b>191</b>
• Personal de Investigación y Unidades de Apoyo	<b>195</b>

## › Dinámica institucional

Establecida como Estación Experimental Agrícola de Tucumán (EEAT) en 1909 conforme a leyes provinciales impulsadas por el entonces senador provincial Don Alfredo Guzmán, el diseño de la Estación incluyó aspectos innovadores para la época al ser una institución estatal con financiamiento y dirección estratégica por parte de representantes de los sectores productivos de la provincia.

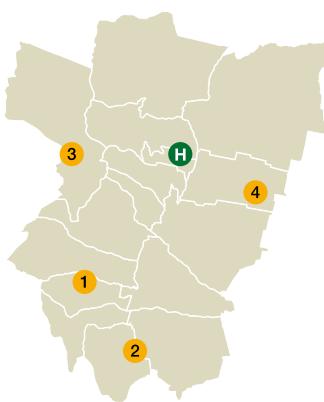
Su primera sede se estableció en el predio de un ingenio azucarero en desuso y se contrató en el extranjero a técnicos de primer orden para sostener un ambicioso proyecto productivo para la provincia.

### › Infraestructura

Desde su creación la actual EEAOC tiene su sede central en Las Talitas, Tucumán, en cuyo complejo edilicio se concentran las actividades administrativas, de investigación y desarrollo, transferencia y servicios, y el primero de sus campos experimentales de 95 hectáreas.

Con el tiempo se fueron agregando subestaciones experimentales en distintas zonas agroecológicas de Tucumán. Actualmente cuenta con cuatro subestaciones dedicadas a los principales productos de la provincia:

- **Subestación Santa Ana** (50 hectáreas): Caña de azúcar.
- **Subestación La Invernada** (15 hectáreas): Tabaco.
- **Subestación Tafí del Valle** (100 hectáreas): Papa semilla, frutilla y nuevas alternativas.



- **Subestación Monte Redondo** (86 hectáreas): Granos

- 1: Subestación Santa Ana
  - 2: Subestación La Invernada
  - 3: Subestación Tafí del Valle
  - 4: Subestación Monte Redondo
- H: Sede Central  
EEAOC

## › Estructura jerárquica

La dirección ejecutiva la ejerce un Director Técnico, asistido por cuatro Directores de área. A la vez, cada director es responsable de un conjunto de Secciones técnicas y administrativas, agrupadas de acuerdo a criterios funcionales.

Los Directores de Área, conjuntamente con los Coordinadores de programas de investigación, constituyen el Comité Ejecutivo, presidido por el Director Técnico.

### › Director Técnico:

**Dr. Leonardo Daniel Ploper**



### › Directores Asistentes:

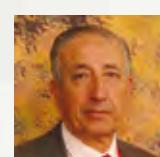
Tecnología  
Agropecuaria:  
**Dr. Hernán Salas López**



Tecnología  
Industrial:  
**Ing. Qco. Roberto Marcelo Ruiz**



Administración  
y servicios:  
**CPN Julio Antonio Esper**



Recursos Humanos:  
**Lic. José D. Rodríguez Domato**



# > Objetivos

a Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) fue la primera institución de este tipo constituida en la República Argentina y es la única perteneciente a un estado provincial. Tiene como objetivos

proveer soluciones para el desarrollo sostenible de la actividad agrícola-ganadera y agroindustrial de la provincia mediante investigación, innovación, servicios, y transferencia tecnológica a los sectores productivos.

## > Programas

- Caña de Azúcar
- Citrus
- Granos
- Industrialización de la Caña de Azúcar
- Industrialización de Citrus
- Bioenergía
- Programa de Servicios: Aseguramiento de la calidad de la EEAOC

## > Áreas y secciones

### Tecnología Agropecuaria

- Caña de Azúcar
- Fruticultura
- Granos y Cultivos Industriales
- Horticultura
- Semillas

### Dirección Técnica

- Comunicaciones
- Recursos Humanos
- Biblioteca
- Centro de Servicios Informáticos
- Proyectos y Vinculación Tecnológica
- Unidad de Producción Audiovisual

**L**a atención a las demandas y necesidades estratégicas del sector agroproductivo al que se debe, supone de la EEAOC una adaptación permanente de sus capacidades, de acuerdo además con el avance de los recursos de las ciencias y las tecnologías.

El enfoque comprehensivo que supone su tarea abarca cuatro fajas de investigación y

## > Proyectos independientes

- Hortalizas y Otras Alternativas
- Vitroplantas de Caña de Azúcar
- Agrometeorología
- Tabaco
- Estudios Ambientales en la Agroindustria Tucumana

### Tecnología Industrial

- Química de Productos Agroindustriales
- Ingeniería y Proyectos Agroindustriales

### Disciplinas Especiales

- Agrometeorología
- Biotecnología
- Economía Agrícola y Estadísticas
- Fitopatología
- Manejo de Malezas
- Sensores Remotos y SIG
- Suelos y Nutrición Vegetal
- Zoología Agrícola

desarrollos: el mejoramiento genético de los principales cultivos de la región, la sanidad de la producción -plagas, enfermedades, malezas e inocuidad de productos- manejo agronómico y procesos agroindustriales.

Los lineamientos operativos se coordinan y desarrollan ordenados en Programas, Proyectos Independientes, actividades de transferencia y provisión de servicios.

## > Honorable directorio

La EEAOC es un ente autárquico de la provincia de Tucumán, vinculado al Ministerio de Desarrollo Productivo. La dirección estratégica, tal como lo establece la ley, la ejerce un directorio “ad-honorem” integrado por representantes de los sectores de la producción agroindustrial de la provincia. Los integrantes del Directorio son designados por el Poder Ejecutivo y duran cuatro años en sus funciones, pudiendo ser reelegidos; entre ellos eligen anualmente un presidente y un vicepresidente. Actualmente este cuerpo está constituido por las siguientes personas:

Presidente:  
Ing. Agr. Roberto Sánchez Loria  
**Sector Cítrícola**

Vicepresidente:  
Lic. Sebastián Budeguer  
**Sector Caña de Azúcar**

Directores:  
Sr. Joaquín Daniel Gargiulo  
**Sector Pecuario**

Ing. Agr. José Ignacio Lobo Viaña  
**Sector Granos**

Ing. Qco. Alejandro Poviña  
**Sector Industria Azucarera**

Ing. Agr. Francisco Joaquín Estrada  
**Sector Hortalizas**

Sr. Luis Fernando Umana  
**Sector Tabaco**

Dn. Pablo José Padilla  
**Sector Industria Cítrícola**



# > Mensaje del Director Técnico



**E**l año al que corresponde este Informe Anual es el 116º de la EEAOC. Publicarlo es ya una tradición que se afianzó a través de años de cumplir con ese mandato institucional que obliga a rendir cuentas de lo hecho durante cada período calendario. Un corte informativo en la continuidad de una tarea que no se detiene.

Corresponde además al Director Técnico la tarea de supervisar, en cuanto Editor Responsable de todo lo que la casa publica, la veracidad y la suficiencia de lo que aquí se informe, resultado a la vez de la actividad del conjunto de equipos profesionales actuantes que a esta posición le toca coordinar de acuerdo a los lineamientos dictados por el Honorable Directorio.

Este mensaje de presentación del Informe Anual 2024 es el número 21 y también el último que lleve la firma de este servidor. Durante 2024 y por decisión de un también renovado Directorio, se ha resuelto dar curso a un imaginable recambio generacional en esta organización. En virtud de tal determinación los más veteranos damos ahora un paso al costado.

Nada habrá de cambiar en cuanto a lo que se

seguirá haciendo. Solo un recambio de nombres en los cargos jerárquicos y operativos que competen.

Queda aquí constancia de lo realizado durante este 2024. Los avances en materia de investigación y desarrollos, la provisión de servicios, las actividades institucionales entre las que cuentan especialmente las de transferencia al sector de los conocimientos que se generan, lo publicado y los nuevos convenios que cimentan la vinculación con el concierto de instituciones, organismos oficiales, instancias académicas y empresarias que solidifican el carácter asociativo de esta Estación Experimental. Al cabo casi del primer cuarto del siglo XXI, signado por el profundo proceso de adecuación orgánica a las exigencias del nuevo paradigma agroindustrial.

Solo me resta aquí agradecer a todos los miembros del personal, del primero al último, sin cuya activa participación y capacidad nada de lo logrado hasta aquí hubiera sido posible. Valga finalmente esperar que los lectores interesados en estas páginas adviertan cuántas historias de vida hay detrás de cada línea de los hechos que se describen en esta publicación.

**Dr. L. Daniel Ploper**  
Director Técnico EEAOC





# Actividades institucionales



Resumen de Actividades Organizadas por la EEAOC, participación en jornadas, visitas técnicas, institucionales, académicas y estudiantiles; encuentros de colaboración interinstitucional, entre otras actividades destacadas. A continuación, se detallan las principales actividades por mes:

## › Febrero 2024

### ► 07/02 – Capacitación y visita institucional

Se realizó una jornada de capacitación sobre *Diaphorina citri*, a cargo de la Dra. Lucrecia Augier (Zoología Agrícola), enfocada en la identificación del vector del HLB, monitoreo y carga de datos. Además, la EEAOC recibió a autoridades del BID, Gobierno de Tucumán e IPAAT para fortalecer la cooperación en investigación.

### ► 23-24/02 – Reconocimiento en Exposoya 2024 (Bolivia)

En el Centro Experimental de Anapo (Santa Cruz de la Sierra), ANAPO celebró 50 años de fundación y 30 de su exposición. Reconoció a la EEAOC y a Lealsem por su aporte tecnológico en la variedad de soja Munasqa, liberada en 2001 y, 19 años después, ocupando más del 70 % del área sembrada en Bolivia. Los técnicos creadores (Devani, Ledesma, Zamorano y Ploper) fueron destacados por su contribución al aumento de la productividad.

## › Marzo 2024

### ► 04/03 – Toma de posesión del Honorable Directorio de la EEAOC

Ceremonia con la presencia del Ministro CPN Daniel Abad y autoridades institucionales, en la que el Dr. Daniel Ploper presentó avances y se

anunció el nuevo Directorio 2024-2027.

### 06/03 – Visita de representantes de ABRAFRUTAS (Brasil)

Encuentro técnico para promover el intercambio en temáticas citrícolas, con presentaciones y recorrido por Sanidad Vegetal y Química.

### ► 14/03 – Visita de estudiantes de la FAZyV

Estudiantes de 4° año de Fitotecnia (FAZyV – UNT) visitaron la EEAOC, donde especialistas presentaron el proceso de mejora genética de caña de azúcar.

### ► 20 y 21/03 – Jornadas de Intercambio del Sistema Científico Técnico de Tucumán

La EEAOC participó en un encuentro con universidades y organismos provinciales para estructurar un plan provincial de desarrollo científico y tecnológico coordinado por la Secretaría de Gestión Pública y Planeamiento.

## › Abril 2024

### ► 04/04 – Participación en Expo Apronor 2024

El Ing. Roberto Sánchez Loria, Presidente del Honorable Directorio, junto al Dr. Daniel Ploper y Dr. Hernán Salas asistieron a la inauguración de Expo Apronor 2024, donde la EEAOC contó con un stand para difundir sus actividades.

### ► 10/04 – Día de Campo de cultivos de granos

Con la presencia de más de 300 personas se realizó el tradicional Día de Campo de soja, maíz, poroto y sorgo, organizado por el Programa Granos de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), en su campo experimental Overa Pozo. Se

presentaron avances y resultados de los cultivos con gran participación de productores y técnicos.

► **22/04 – Visita de alumnos de Fitopatología de la FAZyV**

Estudiantes participaron en clases teóricas y prácticas en laboratorios y Monte Redondo, guiados por expertos en Fitopatología y Biotecnología.

► **29/04 – Charla sobre fertilizantes orgánicos**

El Ing. Roberto Estéfano Lagarrigue, CEO de ECOFERT BIO SL (España), brindó una charla sobre transformación de deyecciones ganaderas en fertilizantes orgánicos.

› **Mayo 2024**

► **07/05 – Visita de estudiantes de Fitotecnia General (FAZyV - UNT)**

Profesionales del ITANOA y Sección

Biotecnología impartieron charlas y prácticas sobre herramientas biotecnológicas aplicadas al mejoramiento genético, incluyendo marcadores moleculares, transgénesis y edición genética.

► **21 y 23/05 – Visita de Coordinadores del Proyecto RIBOLEG**

Recibimos a los coordinadores del proyecto “Bioproductos basados en ARN para el mejoramiento de leguminosas”. El 23 se realizó una presentación institucional y el 24 visitaron la Subestación EEAOC-Tafi del Valle para conocer cultivos de poroto, pallares, papa y frutilla.

► **29/05 – Visita de estudiantes de Ingeniería Ambiental (UNSTA)**

Fueron guiados por el Dr. Daniel Machado y visitaron laboratorios de Ensayos y Mediciones Industriales e Investigaciones Ambientales, fortaleciendo la vinculación entre teoría y práctica.

► **30/05 – Visita de alumnos de la Maestría en Agronegocios (Universidad Austral)**

35 alumnos y exalumnos participaron de una gira académica, visitando la EEAOC para intercambiar experiencias y conocimientos en agroindustria y gestión.

› **Junio 2024**

► **04 al 07/06 – Curso de Habilitación para Directores y Operadores de CTC (SENASA)**

Treinta participantes de distintas provincias se capacitaron en el tratamiento de frutas hospedadoras de moscas de la fruta, con

módulo teórico-práctico impartido por MSc. María Elvira Villagrán y Carolina Mamani (EEAOC).

► **13/06 – Avances en la producción de la “Súper Tortilla”**

Visita del ministro de Desarrollo Social Federico Masso y autoridades para supervisar la planta productora de la “Súper Tortilla”, con la presencia de directores y científicos de la EEAOC y CONICET.

► **13/06 – Visita de socios de la Fundación y Club de la Innovación**

Participaron en una visita exclusiva a la EEAOC, destacando el rol de la institución en la investigación y desarrollo agroindustrial para solucionar problemas productivos.

► **13 y 14/06 – Participación en la 4ta Edición de la Cumbre Mundial de Economía Circular (Córdoba)**

El Ing. Marcelo Ruiz participó para fomentar modelos de negocios sostenibles y colaborativos que mejoren la calidad de vida regional.

► **24/06 – Participación en Jornadas para la Planificación Científica y Tecnológica de Tucumán al 2030**

Profesionales de la EEAOC participaron en las jornadas organizadas para definir estrategias de desarrollo sostenible de la provincia, aportando su experiencia en sostenibilidad, innovación tecnológica, diversificación productiva y prácticas agrícolas sustentables.

► **28/06 – Sede del encuentro del Panel Técnico de Tratamientos Fitosanitarios (TPPT) – IPPC-FAO**

La EEAOC fue sede del encuentro del Panel Técnico de Tratamientos Fitosanitarios (TPPT) de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC), organizada por la FAO. Participaron representantes de China, Japón, Australia, Nueva Zelanda, Italia, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Israel y Argentina.

Durante la jornada se recorrieron las instalaciones de la institución y se discutieron estrategias clave en materia de sanidad vegetal, contribuyendo a la elaboración de normas internacionales que aseguren la protección de cultivos y un comercio agrícola seguro.

Este encuentro fortaleció la cooperación global en protección fitosanitaria y reafirmó el compromiso de la EEAOC con el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria mundial.

## › Julio 2024

### ► 03/07 – XXVII Taller de Variedades y Manejo de Soja (Sociedad Rural de Tucumán)

Se llevó a cabo el tradicional taller anual donde especialistas de la EEAOC presentaron las últimas variedades de soja adaptadas a la región, con énfasis en la tecnología genética, resistencia a enfermedades y manejo agronómico para optimizar rendimientos. Además, se abordaron temas como el control integrado de plagas, manejo nutricional y adaptación a condiciones climáticas variables. La jornada contó con la participación de técnicos, productores y profesionales del agro, generando un espacio de intercambio y actualización técnica fundamental para la campaña 2024/2025. El evento tuvo el respaldo de la Sociedad Rural de Tucumán y el apoyo de patrocinadores, reforzando el compromiso con la transferencia tecnológica.

### ► 25/07 – Visita del Presidente del CONICET, Dr. Daniel Salamone

Recibimos al Presidente del CONICET y comitiva, quienes conocieron la historia, logros y proyectos futuros de la EEAOC en el marco de los 115 años de la institución.

### ► 27/07 – Acto protocolar por los 115 años de la EEAOC

Se conmemoró con orgullo el aniversario con la presencia de autoridades, investigadores y la comunidad, reafirmando el compromiso con la innovación agroindustrial.

### ► 30/07 – Reunión Anual de SATCA

Como cada año, investigadores y técnicos de la EEAOC tuvieron una destacada participación en la Reunión Anual de la Sociedad Argentina de Técnicos de la Caña de Azúcar (SATCA), mediante la presentación de trabajos en las áreas agronómica e industrial. Este espacio permitió compartir avances, intercambiar conocimientos y fortalecer vínculos con otros actores del sector cañero.

## › Agosto 2024

### ► 06/08 – Visita de autoridades de UNALA y CAA

Recibimos a Gustavo Altomano (CAA) y Luis Fernando Salazar (UNALA), quienes conocieron la EEAOC y el ITANOA y recopilaron información para un estudio de caso sobre sostenibilidad en la agroindustria sucroalcoholera, que será

presentado ante la ONU.

### ► 08/08 – Participación en ExpoAgrosur 2024

Presentamos un proyecto optimizado para el cultivo de frutilla, mostrando avances en investigación y desarrollo.

### ► 17/08 – Participación en ExpoLules 2024

La EEAOC participó en la Expo Lules Productivo 2024 a través de las secciones Biotecnología e Horticultura, presentando avances en ingeniería genética aplicada a cítricos y en producción de plantines de frutilla. La actividad permitió difundir tecnologías desarrolladas por la institución y fortalecer el vínculo con productores y referentes del sector agroindustrial.

### ► 27/08 – II Taller de Variedades y Manejo del cultivo de Poroto (Sociedad Rural de Tucumán)

Con la participación de más de 200 asistentes, se llevó a cabo el II Taller de Poroto organizado por el Proyecto Legumbres Secas del Programa Granos. Contó con la presencia del presidente del INASE, Dr. Claudio Dunan, y del Ing. Nicolás Bronzovich, Director Nacional de Agricultura.

Durante el encuentro se presentaron avances en genética, manejo y tecnología aplicada a este cultivo estratégico para la región, consolidando un espacio de actualización técnica para productores, técnicos y profesionales del sector.

## › Septiembre 2024

### ► 19/09 – Taller de Maíz (Sociedad Rural de Tucumán)

Este taller se enfocó en brindar a los productores y técnicos conocimientos clave sobre el cultivo y manejo del maíz en Tucumán y zonas de influencia. Se abordaron aspectos esenciales como la selección de variedades adaptadas, prácticas de siembra, fertilización estratégica, y control de malezas y enfermedades. También se presentaron tecnologías innovadoras para optimizar el uso del agua y mejorar la eficiencia productiva, teniendo en cuenta los desafíos climáticos actuales.

### ► 19 al 24/09 – Participación en Expo Rural Tucumán 2024

La EEAOC tuvo una importante presencia con un stand institucional coordinado por el equipo de Comunicaciones, donde profesionales expusieron avances y proyectos al público.

## › Octubre 2024

### ► 01/10 – Visita de representantes de Alcoholes del Uruguay (ALUR)

Recibimos a Camilo Botta, Fernando Hackembruch y Aldo Tadeo, quienes recorrieron nuestras instalaciones y conocieron los programas de mejora genética y agronómica de caña de azúcar, además de avances en industrialización y bioenergía. Este encuentro fortalece la colaboración en tecnologías sostenibles y energías renovables.

### ► 02 y 03/10 – Participación en el XII Congreso CREA Región NOA (Sociedad Rural de Tucumán)

Asistimos a este evento con disertantes destacados, promoviendo conexiones y aprendizaje en el sector agroindustrial.

### ► 09/10 – Jornada Técnica de Caña de Azúcar en finca La Paula, Leales

La EEAOC realizó una exitosa jornada técnica en la finca La Paula, en Leales, con el apoyo del grupo Cañeros Unidos del Este (CUE). Durante el evento, se compartieron conocimientos actualizados sobre manejo y producción de caña de azúcar, fortaleciendo el vínculo entre productores e investigadores.

### ► 17/10 – Visita del grupo Caña Sin Fronteras

Especialistas de Nicaragua, El Salvador, Colombia, Guatemala y Argentina visitaron la EEAOC para compartir experiencias, conocer avances en mejora genética, agronomía e innovación industrial, fortaleciendo alianzas para el sector cañero en Latinoamérica.

### ► 18/10 – Visita del Dr. Brend Wulffen (ex diplomático alemán)

Recibimos al Dr. Wulffen y al Ing. Manuel Avellaneda, destacando la historia y el impacto de la EEAOC en el desarrollo agroindustrial regional.

### ► 31/10 – Visita de estudiantes de 4º año del módulo de Propagación (FAZyV - UNT)

Los alumnos recorrieron laboratorios de semillas y biotecnología, reafirmando la importancia de vincular la investigación con la formación académica.

## › Noviembre

### ► 7/11 – 7mo Seminario UDOPBionergía de Innovaciones en Brasil

Nuestros profesionales participaron en este destacado encuentro, compartiendo

conocimientos y explorando nuevas tecnologías para el avance agroindustrial.

### ► 13/11 – Visita del presidente del INTI, Ing. Daniel Afione

Se firmó un convenio para fortalecer vínculos en el desarrollo regional basado en el aprovechamiento de biomasa, incluyendo certificación de biocombustibles y promoción de gasificación de biomasa.

### ► 15/11 – Capacitación del Ing. Qco. Jose Hache

Brindó formación sobre el Sistema Integrado de Operación y EHSQ, dirigida a líderes para implementar mejores prácticas y estándares internacionales.

### ► 15/11 – Mesa de Diálogo del Sistema Científico-Tecnológico de Tucumán

El Lic. Diego Gutiérrez y el Dr. Atilio Castagnaro representaron a la EEAOC y el ITANOA en la presentación del plan estratégico para alinear las capacidades científicas de la provincia con las necesidades sociales y económicas. El evento, realizado en la Sala Terán del Rectorado, contó con la participación de instituciones como el CONICET, INTI, INTA, y universidades de la región.

### ► 19/11 – Visita de estudiantes de Ingeniería Industrial (UNSTA)

Los alumnos fueron guiados por especialistas y visitaron el LEMI, fortaleciendo el aprendizaje práctico.

### ► 20/11 – jornada sobre: “Primeros avances en la evaluación de herbicidas post-emergentes para el control de *Rottboellia cochinchinensis* (pica pica) en Tucumán”.

Los disertantes fueron Agustín Sánchez Ducca (EEAOC) y Arturo Felipe (INTA)

Compartieron sus conocimientos y experiencias sobre las estrategias más recientes para el manejo de esta maleza. Fue un intercambio enriquecedor que reunió a técnicos, productores y especialistas interesados en soluciones.

### ► 27/11 – Visita diplomática del Sr. Matthias Trager (Embajada de Alemania)

Se fortalecieron lazos de cooperación científica internacional, con énfasis en el área de biotecnología.

### ► 25 al 29/11 – Participación en XIII Pathology y XI Entomology Workshop (ISSCT, Salta)

Nuestros profesionales compartieron experiencias en patología y entomología aplicadas a la caña de azúcar, fortaleciendo la innovación en el sector.

► **19/12 – Desayuno especial de fin de año y reconocimiento a jubilados**

Se reconoció la trayectoria del Dr. Daniel Ploper y CPN Julio Esper, junto a trabajadores que finalizaron su etapa laboral, destacando su valiosa contribución.

► **Transferencia 2024**

**AGRONOMÍA CAÑA DE AZÚCAR**

► **Actividades de transferencia de tecnología**  
 Se realizaron durante 2024 numerosas charlas y jornadas técnicas relacionadas con pérdidas de materia prima durante las operaciones de cosecha, organizadas por la EEAOC y destinadas a grupos de productores y empresas. Entre ellas se destacan el grupo CREA Cañaverales, Bulacio Argenti y Cooperativa Campo de Herrera. Además, el día 13 de junio se realizó una jornada organizada entre la EEAOC y Tucagro en Juan Bautista Alberdi, jornada en la que se disertó sobre "Pérdidas de cosecha"

El 30 de julio, en el marco de la XXIII Reunión técnica de la caña de azúcar (SATCA) se disertó sobre "Reducción de pérdidas de cosecha de caña de azúcar por extractor primario en Tucumán – Argentina".

El 9 de agosto se disertó en el stand de la empresa Zafra SA, en el marco de la feria Agrosur, donde se analizaron los resultados obtenidos en ensayos de cosecha y el uso de la tecnología Smart Clean de John Deere.

El 28 de agosto se realizó un curso teórico-práctico de pérdidas de cosecha en una finca de la empresa COU SA. En ese marco se ofreció una clase teórica para maquinistas y encargados de cosecha, y se desarrolló una clase dinámica consistente en cosechar parcelas con distintas configuraciones de la máquina para determinar pérdidas por extractor.

► **Certificación localg.a.p. "Caña de azúcar sin uso del fuego"**

En diciembre de 2024, durante un acto realizado en la Casa de Gobierno, el Secretario de Producción, Méd. Vet. Eduardo Castro, junto al Subsecretario de Medio Ambiente, Abg. Facundo Moreno Majnach, hicieron entrega de

certificados de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) a productores de la provincia.

Durante la jornada, se destacó el compromiso del sector productivo en la implementación de la norma localg.a.p. "Caña de azúcar sin uso del fuego". Este reconocimiento resultó clave para visibilizar la certificación y fortalecer la difusión de la norma entre los actores del sector cañero.

**ECONOMÍA**

► **Extensión y transferencia, publicaciones, convenios y otros**

Para transferir se realizaron estudios, presentaciones orales y videos sobre estadísticas, costos y márgenes brutos del cultivo de caña de azúcar. Se destacan los Reportes Agroindustriales Nº 303 <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=gasto-de-fertilizacion-de-cana-soca-en-tucuman-para-la-zafra-2024-influencia-del-precio-de-la-urea-y-del-azucar-en-la-rentabilidad-de-la-practica> y Nº 308 <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=gastos-de-produccion-y-margen-bruto-del-cultivo-de-cana-de-azucar-en-tucuman-en-las-campanas-2022-23-y-2023-24>

Estos estudios analizan el gasto de fertilización de caña soca y los precios de la urea en la zafra 2024; también, los gastos de producción y margen bruto para el cultivo de caña de azúcar en la zafra 2023 y una primera estimación para zafra 2024.

El gasto de fertilizar por hectárea varió entre 54.000 y 100.000 pesos, dependiendo tecnología usada. El equivalente en bolsas de azúcar por ha estuvo entre 2,4 y 4,4. La alternativa más barata y sustentable fue CAN + biofertilizante con aplicación neumática. En lo referente al precio de la urea, este alcanzó su pico en 2022 con 1370 USD/t, pero en 2023 bajó (entre 575 y 945 USD/t). En general, junio y julio fueron los meses de menor relación insumo/producto.

En cuanto a los gastos de producción, tuvieron un crecimiento interanual del 246% en pesos. La mayor suba fue en cosecha y transporte. En 2023/24, el gasto total por ha varió entre 41 y 46 bolsas de azúcar en tierra propia, y hasta 57 en campo arrendado. Para tener ganancia en tierra propia, el rendimiento debió superar el 8,5%; y en arriendo, más del 10%. Entre las alternativas planteadas, la opción más rentable fue rotar con soja y usar CAN + biofertilizante.

En lo referente a jornadas técnicas, se participó en las siguientes charlas:

-XXIII Reunión Técnica SATCA. 1) Comparación de indicadores económicos del cultivo de caña de azúcar en Tucumán, Argentina en el período 2012/2013-2022/2023, 2) ¿Cuál es la estrategia más rentable para fertilizar la caña soca?

-54<sup>a</sup> Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria (AAEA): Análisis económico de las pérdidas de cosecha en caña de azúcar por extractor primario en Tucumán, argentina, zafra 2023.

-Jornada de actualización técnica TUCAGRO: Aspectos económicos en la producción de caña de azúcar.

-Jornada Técnica de Caña de azúcar: Análisis económico del cultivo de caña de azúcar.

-Jornada de fertilización en Cooperativa Los Nacientes, dentro del Programa de Gestión Integral de riesgos en el sistema agroindustrial rural (GIRSAR). Gastos en fertilización en caña soca en la zafra 2024.

-Jornada técnica de fertilización de la caña de azúcar: Costos de fertilización en caña de azúcar.

- Convenio Zafra-EEAOC: Análisis económico de la fertilización variable.

## Publicaciones

### ► Reporte Agroindustrial

**- Pérez, D.; V. Paredes y G. Rodríguez. 2024.** Gastos de producción y margen bruto del cultivo de caña de azúcar en Tucumán en las campañas 2022/23 y 2023/24. Reporte agroindustrial N° 308 junio 2024.

**- Paredes, V.; D. Pérez; D. G. Rodríguez; L. Alonso y E. Romero. 2024.** Gasto de fertilización de caña soca en Tucumán para la zafra 2024, influencia del precio de la urea y del azúcar en la rentabilidad de la práctica. Reporte agroindustrial N° 303, marzo 2024.

AAEA 54<sup>o</sup> Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria:

**Paredes, V.; D. Pérez; J. Fernández de Ullivarri; G. Rodríguez; O. A. Diez; N. Sorol y E. R. Romero. 2024.** Análisis económico de

las pérdidas de cosecha en caña de azúcar por extractor primario en Tucumán, Argentina. Zafra 2023.

Secretaría de Estado de gestión pública y planeamiento, Dirección Estadísticas de la provincia:

### -Pérez, D.; V. Paredes y G. Rodríguez.

Estimación de los gastos de producción de los cultivos de caña de azúcar, limón, soja y maíz en la campaña 2022/2023. Boletín de indicadores diciembre 2023, año VII, N°25.

### -XXIII Reunión Técnica SATCA.

**Pérez, D. R; Paredes, M.V. y Rodriguez, G.V.** Comparación de indicadores económicos del cultivo de caña de azúcar en Tucumán, Argentina en el período 2012/2013-2022/2023.

### -Paredes, V.; D. Pérez; G. Rodríguez; L.

**Alonso y E. R. Romero.** Sociedad Rural de Tucumán. ¿Cuál es la estrategia más rentable para fertilizar la caña soca?

## SUELOS

### ► Publicaciones

Corbella, R.D., Plasencia, A.M. y Sosa, F. A. XXIX Congreso Argentino De La Ciencia del Suelo. 21-24 De Mayo. Catamarca Argentina Impacto agroecológico de la producción sobre los recursos naturales en la llanura deprimida salina tucumana.

Juan I. Romero, Esteban Arroyo, Agustín Sanchez Ducca; Hugo Rojas Quinteros, Fabián Madrid, Andrea Peña Malavera, Agustín Sanzano, y Eduardo R. Romero. Respuesta de cañas socas de edad avanzada a la refertilización con fósforo en Tucumán, Argentina. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán (RIAT). ISSN 0370-5404 En línea 1851-3018 Tomo 100 (2): 1-9; 2023.

Juan I. Romero, Esteban Arroyo, Andrea Peña Malavera, Hugo Rojas Quinteros, Agustín Sanzano, y Eduardo R. Romero.2024. Balanced Fertilization Increases Productivity and Ratooning Hability of Sugarcane in Tucumán, Argentina. En revista Sugar Journal March. Vol 86 Número 10.

Romero, J.I.; Sanzano, A.; Romero, E.R. Optimization of Phosphorus Management in Sugarcane in Tucumán, Argentina: Results in Plant Cane and 1st Ratoon parameters. Enviado Congreso ISSCT.

► **Actividades de Transferencia**

Disertación sobre “Fertilización con otros macronutrientes” Grupo CREA Cañaverales.

Disertación sobre “Fertilización con otros macronutrientes” Grupo CREA Yungas.

Exposición oral a técnicos de Ingenio Bella Vista sobre Mapa de Suelos de lotes cultivados con caña de azúcar.





# Programa Caña de Azúcar

Subprograma:  
Mejoramiento  
genético



## » Objetivo General

**O**btener nuevas variedades con rendimientos crecientes de sacarosa, etanol y biomasa por unidad de área, para contribuir a incrementar la productividad de la agroindustria derivada del cultivo de la caña de azúcar de Tucumán, dentro de un contexto de sostenibilidad del agroecosistema.

## » Proyectos

- **Manejo y utilización de los recursos genéticos.**
- **Cruzamientos, obtención de semilla botánica y crianza de plantines.**
- **Evaluación del comportamiento de clones en proceso de selección.**
- **Valoración del comportamiento agronómico e industrial de variedades comerciales y promisorias.**
- **Evaluación de enfermedades y plagas.**
- **Transferencia de genes de interés por ingeniería genética.**
- **Implementación de marcadores moleculares en mejoramiento genético de caña de azúcar.**

## » Manejo y utilización de los recursos genéticos

### ► Introducción de germoplasma extranjero y cuarentena sanitaria

En 2024, tras completar los trámites

correspondientes ante el SENASA, se liberó el material que permanecía en cuarentena fitosanitaria, correspondiente a la introducción de ocho genotipos de caña de azúcar: HoL 15-508, HoCP 05-918, Ho 12-615, Ho 16-600, Ho 11-573, HoCP 14-885, Ho 16-608 y HoCP 09-804, provenientes del U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service (Estación Experimental de Houma, Louisiana, EE. UU.).

Asimismo, arribó a la EEAOC el material correspondiente a la tercera importación de diez genotipos: L 01-283, L 01-299, L 03-371, L 11-183, L 12-201, L 13-251, L 14-267, L 14-282, L 15-306 y L 15-317, procedentes del Louisiana State University Agricultural Center Sugar Research Station (Louisiana, EE. UU.). Sin embargo, los genotipos L 11-183, L 13-251 y L 15-317 no presentaron yemas viables. Se plantaron 55 estacas de los restantes en los cubículos de cría de la **estación de cuarentena** post-entrada de caña de azúcar, de las cuales solo brotaron 15 yemas correspondientes a L 12-201, L 03-371 y L 14-267. Durante noviembre, se llevó a cabo la multiplicación de estos tres clones.

Previo a su propagación, la Sección Fitopatología realizó el chequeo sanitario para detectar la presencia de los siguientes patógenos: *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (estría roja), *Xanthomonas albilineans* (escaladadura de la hoja), *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* (raquitismo de la caña soca), *Sugarcane mosaic virus* (virus del mosaico de la caña), *Sorghum mosaic virus* (virus del mosaico del sorgo) y *Sugarcane yellow leaf virus* (virus del amarillamiento de la hoja). Todos los genotipos resultaron sanos para las enfermedades evaluadas.

### ► Colección de germoplasma

Se llevó a cabo la evaluación fenotípica de la **colección de germoplasma** ubicada en el campo experimental de la sede central de la EEAOC. En este proceso, se registraron datos sobre cobertura, sanidad y tipo agronómico de 703 genotipos. Posteriormente, la información fue procesada en la base de datos del Subprograma de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar (SMGCA) para su análisis. Además, se realizaron muestreos en 300 genotipos seleccionados por su desempeño destacado con el fin de evaluar su rendimiento fabril y peso promedio de tallos. Por último, se conservaron 30 y 31 genotipos en invernáculo y campo, respectivamente, para su futura incorporación en la colección de germoplasma.

### ➤ Cruzamientos, obtención de semilla botánica y crianza de plantines

#### ► Inducción a floración, cruzamientos dirigidos y obtención de semilla botánica

Se indujeron a floración 1670 tallos pertenecientes a 110 progenitores seleccionados para la Serie 2024 y se obtuvieron 974 inflorescencias. La campaña de cruzamientos se llevó a cabo sin la posibilidad de calefaccionar el invernáculo debido a inconvenientes con la

caldera. Los porcentajes de floración obtenidos según tratamiento fotoinductivo se presentan en la Tabla 1. El porcentaje promedio general de floración para la campaña 2023/2024 fue del 58,3%. Los resultados obtenidos en las áreas de floración, cruzamientos y producción de semilla botánica para la Serie 2024 se presentan en la Tabla 2.

Además, se seleccionaron 106 genotipos como progenitores para la Serie 2025, los que incluyeron 45 variedades TUC de la EEAOC y 61 variedades extranjeras (con siglas identificatorias HoCP, Ho, L, LCP y R).

### ► Obtención y crianza de plantines individuales

Se sembraron, germinaron (en estufa) y desarrollaron en almácigos (bajo condiciones de invernáculo) alrededor de 80.000 plantines individuales (Serie 2024). Estos fueron trasplantados a celdas individuales, siendo sometidos a múltiples tareas de crianza (riego, fertilización, poda, aplicaciones preventivas de fungicidas e insecticidas, etc.) hasta lograr el desarrollo adecuado respecto a grosor y macollaje de tallos, compatible con el mayor porcentaje de sobrevivencia de los mismos a campo.

**Tabla 1.** Porcentaje de floración y características de los ciclos fotoperiódicos según tratamiento fotoinductivo.

Tratamiento fotoinductivo	Características de los ciclos fotoperiódicos	Porcentaje de floración
T1	40 días con 12 h 30 min de longitud del día constante, 60 días con decrecimiento diario de 30 s	54,0
T2	42 días con 12 h 30 min de longitud del día constante, 59 días con decrecimiento diario de 1 min	65,2
T3.1	40 días con 12 h 30 min de longitud del día constante, 60 días con decrecimiento diario de 1 min	60,8
T3.2	40 días con 12 h 30 min de longitud del día constante, 60 días con decrecimiento diario de 1 min	53,7

**Tabla 2.** Parámetros relativos a cruzamientos y producción de semilla botánica (Serie 2024).

Serie 2024	
Total de tallos fotoinducidos	1670
Total de tallos florecidos	974
Promedio % de floración	58,3
Total cruzamientos biparentales	447
Promedio plantines/g de semilla	64
Total estimado de plantines	121.731

### ➤ Evaluación del comportamiento de clones en proceso de selección

#### ► Etapa I: Plantines individuales

##### • Selección y trasplante (Series 2022 y 2023)

Se evaluaron 52.305 plantines individuales de la Serie 2022 que lograron sobrevivir en la edad de soca 1, con un 80% de supervivencia. La selección se realizó considerando la presencia

de enfermedades y atributos agronómicos como número, diámetro, presencia de corcho y altura de tallos, arquitectura de cepa y erectilidad. Como resultado, se identificaron 2860 genotipos destacados, los cuales fueron posteriormente analizados mediante Brix refractométrico. El porcentaje final de selección fue del 5,5%, con variaciones según el cruzamiento y el ambiente de selección (El Colmenar y Santa Ana).

Asimismo, se trasplantaron a campo 54.944 plantines individuales de la Serie 2023, distribuidos en 30.614 genotipos en la sede central de El Colmenar y 24.330 en la Subestación de Santa Ana. Estos plantines correspondieron a 114 familias, provenientes de cruzamientos biparentales.

#### • Pruebas de progenie

Se valoró la calidad selectiva de 47 familias de la Serie 2022 según número de cepas sobrevivientes, número de tallos/cepa y Brix refractométrico. Los resultados se incorporaron a la base de datos obtenida a través de años, para analizar la aptitud combinatoria general de los progenitores involucrados y la aptitud combinatoria específica de las cruzas relevadas. Además, se implantaron a campo en El Colmenar 47 nuevas familias de la Serie 2023 que serán evaluadas en 2025.

#### ► Etapa II: Primera multiplicación clonal

Se evaluaron a campo 2479 clones de la Serie 2020 (edad de soca 1) y 3879 clones de la Serie 2021 (edad de caña planta) en ensayos implantados en Cevil Pozo y Santa Ana. Las evaluaciones fueron: cobertura % y crecimiento inicial, presencia de las principales enfermedades, número total de tallos por parcela, tipo agronómico y otras características tales como presencia de corcho y médula hueca.

Los clones destacados agronómicamente (alrededor del 40%) fueron valorados en el mes de junio con respecto al peso por tallo y rendimiento fabril %. Para la selección se estimó, además, el rendimiento de azúcar de cada genotipo a partir del rendimiento fabril % y el peso total de la parcela, producto del número total de tallos y el peso individual de los mismos.

Consecuentemente, se seleccionaron 485 clones sobresalientes pertenecientes a la Serie 2020. Por otra parte, se plantaron 2058 clones selectos de la Serie 2022 provenientes de la

Etapa I en ensayos localizados en Cevil Pozo y Santa Ana.

#### ► Etapa III: Segunda multiplicación clonal

Se realizó la evaluación a campo de 479 clones de la Series 2016 y 2017 (edad de soca 1) y de 464 clones de la Serie 2018 (edad de caña planta), en ensayos en Cevil Pozo y Santa Ana. Las evaluaciones realizadas en todos estos ensayos fueron idénticas a las evaluaciones citadas en Etapa II, agregándose; además, la valoración del peso de muestras de 10 tallos (mayo y julio) con sus correspondientes determinaciones de Brix % jugo, pureza % jugo, Pol % jugo y rendimiento fabril %. A partir de estas determinaciones, se estimó el rendimiento de azúcar por unidad de área.

De la Series 2016 y 2017 se seleccionaron 11 y 37 genotipos TUC, respectivamente, los que se implantaron en la siguiente etapa de selección. Además se seleccionaron seis clones que provienen de cruzamientos realizados con L 79-1002, variedad destacada por su elevado contenido de fibra. Estos últimos se implantaron en semilleros.

Por otra parte, se plantaron 433 clones selectos de la Serie 2019 provenientes de la Etapa II en ensayos localizados en Cevil Pozo y Santa Ana, y 22 clones que provienen de cruzamientos con L 79-1002, de la misma Serie.

#### ► Etapa IV: Ensayos Comparativos de Variedades Internos (ECVI)

Se evaluaron 165 clones TUC (series 2014 a 2017) y cinco variedades importadas (Ho 02-113, Ho 06-563, Ho 12-630, Ho 13-710 y Ho 13-739), en diferentes edades de corte (caña planta hasta soca 3), implantados en 18 ensayos a campo replicados en El Colmenar y Santa Ana. Las evaluaciones efectuadas fueron similares a las descriptas para la Etapa III, agregándose, además, la estimación del peso total de las parcelas a partir del conteo del número total de tallos y del peso de muestras de 30 tallos.

Por otro lado, se implantaron 3 ECVI replicados en El Colmenar y Santa Ana. Los mismos se conformaron con 74 genotipos TUC correspondientes a serie 2018, cinco genotipos TUC de alta fibra (series 2015 y 2018), dos variedades importadas HoCP 12-667 y Ho 12-630 y las variedades comerciales LCP 85-384, TUCCP 77-42, TUC 95-10 y TUC 03-12 como testigos.

► **Etapa V: Ensayos Comparativos de Variedades Regionales (ECVR)**

Se implantaron siete nuevos ECVR en las localidades de Campo de Herrera (Famaillá), Los Quemados (Leales), Los Pérez (Cruz Alta), Río Seco (Monteros), Simoca (Simoca) y Talamuyo (Juan Bautista Alberdi); cabe destacar que se plantaron dos ensayos en esta última localidad, uno de ellos con variedades nuevas, y otro para reevaluar variedades. Los ensayos estuvieron conformados por 16 variedades TUC de las Series 2011 a 2013. También se implantaron como testigos las variedades comerciales de mayor difusión en la provincia: TUC 95-10, TUC 03-12, LCP 85-384 y TUCCP 77-42.

En la campaña de selección de 2024, se evaluaron 62 variedades promisorias TUC que comprenden las Series 2007 a 2014, y dos variedades importadas: HO 06-563 y HO 07-613, en 24 ECVR implantados en ocho localidades del área cañera de Tucumán (edades desde caña planta a soca 4): Campo Bello (Graneros), Campo de Herrera (Famaillá), Fronterita (Famaillá), Simoca (Simoca), Los Pérez (Cruz Alta), Los Quemados (Leales), Río Seco (Monteros) y Talamuyo (Juan Bautista Alberdi). Las diferentes características valoradas comprendieron a aquellas ya descriptas previamente para ECVI.

En la Tabla 3 se resumen los valores promedio

**Tabla 3.** Promedios de rendimiento estimado de azúcar (t/ha) en mayo de 2024 para cinco clones destacados en relación a las variedades testigo en diferentes localidades de Tucumán y en las edades de caña planta (a), soca 1 (b) y soca 2 (c).

<b>A. ECVR en caña planta</b>						
Variedad	Campo de Herrera	Talamuyo	Los Pérez	Los Quemados	Simoca	Río Seco
<b>TUC 95-10 (T)</b>	8.9	9.7	5.6	9.7	8.2	5.2
<b>TUC 03-12 (T)</b>	8.7	7.5	4.5	8.4	10.4	5.9
<b>LCP 85-384 (T)</b>	7.4	8.1	2.7	8.0	7.7	5.4
HO 06-563	10.4	9.6	3.1	9.4	6.2	8.7
TUC 12-23	9.0	9.5	5.5	9.3	7.9	5.2
TUC 10-19	8.3	7.9	5.0	9.6	8.3	6.2
TUC 10-10	6.7	7.7	3.8	9.5	7.7	8.5
TUC 10-03	8.2	10.1	5.1	8.2	5.5	5.9
<b>DLS (*)</b>	1.9	2.6	1.4	2.3	2.5	2.6

<b>B. ECVR en soca 1</b>					
Variedad	Los Pérez	Río Seco	Los Quemados	Campo de Herrera	Simoca
<b>TUC 95-10 (T)</b>	10.7	8.9	12.7	14.4	9.8
<b>TUC 03-12 (T)</b>	12.1	8.4	14.4	16.5	9.3
<b>LCP 85-384 (T)</b>	5.1	6.2	11.2	10.8	9.0
TUC 11-27	6.4	11.6	15.2	12.0	12.4
TUC 12-41	10.2	6.8	13.3	14.1	7.9
TUC 12-37	9.2	8.9	12.7	11.1	9.7
TUC 11-40	9.1	9.5	13.1	12.0	7.5
TUC 11-06	10.5	8.2	11.6	10.9	9.8
<b>DLS (*)</b>	3.1	2.7	3.4	4.5	2.5

<b>C. ECVR en soca 2</b>			
Variedad	Campo Herrera	Los Pérez	Río Seco
<b>TUC 95-10 (T)</b>	12.6	6.6	6.8
<b>TUC 03-12 (T)</b>	17.0	4.8	6.1
<b>LCP 85-384 (T)</b>	10.2	5.1	5.4
TUC 09-15	13.9	7.5	7.5
TUC 07-41	13.2	7.0	7.0
TUC 10-36	13.5	7.0	5.6
TUC 10-18	12.7	7.5	5.9
TUC 08-10	13.9	5.2	6.4
<b>DLS (*)</b>	3.7	2.0	2.3

(T): Variedades testigo. (\*): Diferencia Límite Significativa al 0,05.

de rendimiento de azúcar obtenidos en mayo de clones destacados y de las variedades testigo, durante la zafra 2024, en diferentes sitios y edades.

► **Valoración del comportamiento agronómico e industrial de variedades comerciales y promisorias**

► **Determinación de la calidad industrial y evaluación de la tolerancia al deterioro por heladas (en interacción con la Sección**

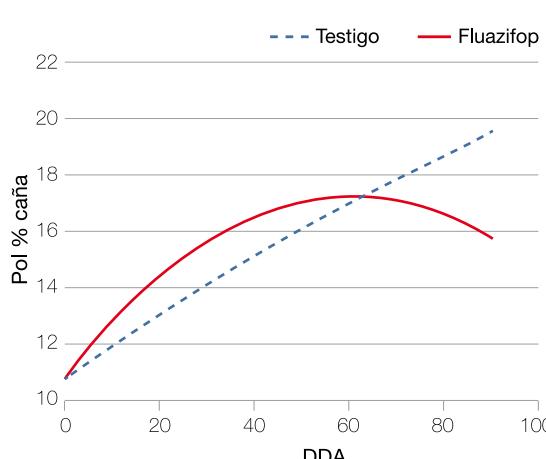
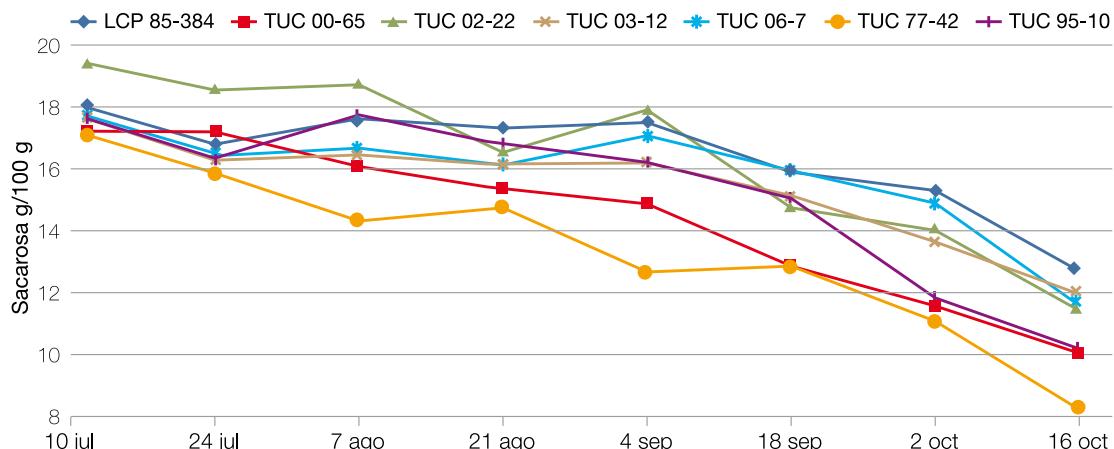
## ► Química de Productos Agroindustriales

Entre el 15 de mayo y el 15 de octubre de 2024, se realizaron muestreos quincenales de cinco clones promisorios y siete variedades comerciales en ensayos distribuidos en cuatro localidades del área cañera de Tucumán. En cada muestreo, se determinaron Pol % caña, fibra % caña, azúcar recuperable y otros parámetros de calidad industrial.

Durante el mismo período, se llevaron a cabo evaluaciones quincenales de la calidad industrial en siete variedades comerciales establecidas en dos ensayos específicos ubicados en Santa Ana y Los Quemados. El objetivo fue evaluar la tolerancia al deterioro posterior a la primera helada significativa, registrada el 11 de julio de 2024. En Los Quemados, la helada alcanzó una intensidad moderada (-3,5°C) durante ocho

horas), mientras que en Santa Ana fue severa (-4,2°C durante 10 horas). Este evento marcó el inicio de una serie de heladas consecutivas, con temperaturas mínimas entre -2°C y -4°C y exposiciones prolongadas, que se extendieron hasta mediados de julio. Posteriormente, se registraron heladas de menor intensidad hasta aproximadamente el 10 de agosto.

El análisis del comportamiento de las variedades de caña de azúcar ante la pérdida de sacarosa inducida por las heladas permitió identificar variaciones en la magnitud de la reducción de azúcar bajo condiciones de estrés térmico. La Figura 1 muestra los cambios en el contenido de sacarosa (%) en las variedades de caña de azúcar durante la temporada 2024, analizados a partir del primer evento de helada registrado en la localidad de Los Quemados, departamento Leales, Tucumán, Argentina.



**Figura 2.** Evolución de pol % jugo en función de los días después de la aplicación (DDA) para la variedad TUC 08-10, tratamientos testigo y madurado con Fluazifop. Tucumán, 2024.

## ► Manejo de la maduración en precosecha: maduración química (en interacción con el Subprograma Agronomía)

En 2024 se evaluó la respuesta de la variedad TUC 08-10 al madurador químico fluazifop, aplicado en un lote comercial bajo diseño de parcelas pareadas. Se realizaron muestreos el día de aplicación y a las 3,5 y 7 semanas posteriores, evaluando parámetros de calidad fabril como Pol % jugo, Brix % y pureza.

Los resultados mostraron un incremento sostenido del Pol % jugo en los cañaverales tratados respecto del testigo, con diferencias superiores a 0,5 puntos desde la primera semana y alcanzando 1,5 puntos en la semana 5 (Figura 2). Se observó sintomatología típica del tratamiento, como amarillamiento foliar, necrosis apical y muerte del brote.

Los datos sugieren una respuesta positiva de la variedad al tratamiento, con potencial para mejorar el contenido de sacarosa. Sin embargo, se recomienda continuar con las evaluaciones en futuras campañas para confirmar su efectividad y estabilidad.

► **Evaluación de bioinsumos en variedades de caña de azúcar (en interacción con la Sección Biotecnología)**

• **Evaluación de la efectividad de Howler en la protección de caña de azúcar frente a *Diatraea saccharalis* en condiciones controladas y naturales de infestación en campo**

Se evaluó la efectividad de Howler en la protección de plantas de caña de azúcar de mayor tamaño (con entrenudos visibles) contra la infestación de *D. saccharalis* en condiciones controladas, y se estudió la activación de genes de defensa. Luego de un período de infestación de 30 días, se analizaron variables como número de hojas dañadas, número de vainas dañadas, número de entrenudos dañados y daño del tallo (expresado como el porcentaje de la longitud de la galería en relación con la longitud del tallo). Además, se investigó la expresión de genes involucrados en las vías de señalización del ácido jasmónico (LOX2), ácido salicílico (PR1), etileno (Er) y proteínas relacionadas con la defensa (SWIN2 y BBI4). Se observaron diferencias significativas a favor de Howler en condiciones de infestación controlada en cuanto a número de vainas dañadas, entrenudos dañados y porcentaje de daño en tallos. Además, el análisis de expresión génica sugiere que el efecto de Howler está mediado por la activación de las vías del ácido salicílico y de proteínas relacionadas con la protección contra insectos.

Durante la campaña 2023/2024 se repitieron los ensayos para evaluar la efectividad de Howler en la protección de caña de azúcar frente a *D. saccharalis* en condiciones naturales de infestación, en lotes comerciales con manejo convencional ubicados en dos zonas productivas contrastantes del área cañera en Tucumán. Los resultados indican que una única aplicación del bioinsumo es suficiente para reducir el daño causado por el insecto plaga en las dos variedades estudiadas, LCP 85-384 y TUC 95-10, con una eficiencia promedio de control de 33% y 21%, respectivamente. Se observó además que existe una interacción entre la dosis de Howler y la variedad evaluada.

• **Evaluación del efecto de Howler en la protección de la caña de azúcar frente a heladas**

En la campaña 2023/2024 se realizó un ensayo para evaluar el efecto del bioinsumo Howler sobre la protección contra heladas en la variedad TUC 95-10, mediante aplicaciones preventivas con dron de Howler a la dosis 40 l/ha. Se realizaron muestreos periódicos para determinar la calidad del jugo y el rendimiento fabril. Se registró un total de 18 días con temperaturas inferiores a 0°C, siendo la mínima absoluta de -4,3°C, y se acumularon 71 horas con temperatura inferior a los 0°C. Se observó una tendencia a favor del tratamiento aplicado con Howler que mejoró los parámetros de calidad del jugo y el rendimiento fabril en el último muestreo realizado en septiembre.

► **Evaluación de enfermedades y plagas**

► **Caracterización sanitaria de la colección de germoplasma y de clones avanzados en ECVI y ECVR**

Entre diciembre de 2023 y enero de 2024, la sección Fitopatología de la EEAOC llevó a cabo evaluaciones fitosanitarias bajo condiciones de infección natural en los materiales implantados en los ECVI, ECVR y en la colección de germoplasma ubicada en la sede central de la EEAOC en Las Talitas. El objetivo de las mismas fue determinar la reacción de los materiales frente a las siguientes enfermedades: carbón (*Sporisorium scitamineum*), roya marrón (*Puccinia melanocephala*), Pokkah boeng (complejo *Fusarium fujikuroi*), estría roja (*Acidovorax avenae* subsp. *Avenae*), escaldadura (*Xanthomonas albilineans*) y mosaico (*Sugarcane mosaic virus* y *Sorghum mosaic virus*).

El análisis de los ECVI reveló una baja incidencia de carbón, con solo tres clones clasificados como moderadamente resistentes, y ocho que presentaron presencia de la enfermedad. En el caso de roya marrón, se observó una mayor incidencia, con 15 clones susceptibles, 12 moderadamente resistentes y 22 que mostraron presencia de la enfermedad. Pokkah boeng presentó baja incidencia, registrándose dos clones susceptibles, cinco moderadamente resistentes y 20 con presencia de la enfermedad. Finalmente, para mancha en ojo (*Bipolaris sacchari*) se detectó un clon susceptible, cuatro moderadamente resistentes y ocho con presencia de la enfermedad.

En las evaluaciones realizadas en los ECVR, se observó una incidencia máxima de carbón del 46%, correspondiente a un clon que también presentó los valores más altos en Campo de Herrera (46%) y Río Seco (28%). Otros dos clones registraron incidencias entre el 10% y el 20%, y seis clones entre el 1% y el 9%, mientras que 31 clones solo mostraron presencia de la enfermedad. Respecto a roya marrón, la severidad máxima alcanzada fue de 7, con variaciones según la localidad: se identificaron 24 clones susceptibles, 18 moderadamente resistentes y el resto resistentes. En cuanto a Pokkah boeng, 14 clones fueron clasificados como susceptibles. Para estría roja, se registró una incidencia máxima del 66%, con dos clones entre el 48% y el 66%, dos entre el 6% y el 11%, y el resto resultaron resistentes. Finalmente, en relación con mancha en ojo, cinco clones presentaron resistencia moderada, tres fueron susceptibles y siete mostraron únicamente presencia de la enfermedad.

Las evaluaciones en la colección de germoplasma se llevaron a cabo en marzo de 2024, detectándose la presencia de diversas enfermedades. La más prevalente fue la roya marrón, afectando a 166 clones con niveles de severidad entre 5 y 9. También se identificaron 28 clones susceptibles a mosaico, 13 a Pokkah boeng y 11 con síntomas de estría roja.

#### ► **Prospección de enfermedades en el área cañera de Tucumán**

Para conocer el estado sanitario de los cañaverales de Tucumán, se evaluaron lotes comerciales distribuidos en el área cañera de la provincia. Las variedades monitoreadas fueron LCP 85-384, TUC 95-10, TUCCP 77-42, TUC 03-12, TUC 95-37, TUC 97-8, TUC 00-19, TUC 02-22, TUC 00-65 y TUC 06-7.

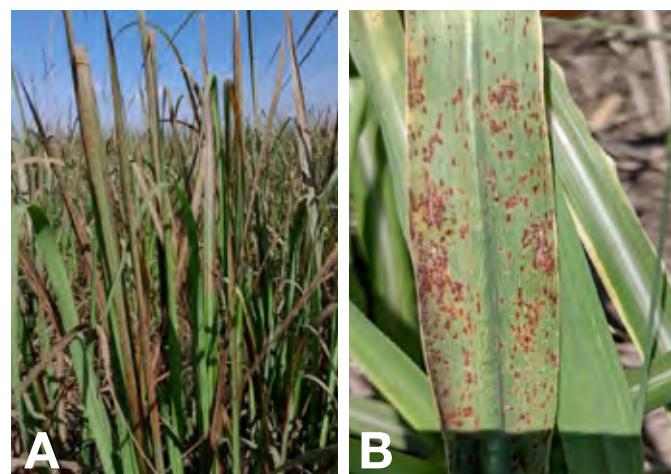
#### • **Carbón (*Sporisorium scitamineum*)**

Entre octubre de 2023 y enero de 2024 se evaluaron 115 lotes comerciales con el objetivo de conocer la prevalencia e incidencia de la enfermedad en la provincia. Los lotes se distribuyeron en 33 localidades correspondientes a los departamentos de Burruyacú, Cruz Alta, Famaillá, Graneros, La Cocha, Leales, Lules, Monteros, Río Chico y Simoca. La severidad de la enfermedad se cuantificó utilizando una escala diagramática de 1 a 9 (Amorim *et al.*, 1987), basada en el porcentaje de área foliar afectada. En Tucumán, la prevalencia de roya marrón alcanzó el 67,6%.

campaña consecutiva, el carbón de la caña de azúcar presentó una elevada prevalencia en los cañaverales de Tucumán (50,4%), siendo la variedad LCP 85-384 la más afectada, con un 87% de prevalencia y una incidencia máxima del 52% en la localidad de Leales. En general, los cultivares TUC desarrollados por el SMGCA-EEAOC no mostraron síntomas de carbón o solo presentaron trazas de la enfermedad, con algunas excepciones observadas en lotes puntuales. TUC 95-10 presentó síntomas de carbón en el 10,5% de los lotes evaluados, con una incidencia máxima de 6,3% en un lote de La Tuna (Burruyacú). Por su parte, TUC 00-65 alcanzó una prevalencia del 100%, aunque cabe destacar que el número de lotes evaluados fue inferior a cinco, ya que, debido a su reciente liberación, esta variedad representa menos del 1,5% del área cañera de la provincia. El valor máximo de incidencia registrado para TUC 00-65 fue de 7,7%, en un lote ubicado en Las Talitas.

#### • **Roya marrón (*Puccinia melanocephala*)**

Durante la campaña 2023/2024, la roya marrón se presentó de forma temprana, con las primeras detecciones registradas en octubre (Figura 3). Por este motivo, el monitoreo se extendió desde octubre de 2023 hasta marzo de 2024, evaluándose un total de 71 lotes distribuidos en los departamentos de Burruyacú, Cruz Alta, Famaillá, Graneros, La Cocha, Leales, Lules, Monteros, Río Chico y Simoca. La severidad de la enfermedad se cuantificó utilizando una escala diagramática de 1 a 9 (Amorim *et al.*, 1987), basada en el porcentaje de área foliar afectada. En Tucumán, la prevalencia de roya marrón alcanzó el 67,6%.



**Figura 3.** Síntomas de roya marrón detectados en octubre de 2023. (A) Lote de TUC 06-7, soca 1, Simoca, Tucumán, Argentina. (B) Detalle de la hoja +3 de TUC 06-7 con 35% de área foliar afectada (valor en la escala de severidad igual a 7).

La variedad LCP 85-384 fue la más afectada, con severidades superiores a 7 en cinco departamentos (Cruz Alta, Famaillá, Leales, Lules y Monteros). Por su parte, TUC 06-7 y TUC 95-10 también presentaron severidades superiores a 5 en cuatro departamentos: Burruyacú, Leales, Lules y Simoca para TUC 06-7; y Burruyacú, Famaillá, Leales y Monteros para TUC 95-10. En contraste, el resto de las variedades TUC evidenciaron resistencia a la enfermedad en todas las localidades evaluadas.

#### • **Estría roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*)**

Durante los meses de febrero y marzo de 2024 se realizó la prospección de estría roja en el área cañera de Tucumán, evaluándose un total de 76 lotes distribuidos en 15 localidades pertenecientes a nueve departamentos. La prevalencia total de la enfermedad en la provincia fue del 11,84% y la presencia de síntomas se detectó en los departamentos de Burruyacú, Famaillá, Simoca y Leales. La variedad más afectada fue TUC 00-19, con una prevalencia del 66,67% tanto para estrías rojas en hojas (ER) como polvillo (P), seguida por TUC 06-7 con una prevalencia del 14,29% para ER y P. En cuanto a la incidencia, TUC 06-7 y TUC 02-22 presentaron los valores más altos, con incidencias máximas de ER de 18,36% y 11,26%, y de P de 10,63% y 15,58%, respectivamente. Al analizar los datos según la edad del cultivo, se observaron las mayores incidencias en caña planta. En soca 1 y soca 6, solo la variedad TUC 00-19 presentó síntomas.

#### • **Enfermedades secundarias detectadas durante la prospección**

En las evaluaciones realizadas durante la presente campaña en lotes comerciales, se detectó la presencia de Pokkah boeng (PB) y mancha en ojo (MO). La aparición de PB se asocia a condiciones cálidas y húmedas, con síntomas que suelen manifestarse al inicio de la estación lluviosa, durante períodos de rápido crecimiento. En contraste, MO se ve favorecida por temperaturas bajas y alta humedad. La mayor incidencia de PB se registró en enero, mientras que la mayor severidad de MO se observó en febrero. Todas las variedades evaluadas presentaron lotes con síntomas de PB, siendo TUC 02-22 y TUC 06-7 las más afectadas, alcanzando una severidad de 7. En cuanto a MO, las variedades LCP 85-384 y TUC 06-7 evidenciaron síntomas con severidades que oscilaron entre 4 y 6.

#### ► **Abordaje epidemiológico de la estría roja de la caña de azúcar (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*) en Tucumán**

##### • **Evaluación de síntomas posiblemente asociados a falsa estría roja: caracterización bacteriana y análisis molecular**

Durante la campaña 2022/2023 se observaron síntomas severos y generalizados de estría roja (ER) en la variedad TUC 95-10, sin presencia de polvillo (P), lo que generó sospechas sobre una posible infección por falsa estría roja. En este contexto, durante 2024 se realizaron nuevos aislamientos bacterianos a partir de hojas sintomáticas de las variedades TUC 95-10, TUC 02-22, TUC 03-12 y TUC 00-65, utilizando el método de macerado y cultivo en medio Wilbrik's modificado. Las colonias obtenidas presentaron morfología amarillenta y no amplificaron con cebadores específicos para *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (Aaa). Algunas de ellas fueron seleccionadas para análisis molecular y, tras la secuenciación del gen 16S, se identificaron como pertenecientes al género *Pantoea* sp. Para evaluar su patogenicidad, se inocularon plantas de la variedad TUC 95-10, las cuales desarrollaron síntomas similares a los observados previamente en campo.

##### • **Evaluación de la vía de ingreso de *Acidovorax avenae* subsp. *avenae***

Se completaron los ensayos en condiciones controladas para evaluar el ingreso de Aaa en caña de azúcar. Por un lado, las plantas fueron irrigadas con una suspensión bacteriana a distintos momentos desde la plantación. Se colectaron 52 hojas y se realizó el diagnóstico molecular mediante PCR especie-específica, obteniéndose 12 muestras positivas (23%). La mayor proporción de plantas sintomáticas y PCR positivas se registró en el tratamiento irrigado al momento de la plantación, lo que sugiere que la entrada del patógeno en etapas tempranas favorece su establecimiento y genera síntomas más severos.

Adicionalmente, se profundizó el análisis histológico de cortes foliares obtenidos previamente de plantas de caña de azúcar de la variedad TUC 00-19, inoculadas con Aaa marcada con gfp. La evaluación mediante microscopía de epifluorescencia y campo claro evidenció que la entrada de la bacteria estaría asociada a las células buliformes de la epidermis y progresó hacia tejidos internos como el clorénquima radial y las células de la vaina. Se observó una marcada desorganización tisular,

producto de la ruptura de barreras estructurales. La bacteria mostró afinidad por tejidos jóvenes y metabólicamente activos. Como respuesta, la planta activó diversas vías de defensa, entre ellas la acumulación de metabolitos secundarios y el refuerzo de barreras físicas, con el objetivo de limitar la propagación del patógeno.

- **Control cultural de estría roja**

- **Hidrotermoterapia**

Se retomaron los ensayos de hidrotermoterapia como estrategia de control cultural de la estría roja, aplicando tratamientos térmicos a estacas uninodales obtenidas de tallos con síntomas de ER y P. Se evaluaron diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de exposición. Los tratamientos no afectaron significativamente la brotación y, en todos los casos, incluido el control sin tratar, no se registraron síntomas de la enfermedad. Aún resta completar los análisis moleculares para confirmar la ausencia del patógeno.

- **Desinfección de herramientas de corte**

Se repitió el ensayo destinado a evaluar la posible transmisión de Aaa a través de herramientas de corte, sumergiendo un machete en la suspensión bacteriana y realizando cortes en tallos saneados para obtener estacas uninodales, que luego fueron plantadas y monitoreadas. El porcentaje de brotación fue superior al 87% y no se observaron síntomas típicos de estría roja en ninguna de las plantas evaluadas. Aún resta realizar los análisis moleculares para confirmar la ausencia del patógeno.

- **Control químico *in vitro* de *Acidovorax avenae* subsp. *avenae***

Se incorporó una nueva metodología para evaluar el control *in vitro* de productos comerciales a base de cobre frente a Aaa, basada en el enfrentamiento directo entre la suspensión bacteriana y el producto químico. El protocolo fue optimizado mediante la prueba de distintos tiempos de contacto (5 y 10 minutos), la incorporación del método de siembra por goteeo y la evaluación del efecto de la centrifugación. Se observó que un tiempo de contacto de cinco minutos, junto con la omisión del paso de centrifugación, permitió obtener buenos resultados con un procedimiento más simple. Aunque se evidenciaron tendencias de inhibición, especialmente con dos ingredientes activos puestos a prueba, la alta densidad bacteriana impidió la cuantificación precisa de colonias en varios tratamientos. Estos resultados

preliminares resaltan la necesidad de ajustar la concentración bacteriana inicial para mejorar la comparación entre productos.

- **Inducción de defensa vegetal**

Se profundizó el estudio del inductor de defensa vegetal BION® 50 WG en plántulas, evaluando tres dosis (0,5; 0,32 y 0,16 mg/ml) aplicadas ocho días antes de la inoculación con Aaa. Las concentraciones de 0,5 y 0,16 mg/ml mostraron eficiencias de control similares y superiores al 30%, mientras que la dosis intermedia fue menos efectiva.

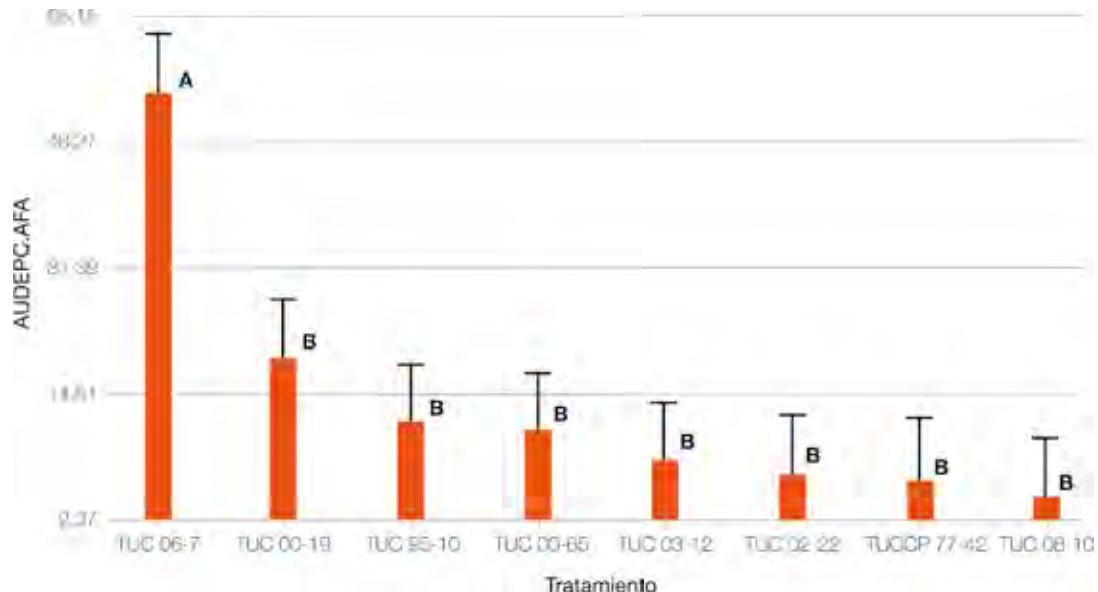
- **Control biológico por aceites esenciales**

Se evaluó el potencial antimicrobiano de tres aceites esenciales a base de limón: *Essential Lemon Oil*, *Lemon Distilled Oil* y *Oil Phase*, frente a Aaa. Se ensayaron cuatro concentraciones (25, 50, 75 y 100%) utilizando dos metodologías: el método del alimento envenenado y el método de difusión por disco. El primero no logró inhibir el crecimiento bacteriano. Por su parte, el método de difusión por disco permitió visualizar halos de inhibición en todos los tratamientos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el método Probit. A partir de ello, se calcularon los valores de la pendiente y la concentración efectiva 50 ( $CE_{50}$ ) para cada aceite. *Oil Phase* fue la formulación más eficiente ( $CE_{50} = 21\%$ ), seguida por *Lemon Distilled Oil* ( $CE_{50} = 24\%$ ) y *Essential Lemon Oil* ( $CE_{50} = 29\%$ ).

- ▶ **Optimización de técnicas de inoculación en condiciones controladas**

- **Evaluación del comportamiento varietal frente a estría roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*)**

Se realizó una nueva evaluación para analizar el comportamiento de las principales variedades TUC frente a estría roja. Se registró la severidad de la enfermedad en distintos momentos tras la inoculación con la bacteria, lo que permitió calcular el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC) (Figura 4). La variedad TUC 06-7 fue la más afectada, con los valores más altos de AUDPC, diferenciándose estadísticamente del resto. Le siguieron las variedades TUC 00-19, TUC 95-10, TUC 00-65, TUC 03-12, TUC 02-22 y TUCCP 77-42, que presentaron valores intermedios sin diferencias significativas entre ellas. La nueva variedad TUC 08-10, que será liberada comercialmente en 2025, mostró los niveles más bajos de infección, destacándose por su buen comportamiento sanitario.



**Figura 4.** Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDCP) de estría roja en variedades TUC desarrolladas por el SMGCA-EEAOC, luego de la inoculación con *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*.

#### • Evaluación del daño de artrópodos plagas en variedades comerciales TUC

Durante julio y agosto de 2024 se llevó a cabo la colecta de *Mythimna unipuncta* en las localidades de Los Ralos y Monteagudo, recolectándose aproximadamente 220 larvas de tercer y cuarto estadio. Sin embargo, no fue posible mantener la cría en laboratorio debido a la baja cantidad de huevos viables.

En diciembre de 2024 y enero de 2025 se realizó la colecta de *Mocis latipes* en Lules y Monteagudo, obteniéndose al menos 1000 larvas en distintos estadios. Actualmente, se están llevando a cabo ensayos de susceptibilidad sobre tres variedades comerciales: TUC 95-10, TUC 03-12 y LCP 85-384.

#### ➢ Transferencia de genes de interés por ingeniería genética

##### ➢ Desarrollo de eventos transgénicos con tolerancia a estrés biótico

En la campaña 2023/2024 se colectaron 625 ápices caulinares de caña de azúcar de la variedad TUC 03-12 y se introdujeron al cultivo *in vitro*. Se obtuvieron numerosos callos embrionarios, con los que se realizaron un total de 88 disparos. En la campaña 2023/24 se adquirió un equipo *genegun* de última generación marca Biorad y para optimizar las nuevas condiciones de transformación se realizaron experimentos con el gen reportero *gfp*. Se obtuvieron 345 eventos potencialmente transgénicos y se evaluó la presencia de los genes de interés con cebadores específicos. La

eficiencia de transformación fue de 21,67%, la más alta obtenida hasta el momento. También se llevó a cabo el análisis cualitativo de presencia de proteína transgénica en los eventos apilados mediante cromatografía en tira para la detección cualitativa de las proteínas insecticidas.

#### ➢ Establecimiento de las bases para la evaluación y desregulación de la caña de azúcar transgénica resistente a *Diatraea saccharalis*

Se modificó la técnica de laboratorio que se venía utilizando desde el año 2019. Se reemplazaron las cápsulas de Petri por bandejas (Bio-Assay Tray Bio-BA-128, C-D Internacional, Pitman, NJ). La nueva metodología consiste en colocar 1 ml de agar por celda; una vez solidificado, se agrega un fragmento de hoja de las líneas Bt provistas por la Sección Biotecnología. Posteriormente, se infesta cada celda con una larva L1 y se sella con adhesivo (Figura 5). Las bandejas se incuban en cámara climatizada. Como controles se emplearon hojas de la variedad TUC 03-12 (Sección Mejoramiento Genético) y una dieta artificial para lepidópteros (Southland Products Inc).

La evaluación se realizó cuatro días post-infestación, registrando larvas vivas y muertas. Se calculó el porcentaje de mortalidad corregido (%MC).

Se evaluaron 134 líneas Bt, con eficiencias entre 4,2% y 100%. Se seleccionaron 50 líneas con  $\geq 70\%$  de eficiencia, las cuales fueron reevaluadas. De ellas, 30 superaron el 78%



**Figura 5.** Vista general de una bandeja infestada con larvas de *Diatraea saccharalis* sobre hojas Bt y bajo dieta artificial.

y serán sometidas a pruebas en semicampo y campo. Tres de estas líneas expresan dos toxinas (Cry1Ab + Vip3A), mientras que el resto expresa solo Cry1Ab.

#### ► Transferencia de genes para otorgar tolerancia a estrés abiótico

Las líneas transgénicas obtenidas en campañas anteriores se encuentran en invernadero, en etapa de multiplicación y evaluación bajo condiciones controladas. Se realizó el fenotipado para estudiar la tolerancia a heladas de los eventos transgénicos más promisorios. Plantines de 60 días de edad fueron sometidos a bajas temperaturas (heladas de más de dos días) durante el mes de julio de 2024. Resultados preliminares mostraron diferentes grados de susceptibilidad/tolerancia a temperaturas extremas en los eventos ensayados, observándose diferencias de crecimiento con respecto a las plantas control no transformadas. Se plantaron en campo, previa autorización de CONABIA, eventos transgénicos promisorios con el fin de propagarlos y realizar estudios en dichas condiciones de crecimiento.

#### ► Edición génica en caña de azúcar

En la campaña 2024, se multiplicaron en condiciones controladas de invernadero 12 líneas potencialmente editadas en los genes als (acetolactato sintasa). En base a los resultados obtenidos para la respuesta a la aplicación de herbicidas comerciales y medidas de actividad enzimática *in vivo*, se seleccionaron las líneas con resistencia incrementada a herbicidas de la familia de las imidazolinonas (imazapir e imazapic). Se plantaron en campo propágulos de dichas líneas con el objetivo de multiplicarlas y realizar ensayos de resistencia a herbicidas.

#### ► Implementación de marcadores moleculares en mejoramiento genético de caña de azúcar

##### ► Evaluación de la diversidad genética e identificación varietal

Se genotiparon 348 accesiones del banco de germoplasma de la EEAOC mediante marcadores DArT-seq. Se analizaron los datos genéticos para cuantificar la diversidad alélica, determinar la estructura poblacional mediante análisis de coordenadas principales (PCoA), análisis de varianza molecular (AMOVA) y un método bayesiano utilizando la biblioteca LEA en el software R, y sugerir la composición de una colección núcleo. El análisis de estructura y PCoA reveló que los genotipos se agruparon en tres grupos (I: 71 genotipos; II: 243 genotipos y III: 34 genotipos). El AMOVA sugirió un mayor porcentaje de variación dentro de cada subpoblación (89,75%) que entre ellas (10,25%;  $p < 0,0001$ ). Se evaluaron diferentes tamaños de colecciones núcleo y se detectó que una conformada por 35 genotipos (10%) capturó casi el 96% de la diversidad, mientras que al incluir 104 genotipos (30%) se capturó más del 98% de la diversidad.

##### ► Aproximación metodológica para la selección genómica en caña de azúcar

Se evaluaron modelos de selección genómica (SG) en tres poblaciones de mejoramiento fenotipadas para características de maduración temprana y genotipadas mediante marcadores SNP derivados de DArT-seq. Las poblaciones de mejoramiento consistieron en: i) 264 accesiones del banco de germoplasma (BG), ii) 160 individuos en la segunda etapa clonal (2EC), y iii) 47 individuos de la etapa de ensayos

comparativos de variedades (ECV). El modelo de predicción G-BLUP (siglas en inglés de best linear unbiased predictor) se utilizó para todas las predicciones genómicas. La eficiencia de la SG se evaluó mediante validación interna y cruzada, dependiendo de la población. Las mayores eficiencias de SG para BG se observaron para las características Pol % y azúcar recuperada ( $r = 0.43$  y  $0.40$ , respectivamente) en el cultivo de planta. Para 2EC y ECV, las mayores eficiencias de SG se observaron para las características de contenido de azúcar al considerar ambas poblaciones conjuntamente ( $r = 0.41$ ), y cuando la TR consistió solo en 2EC ( $r = 0.43$ ).

► **Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia a roya marrón**

Se llevó adelante un estudio de mapeo de asociación en una población compuesta por 305 accesiones del banco de germoplasma de la EEAOC, genotipadas con más de 9000 SNPs derivados de DArT-seq y fenotipadas para roya marrón en condiciones de alta presión de inóculo natural en campo. Se identificaron un total de 10 SNPs asociados con la resistencia, de los cuales seis pudieron ser localizados en el mapa genético del cultivar R570 por su alta identidad de secuencia. La localización de estos marcadores en el mapa genético de la caña de azúcar permitirá identificar las regiones que controlan este carácter de interés.



# Programa Caña de Azúcar

Subprograma:  
Agronomía



## » Objetivo

Impulsar la productividad, calidad, rentabilidad y sostenibilidad del cultivo de caña de azúcar mediante el desarrollo, adaptación, validación y transferencia de tecnologías, estrategias y prácticas agronómicas innovadoras.

El Subprograma de Agronomía se estructura en tres ejes principales de trabajo:

### ► a. Investigación y Desarrollo

Constituye el eje central del Subprograma e involucra actividades científico-técnicas orientadas a la generación, perfeccionamiento, adaptación y aplicación de conocimientos para resolver problemáticas del sistema productivo. Se prioriza una investigación aplicada, con base científica, que brinde soluciones concretas al sector cañero.

### ► b. Transferencia

Es clave para la puesta en valor del conocimiento generado. Se promueve la difusión activa de tecnologías y recomendaciones técnicas mediante jornadas a campo, capacitaciones, visitas guiadas a ensayos y publicaciones en medios científicos y técnicos, tanto a nivel local como nacional e internacional.

### ► c. Servicios al Sector Productivo

Se brinda asistencia técnica continua a productores y técnicos, con el objetivo de facilitar la adopción de buenas prácticas agronómicas y aportar soluciones a problemáticas emergentes. Esta línea incluye monitoreos de maduración, estimaciones productivas, manejo de caña semilla, evaluación de impactos climáticos (como heladas o sequías) y recomendaciones de manejo sanitario, entre otros aspectos de interés para el sistema productivo.

## » PROYECTO: Calidad de la materia prima y producción de azúcar

### ► Plan de trabajo: Manejo de la precosecha y cosecha para la mejora de la calidad fabril

#### ► Manejo de la maduración en precosecha: Uso de maduradores químicos

La maduración química es una práctica clave en la producción de caña de azúcar, ya que permite anticipar y uniformizar la cosecha, optimizando la calidad fabril del cultivo. Tradicionalmente, esta práctica se basa en el uso de herbicidas que actúan como inhibidores del crecimiento, favoreciendo la acumulación de azúcares en el tallo. Sin embargo, en el actual contexto de transición hacia sistemas de producción más sostenibles, es necesario identificar alternativas que permitan prescindir de estas sustancias sin comprometer la eficacia del proceso de maduración.

En este marco, desde el Subprograma Agronomía y en convenio con la empresa Stoller, durante el año 2024 se evaluaron productos con potencial para actuar como maduradores alternativos. Entre ellos se incluyeron nutrientes foliares, que tienen como principal acción la estimulación de la translocación de azúcares desde las hojas hacia el tallo, favoreciendo la maduración natural del cultivo. Los productos fueron comparados con un testigo sin aplicar y con un madurador tradicional de eficacia comprobada (fluazifop), buscando establecer su comportamiento relativo bajo condiciones reales de manejo.

El ensayo se llevó a cabo en un lote comercial de la firma Bulacio Argenti SA, ubicado en Los Quemados (departamento Leales, Tucumán), sobre la variedad TUC 06-7. Se utilizó un

diseño experimental de parcelas pareadas, y los tratamientos aplicados fueron Mover (5 y 8 litros por hectárea), Nitrate Balancer (5 y 8 litros por hectárea), fluazifop como testigo tratado y un testigo sin aplicar.

Los resultados (Figura 1) se expresaron como diferencias en el valor de Pol % caña respecto al testigo sin tratamiento, evaluadas durante un periodo de 77 días después de la aplicación.

El tratamiento Mover 5 L/ha mostró el mejor desempeño, con incrementos sostenidos del Pol % caña, alcanzando una diferencia máxima de aproximadamente 0,8% hacia los 63 días después de la aplicación. Este comportamiento fue incluso superior al de fluazifop, que mostró una respuesta positiva y estable a lo largo del ensayo, con una diferencia máxima cercana al 0,7%, en línea con su eficacia esperada como madurador tradicional. Mover 8 L/ha presentó una respuesta intermedia, con un pico de mejora hacia los 35 días, seguido de una disminución paulatina. En el caso de Nitrate Balancer 8 L/ha, el efecto fue leve y transitorio, mostrando una tendencia decreciente a partir de los 35 días. Nitrate Balancer 5 L/ha no mostró diferencias apreciables con respecto al testigo sin tratar, motivo por el cual no se incluye en el gráfico presentado.

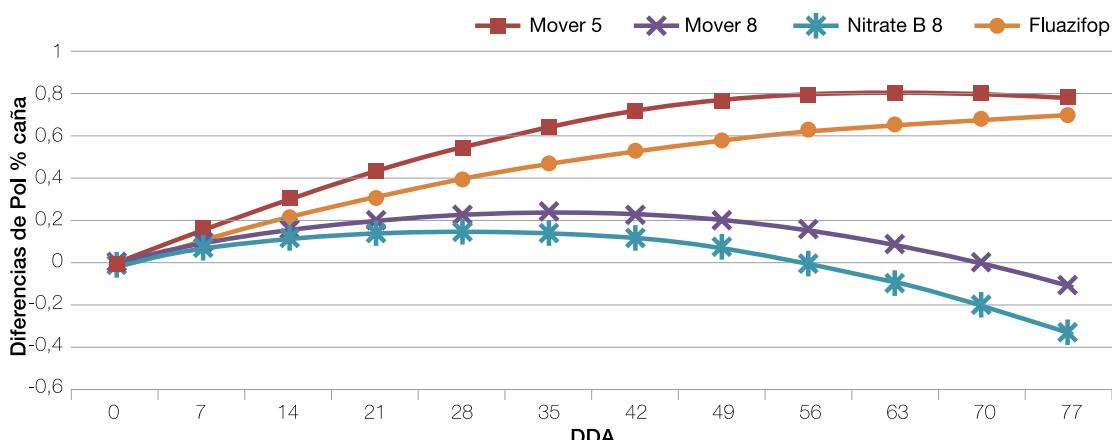
Estos resultados preliminares sugieren que Mover 5 L/ha presenta un alto potencial como alternativa viable a los maduradores químicos convencionales, permitiendo avanzar hacia prácticas más sostenibles en el manejo de la maduración en caña de azúcar. Se recomienda continuar con la evaluación de estos productos en distintas condiciones agroclimáticas y productivas, a fin de validar su comportamiento y definir estrategias de uso a campo.

Por otra parte, en el marco de un acuerdo con la empresa ACOGRA, se llevó a cabo la evaluación de cinco formulaciones de nutrientes foliares. Dos de estas formulaciones fueron aplicadas en dos momentos distintos, lo que permitió observar el comportamiento de ambas en diferentes etapas del ciclo del cultivo. El ensayo se realizó en un lote comercial cedido por el Sr. Walter Roda, ubicado en la localidad de La Marta (departamento Cruz Alta, Tucumán), sobre la variedad TUC 95-10. Dado que se trató de una aplicación de tipo semicomercial, se implementó un diseño en franjas para la distribución de los tratamientos, permitiendo así una evaluación más representativa de las condiciones de campo. De las formulaciones evaluadas, sólo una -correspondiente a la que contenía el mayor porcentaje de potasio- mostró una leve tendencia a mejorar los valores de Pol % caña, aunque sin diferencias significativas respecto al testigo. El resto de los tratamientos no evidenció efectos consistentes sobre la acumulación de azúcares en el tallo. Estos resultados preliminares sugieren la necesidad de ajustar el momento de aplicación las dosis utilizadas, a fin de determinar si la respuesta observada puede acentuarse bajo condiciones más favorables.

#### ► Evaluación del desempeño de la cosecha mecánica integral

##### • Ensayos de balance de masas en cosecha integral

Durante 2024 se dio continuidad a los ensayos de balance de masas iniciados en 2022. El 19 de agosto se llevó a cabo un ensayo en fincas de la empresa DOG SRL, ubicadas en la localidad de Juan Bautista Alberdi, donde se evaluaron dos tratamientos: a) velocidad del extractor a 930 rpm (valor máximo); y b)



**Figura 1.** Diferencias en Pol % caña respecto al testigo sin tratar, en función de los días después de la aplicación (DDA) de distintos tratamientos maduradores. Leales, Tucumán, 2024.

velocidad del extractor a 650 rpm. El diseño consistió en franjas con cuatro repeticiones por tratamiento, y los resultados se presentan en la Figura 2.

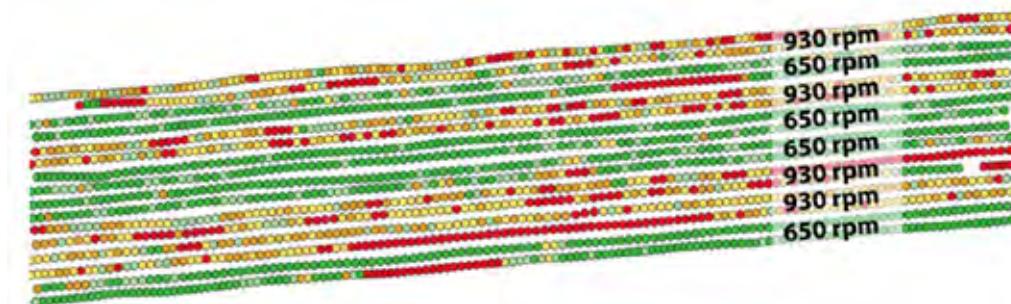


**Figura 2.** Rendimiento neto y componentes de la materia extraña en toneladas por hectárea cosechados por máquinas con diferente velocidad de extractor primario.

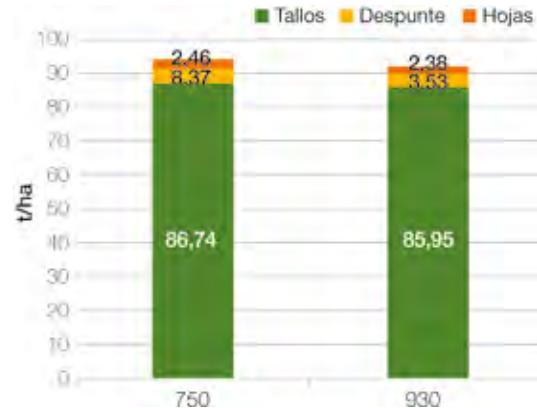
El ensayo arrojó una diferencia de 45,57 t/ha al reducir la velocidad del extractor de 930 a 650 rpm en la cosechadora John Deere CH570, lo que representa una pérdida del 35,4% en el rendimiento cultural. En cuanto a la materia extraña, se registró un valor de 10,72 % a 650 rpm, frente al 5,72% obtenido a 930 rpm. Esto implica que por cada punto porcentual de reducción en la materia extraña, se perdieron aproximadamente 9114 kg de caña limpia.

La Figura 3 muestra el mapa de rendimiento generado por el monitor de la cosechadora, donde pueden distinguirse claramente las franjas correspondientes a cada tratamiento y la diferencia de rendimiento entre ambos.

Un segundo ensayo se realizó el 16 de septiembre en una finca de la empresa Productora del Noroeste SA (Budeguer), ubicada en la localidad de Los Ralos. Los resultados correspondientes a la cosechadora John Deere se presentan en la Figura 4.



**Figura 3.** Tratamientos evaluados en el mapa arrojado por el monitor de rendimiento de la cosechadora.

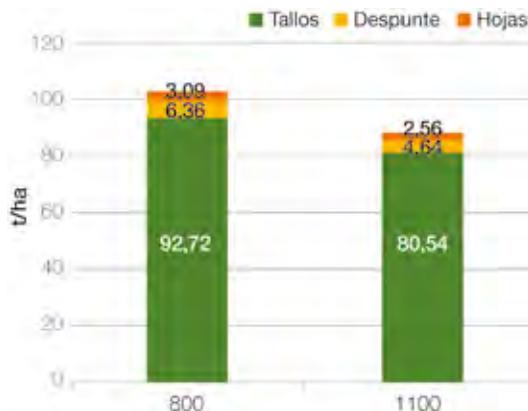


**Figura 4.** Rendimiento neto y componentes de la materia extraña en toneladas por hectárea cosechados por la John Deere CH570 con diferente velocidad de extractor primario.

Como puede observarse, no se registraron diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados: la variación en tallos limpios fue de apenas 0,79 t/ha. Asimismo, las cantidades de despunte y hojas recolectadas fueron similares en ambos casos. Esta falta de diferencias podría atribuirse a una falla en la regulación del extractor, ya que la velocidad real no habría variado sustancialmente, a pesar de que en pantalla figuraban las velocidades programadas.

En cambio, la cosechadora Case IH 8010 mostró diferencias marcadas entre tratamientos (Figura 5). Al comparar el funcionamiento del extractor primario a 800 rpm frente a 1100 rpm, se registró una diferencia de 12,18 t/ha en tallos limpios a favor de la menor velocidad, lo que representa un incremento del 13,1% en la recuperación de caña.

En términos de materia extraña, con el extractor operando a 1100 rpm se logró una reducción de 0,53 t/ha en hojas y de 1,72 t/ha en despunte, en comparación con el tratamiento a 800 rpm. Esto equivale a una disminución del porcentaje de materia extraña del 9,69% al 7,55% al aumentar la velocidad del extractor.



**Figura 5.** Rendimiento neto y componentes de la materia extraña en toneladas por hectárea cosechados por la Case IH8010 con diferente velocidad de extractor primario.



**Figura 6.** Efecto preemergente del herbicida pendimetalin a los 44 días después de aplicación (DDA).

## ➤ Proyecto: Manejo de la plantación y cultivo

### ➤ Plan de trabajo: Manejo de malezas

#### ► Manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en caña de azúcar en Tucumán

*Rottboellia cochinchinensis*, conocida comúnmente como “pica pica” o “caminadora”, es una de las malezas gramíneas más problemáticas en el cultivo de caña de azúcar a nivel mundial. En nuestro país genera actualmente dificultades para su manejo en explotaciones de caña de azúcar de Salta y Jujuy, mientras que en Tucumán su presencia no está ampliamente extendida. Sin embargo, en los últimos años se han identificado dos focos activos que requieren atención. En respuesta a esta situación, y en colaboración con INTA Famaillá, durante la presente campaña se llevaron a cabo ensayos preliminares para evaluar estrategias de control en pre y postemergencia de la maleza. Se evaluaron 18 tratamientos con herbicidas residuales y 17 con postemergentes. En preemergencia, los herbicidas más efectivos fueron pendimetalin (Figura 6) y clomazone, mientras que en postemergencia se destacaron asulam y MSMA. Sin embargo, en las condiciones del ensayo ninguno de los tratamientos alcanzó un nivel de control óptimo, lo que evidencia la dificultad de manejo de esta maleza y resalta la necesidad de continuar con investigaciones para desarrollar estrategias de manejo más eficaces.

#### ► Biciclopirona: un nuevo herbicida de reciente registro para el cultivo de caña de azúcar

Durante las dos últimas campañas, se evaluó

el desempeño de biciclopirona en numerosos ensayos para el control de las principales malezas que afectan las etapas iniciales del cultivo de caña de azúcar. Se trata de un herbicida residual inhibidor de la enzima hidroxifenil piruvato dioxygenasa (HPPD, Grupo 27), de amplio uso en el cultivo de maíz y recientemente registrado para el cultivo de caña de azúcar en Argentina.

Los ensayos realizados con la mezcla registrada para este cultivo (biciclopirona + atrazina) demostraron un excelente control de las malezas anuales más problemáticas. En particular, esta combinación se destacó en el manejo de *Sicyos polyacanthus* (Figura 7) y *Tithonia tubaeformis* (Figura 8), dos de las especies más difíciles de controlar en preemergencia, alcanzando niveles de eficacia comparables a los testigos químicos.

Biciclopirona se perfila como una alternativa prometedora y potencialmente superior al tratamiento convencional de atrazina + acetoclor. Además, no se observaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivo en las evaluaciones realizadas. No obstante, dado que se trata de un herbicida de reciente introducción, sería recomendable continuar con los ensayos para optimizar su uso y confirmar la selectividad a largo plazo.

#### ► Más avances en la evaluación del herbicida diclosulam, en proceso de registro para caña de azúcar

Durante la última campaña, se continuó evaluando el herbicida diclosulam, un inhibidor de ALS que se encuentra en proceso de registro para el cultivo de caña de azúcar. A lo largo de nueve años de ensayos, ha demostrado

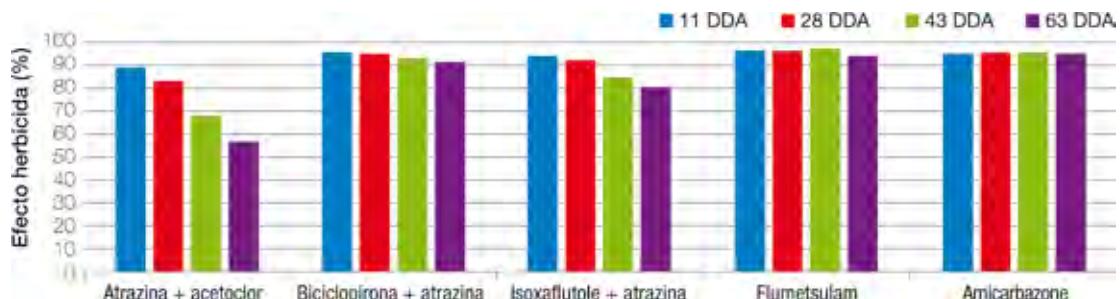


Figura 7. Efecto herbicida sobre *Sicyos polyacanthus* (Campaña 2024/2025).

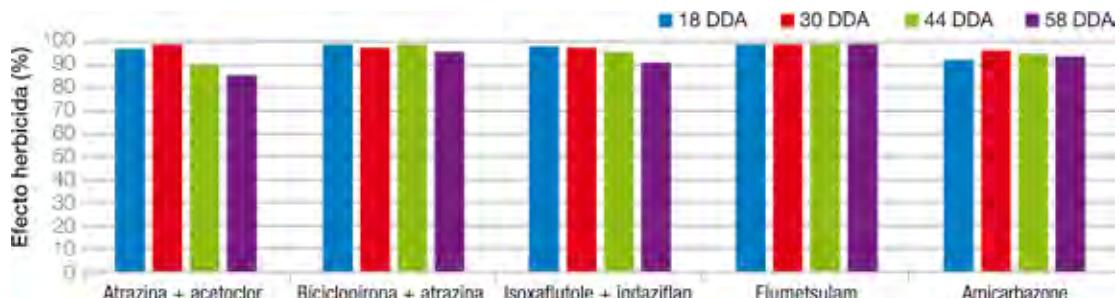


Figura 8. Efecto herbicida sobre *Tithonia tubaeformis* (Campaña 2024/2025).

un excelente desempeño en el control preemergente de malezas problemáticas como *Sicyos polyacanthus*, *Tithonia tubaeformis* y diversas gramíneas anuales, con una dosis ajustada para nuestra provincia de 50,4 g i.a/ha.

En esta campaña, se llevaron a cabo experiencias a escala de lote en distintas localidades de la provincia, cuyos resultados fueron coincidentes con los observados en ensayos realizados a nivel experimental (Figura 9).

Su alta selectividad para el cultivo y su eficacia en el control de malezas lo posicionan como una herramienta de gran interés para los sistemas productivos. Además, su uso contribuye a la

rotación de mecanismos de acción, reduce la cantidad de ingrediente activo aplicado por hectárea y favorece una producción más sostenible, ya que presenta un menor índice de impacto ambiental (EIQ) en comparación con el tratamiento tradicional de atrazina + acetoclor (Tabla 1).

Tabla 1. EIQ de los tratamientos residuales más utilizados actualmente

Tratamientos residuales	Dosis comercial g o cm <sup>3</sup> /ha	EIQ
Diclosulam 84%	60	1,3
Atrazina 90% + acetoclor 90%	2000+2000	127,7
Isoxaflutole 45%+indaziflam 15%	300	4,3
Flumetsulam 12%	1500	3,4



Figura 9. Experiencias a nivel de lotes. A) Localidad de la Cruz 40 DDA; B) Localidad del Chañar 45 DDA.

➤ **Plan de trabajo: Manejo de la nutrición y fertilización de la caña de azúcar**

➤ **Evaluación de bioestimulantes y biofertilizantes como complemento de la fertilización nitrogenada**

• **BIOTRAC**

Dentro del convenio YARA ARGENTINA – EEAOC, se evaluó el uso del bioestimulante BIOTRAC como complemento de la fertilización con CAN (250 kg/ha, 68 kg N/ha, empleado además como tratamiento testigo) en caña soca de la variedad TUC 95-10, en el departamento Burruyacú. Se evaluaron tres dosis complementarias (1, 2 y 3 l/ha) en diferentes fechas de aplicación. BIOTRAC 2 l/ha presentó el mayor incremento de rendimiento (+8,24 t/ha, 12,2%), aunque sin diferencias estadísticas significativas respecto del testigo (Figura 10).

• **BLUE N y CELLERATE**

Dentro del convenio STOLLER – EEAOC, el biofertilizante BLUE N (en una dosis de 333 g/ha) se aplicó sobre tres niveles de fertilización nitrogenada empleando CAN. El mayor efecto se logró con CAN 125 kg/ha + BLUE N, con un incremento de 11,6 t/ha. El bioestimulante CELLERATE (300 cc/ha), aplicado sobre CAN 250 kg/ha, generó un aumento adicional de 4 t/ha (Figura 11).

• **BIOFREE**

Dentro del convenio BIOTROP – EEAOC, se evaluó BIOFREE, bioproducto a base de Azospirillum y Pseudomonas, en combinación con dos dosis de CAN. El tratamiento BIOFREE 1 l/ha + CAN 125 kg/ha

superó al tratamiento con CAN 250 kg/ha en 7,7 t/ha. No se observaron beneficios adicionales con BIOFREE aplicado sobre la mayor dosis de fertilizante (Figura 12).

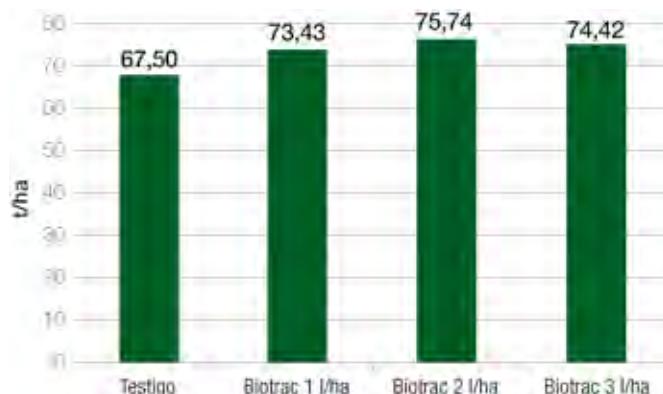


Figura 10. Rendimiento cultural. Variedad TUC 95-10, departamento Burruyacú, Tucumán.

➤ **Evaluación de alternativas de reemplazo de la fertilización nitrogenada**

• **NITROSPEED 25 N**

Dentro del convenio DAASONS – EEAOC, se compararon dos dosis de NITROSPEED 25 N (250 y 300 kg/ha) con fuentes tradicionales de nitrógeno (urea y CAN). No se detectaron

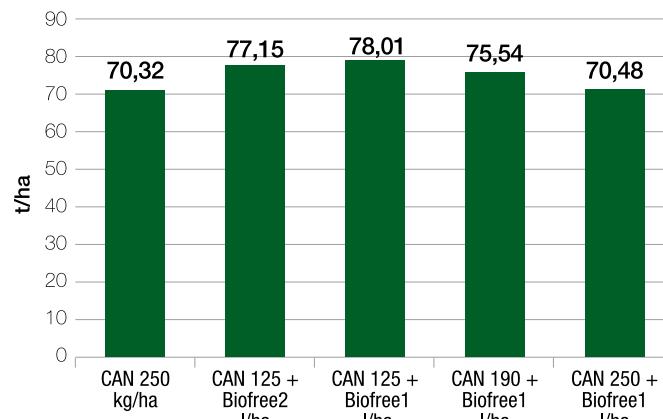


Figura 12. Rendimiento cultural promedio, LCP 85-384, Tucumán.

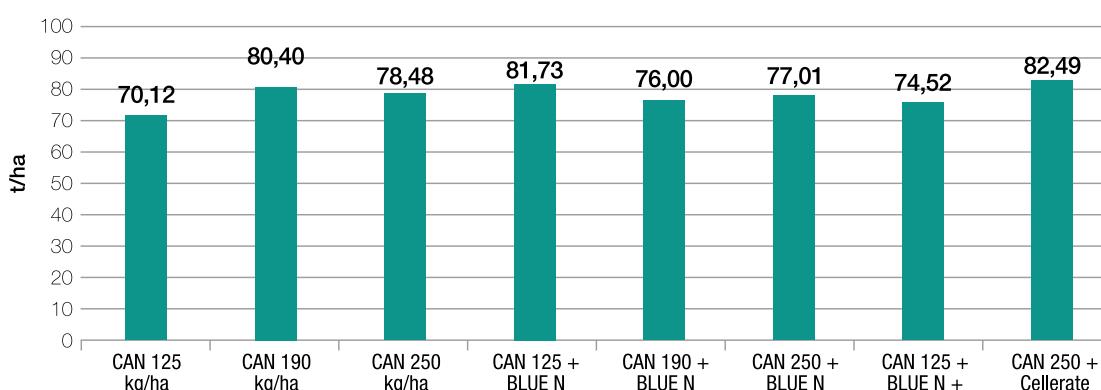


Figura 11. Rendimiento cultural LCP 85-384, Los Quemados, Leales, Tucumán.

diferencias significativas en el rendimiento, coincidiendo con campañas anteriores (Figura 13).

• ***Gluconacetobacter diazotrophicus* (OCG1)**

Se ensayó *Gluconacetobacter diazotrophicus* (OCG1), aislado localmente, como complemento o reemplazo parcial del fertilizante nitrogenado (CAN). El tratamiento de OCG1 + CAN 125 kg/ha logró un rendimiento 29% superior a CAN 250 kg/ha (tratamiento testigo). Al utilizar OCG1 sin el complemento del fertilizante nitrogenado, se registraron rendimientos similares al tratamiento testigo (Figura 14).

► **Evaluación de bioestimulantes como recuperadores de estrés hídrico**

Dentro de los convenios de la EEAOC con las empresas STOLLER, YARA e INSUAGRO, se evaluaron diversos bioestimulantes aplicados tras eventos de estrés (post estrés primaveral-EP y post estrés estival-PEE), en combinación con una base de urea (125 kg/ha) y biofertilizante foliar (Nutrizur 10 l/ha). Los mayores aumentos se lograron con STIMULATE + BIOFORGE y BIOTRAC 2 l/ha, ambos superiores al 25% respecto al testigo. STARFERT y STRESS STOP también presentaron incrementos, aunque más moderados (Figura 15).

► **Plan de trabajo: Nutrición y Fertilización con otros Macronutrientes**

► **Sección Suelos y Nutrición vegetal**

• **Manejo de la Fertilización Fosfatada en caña de azúcar**

A partir de un ensayo llevado a cabo durante dos campañas consecutivas en el área de bajos niveles de fósforo disponible en suelo en un cañaveral de edad de caña planta y primera

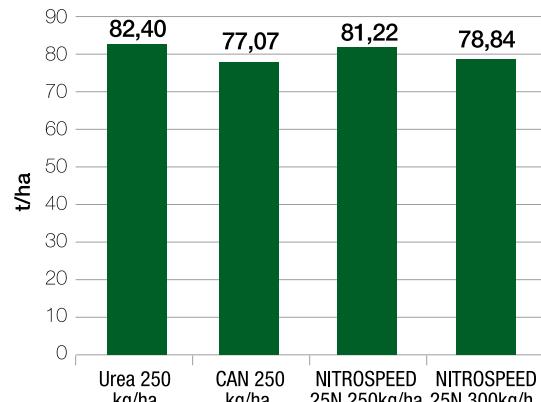


Figura 13. Rendimiento cultural promedio, LCP 85-384, Leales, Tucumán.

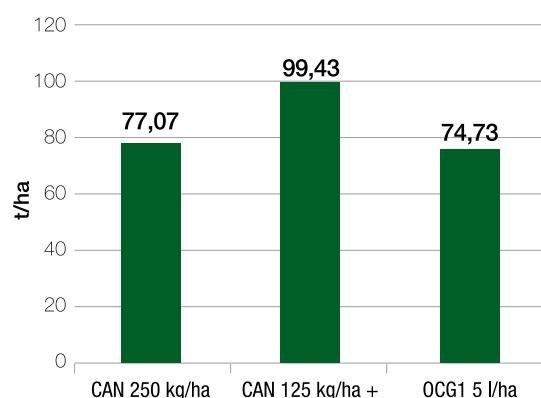


Figura 14. Rendimiento cultural promedio, LCP 85-384, Leales, Tucumán.

soca. El diseño experimental fue en bloques al azar con 4 repeticiones de 5 tratamientos:

T0: CAN 57 kg N/ha  
 T1: CAN 57 kg N/ha + 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
 T2: CAN 57 kg N/ha + 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
 T3: CAN 57 kg N/ha + 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
 T4: CAN 57 kg N/ha + 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha + 12 kg S/ha

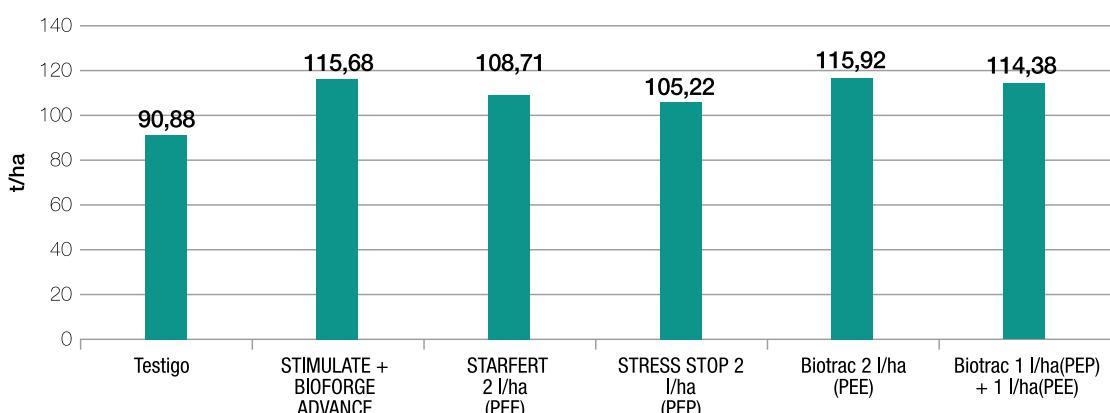


Figura 15. Rendimiento cultural promedio, TUC 03-12, Leales, Tucumán.

Se evaluó % de nutrientes foliares, así como altura y peso de tallos. Los resultados para caña planta (Figura 16) indican que los valores foliares del tratamiento testigo (sin fertilización fosfatada) estuvieron por debajo de los valores críticos y acorde con el bajo contenido del nutriente en el suelo, mientras que los tratamientos fertilizados se diferenciaron significativamente del testigo. Algo similar ocurrió para peso y número de tallos, mientras que el rendimiento cultural mayor fue para el tratamiento que incluyó N, P y S en su composición del fertilizante. Se constató respuesta positiva en los rendimientos de 13 y 22% según dosis.

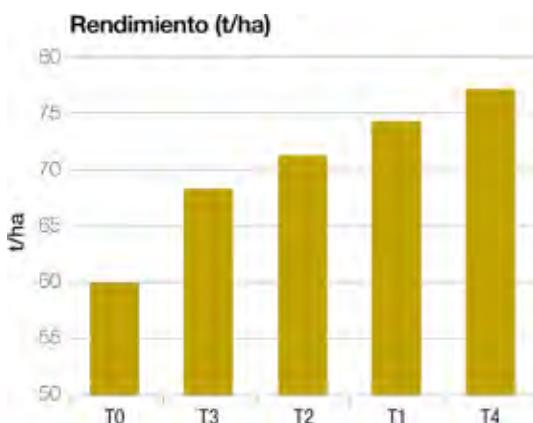


Figura 16. Rendimiento Cultural (t/ha) por tratamiento. Caña planta.

En soca 1 (Figura 17), los rendimientos culturales de todos los tratamientos fertilizados se diferenciaron del testigo, obteniendo un plus de un 10 en el tratamiento que también contenía azufre. Estos resultados permitirían plantear diferentes alternativas de manejo de la fertilización fosfatada y azufrada, con posibles ventajas agronómicas, operativas, financieras y ambientales.

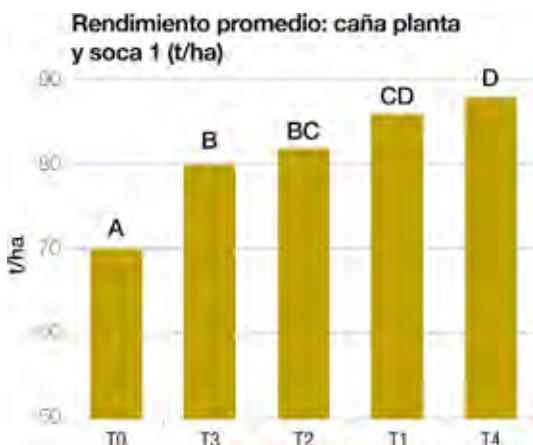


Figura 17. Rendimiento cultural (t/ha) según tratamientos. Soca 1. p=0.0001.

- **Predicción de la variabilidad edáfica y su relación con productividad de la caña de azúcar en suelos con limitaciones de drenaje**  
Este es un Proyecto PICTO EEAOC 118. El objetivo de este proyecto es identificar áreas distintas a nivel de lote que a futuro permitan realizar un manejo sitio específico en la llanura deprimida de Tucumán. Se estudia el efecto de la variación intra e interanual de la napa freática en el balance hídrico del suelo y su incidencia sobre la producción. Los factores suelo, profundidad y calidad de la freática, posición en el relieve y la interacción de estos factores determinó ambientes productivos. Entre los resultados más destacados se concluyó que la caña planta presentó un buen comportamiento hasta 1.7 dS/m de salinidad en el horizonte superficial de suelo. Con valores bajo de salinidad (<1 dS/m) hubo buen desarrollo del cultivo aún en suelos con pH 8.5-9. Se encontró una asociación significativa entre la Conductividad eléctrica aparente y los niveles de salinidad y sodicidad.

#### • **Mapeo de Suelos del área cañera**

Se ha completado el relevamiento semidetallado del departamento Burruyacu y actualmente se está en la etapa de análisis de datos para la confección del mapa de suelos.

#### ➤ **Plan de trabajo: Bioproductos y microbiología agrícola**

➤ **Caracterización microbiológica de biofertilizantes comerciales, y evaluación de su capacidad para mejorar el crecimiento y la productividad del cultivo de la caña de azúcar**

#### • **Convenio Azur Soil**

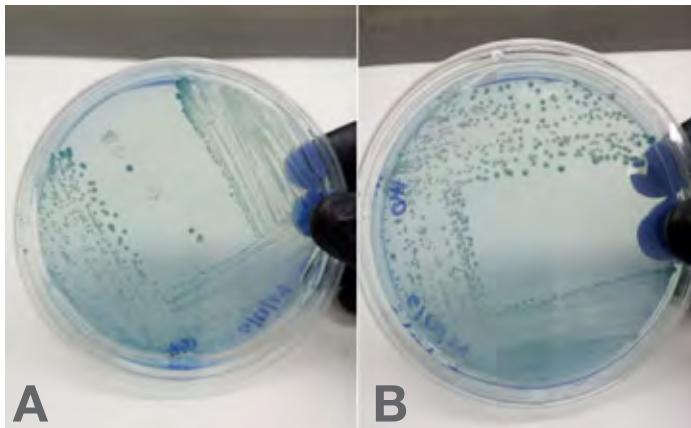
Se realizaron recuentos microbiológicos en diferentes lotes de los biofertilizantes comerciales Starter, Az, Ps y NutriZur, con el objetivo de evaluar la estabilidad y la calidad microbiológica de los productos a lo largo del tiempo.

➤ **Aislamiento y selección de nuevas bacterias promotoras del crecimiento (PGPB) homólogas al cultivo de caña de azúcar (Bioprospección)**

#### • **Convenio ANNUIT SA**

Se recolectaron muestras de tallos y raíces de caña de azúcar provenientes de dos regiones agroecológicas de la provincia (Pedemonte y Llanura Chacopampeana), y de dos variedades distintas (LCP 85-384 y TUC 95-10), con el objetivo de aislar bacterias del género

*Herbaspirillum*. Los macerados de las muestras fueron sembrados en medios de cultivo específicos para la recuperación de este género bacteriano. Se obtuvieron dos aislamientos provenientes de raíces con características típicas de *Herbaspirillum*. Uno de ellos corresponde a la variedad LCP 85-384 de la zona del Pedemonte; y el otro, a la variedad TUC 95-10 de la Llanura Chacopampeana (Figuras 18a y b).



**Figura 18.** Posibles aislamientos de *Herbaspirillum* obtenidos de la zona pedemontana de la variedad LCP 85-384 (A) y de la zona de la Llanura Chacopampeana de la variedad TUC 95-10 (B).

#### • Convenio Koppert

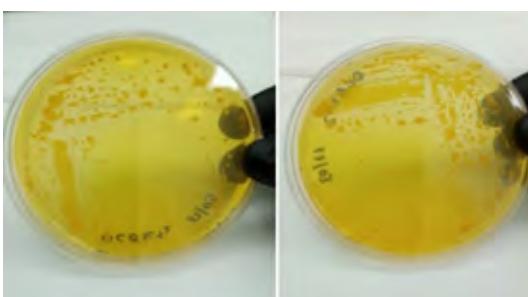
Se recolectaron muestras de tallos, raíces y hojas de caña de azúcar con el objetivo de aislar bacterias endófitas fijadoras de nitrógeno. El muestreo incluyó una localidad en la zona

del Pedemonte (variedad LCP 85-384) y dos en la Llanura Chacopampeana (variedades TUC 02-22 y TUC 95-10). Los macerados de las muestras fueron sembrados en medios de cultivo específicos para la recuperación de bacterias de los géneros *Gluconacetobacter*, *Methylobacterium* y otros fijadores de nitrógeno no específicos. Se obtuvieron dos aislamientos a partir de tallos con características típicas de *Gluconacetobacter*

(Figura 19), y dos aislamientos de raíces compatibles con *Methylobacterium* (Figura 20), todos correspondientes a la zona del Pedemonte para la variedad LCP 85-384.

En la zona de la Llanura Chacopampeana, para la variedad TUC 02-22 se aislaron dos bacterias de raíces con características típicas de *Methylobacterium*. En el caso de la variedad TUC 95-10, también se obtuvieron de raíces un aislamiento con características compatibles con *Gluconacetobacter*, uno con características típicas de

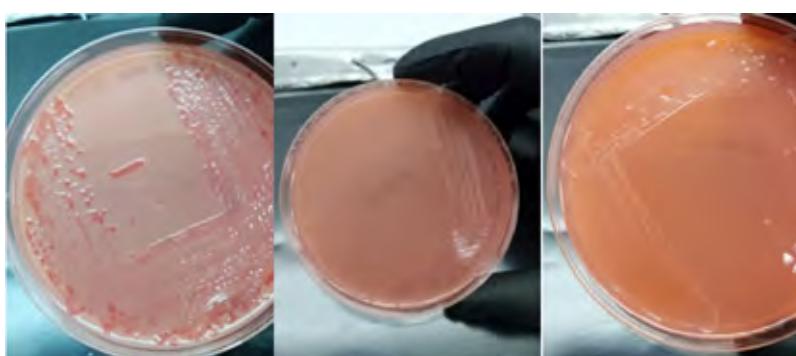
*Methylobacterium* y tres posibles aislamientos de bacterias fijadoras de nitrógeno (Figura 21). Además, en muestras foliares de esta variedad se obtuvieron dos posibles aislamientos con características similares a *Methylobacterium*.



**Figura 19.** Posibles aislamientos de *Gluconacetobacter*.



**Figura 20.** Posibles aislamientos de *Methylobacterium*.

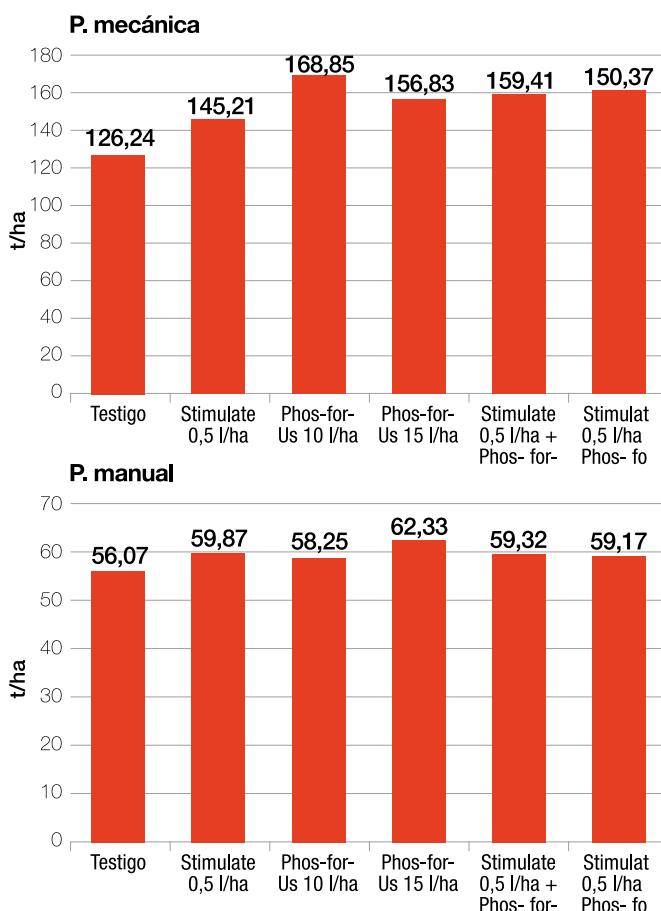


**Figura 21.** Posibles aislamientos de *Methylobacterium*.

## ► Plan de trabajo: Sistemas de plantación

### ► Uso de bioestimulantes en la plantación de caña de azúcar

Un adecuado establecimiento inicial del cultivo es fundamental para lograr una brotación uniforme, un cierre rápido del cañaveral y un elevado número de tallos productivos, ya sea con destino a cosecha o como caña semilla. Para alcanzar estos objetivos, resulta clave el uso de productos que estimulen el desarrollo inicial de la cepa. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de los bioestimulantes *Stimulate* y *Phos-phor-Us* sobre la brotación, el crecimiento y el desarrollo de la caña planta, tanto en plantaciones manuales como mecanizadas. Los ensayos se realizaron en dos sitios: uno correspondiente a plantación mecánica y otro a plantación manual. En el caso de la plantación mecanizada, todos los tratamientos mostraron incrementos significativos en la producción de caña. Se destacaron las aplicaciones de *Phos-phor-Us* a dosis de 10 y 15 L/ha, que presentaron las mejores respuestas. Cabe señalar que el lote presentaba una baja concentración de fósforo disponible, lo cual podría haber potenciado la respuesta al producto



**Figura 22.** Ensayos bioestimulantes durante plantación manual y mecánica. Tucumán, 2024.

(Figura 22). En la plantación manual, el efecto de los bioestimulantes fue más atenuado. En general, no se observó un efecto sinérgico ni aditivo entre los productos evaluados en relación con la producción de caña (Figura 22).

### ► Nuevo sistema de propagación agámica de caña de azúcar (Convenio ARCOR)

Se realizaron todas las tareas previstas en el protocolo de trabajo del 2024, tanto de laboratorio como de invernáculo y campo (convenio bajo acuerdo de confidencialidad).

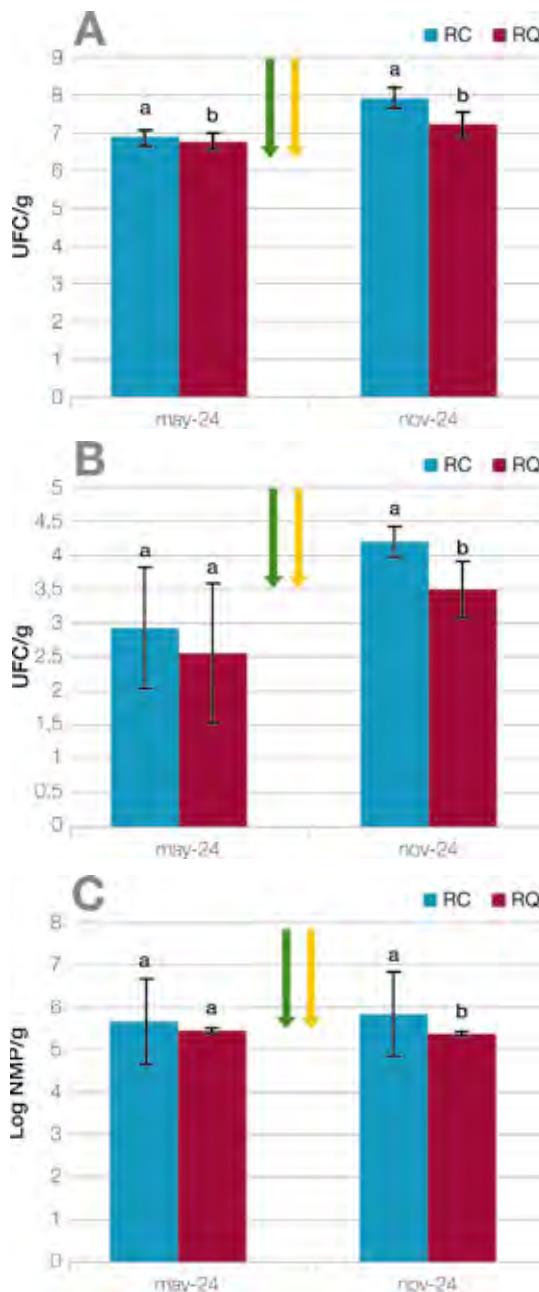
## ► Proyecto: Sistemas de producción sustentable

### ► Plan de trabajo: Efectos de la cobertura con Residuos de la Cosecha en Verde

#### ► Evaluación del efecto de la cobertura con residuos de la cosecha en verde en el desarrollo de microorganismos de importancia agrícola y ambiental

Continuamos con los análisis de composición y evolución de la flora microbiana nativa de suelo, considerando dos situaciones de manejo de suelo: con cobertura de RAC (RC), y sin cobertura de RAC (RQ) (quema controlada el RAC después de la cosecha). El ensayo se realizó en la Finca El Potrero (departamento Simoca), sobre la variedad LCP 85-384. Las muestras se tomaron en los meses mayo y noviembre 2024. La cosecha se realizó el 07 de agosto de 2024 y la quema controlada del RAC se llevó a cabo el 29 de septiembre de 2024. Al analizar las muestras de suelo, se observó que después de la cosecha y quema del RAC, las poblaciones microbianas respondieron de manera diferencial según el grupo de microorganismos evaluado.

La Figura 23a muestra que el recuento de microorganismos mesófilos aerobios presentó diferencias significativas entre los tratamientos en noviembre, siendo superior en el tratamiento RC en comparación con RQ. Esto sugiere que la quema del RAC genera condiciones menos favorables para el desarrollo de estos microorganismos.

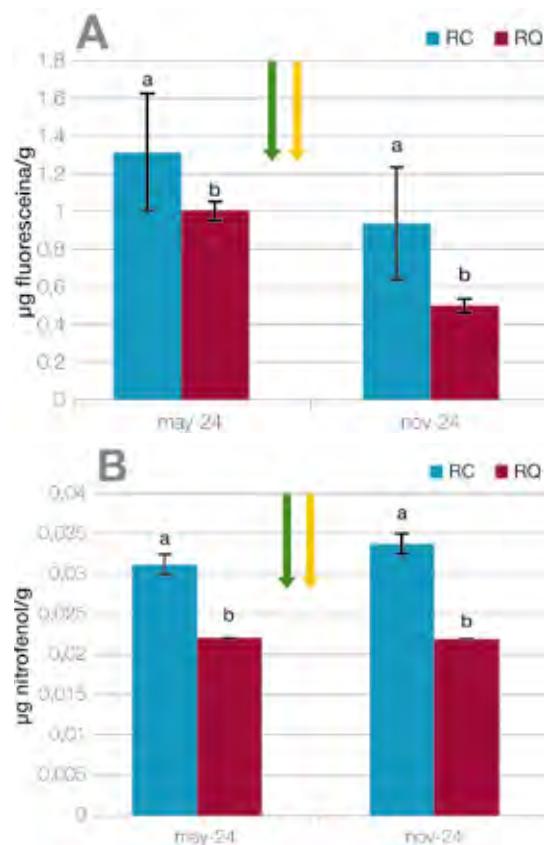


**Figura 23.** Efecto de diferentes sistemas de manejo de RAC sobre las poblaciones de (A) *Pseudomonas*, (B) mesófilos totales y (C) fijadores de nitrógeno en muestras de suelo. La flecha verde indica cosecha y flecha amarilla indica quema. Letras distintas dentro de un mismo recuento de evaluación indican diferencias significativas (prueba de LSD fisher  $p \leq 0,05$ ).

Por otro lado, la Figura 23b muestra que después de la cosecha y quema, las poblaciones de bacterias del género *Pseudomonas* disminuyeron significativamente en los tratamientos RQ en comparación con los tratamientos RC. Esta reducción indica que la quema del RAC puede afectar negativamente

la abundancia de estos microorganismos beneficiosos en el suelo. En cuanto a los fijadores de nitrógeno (Figura 23c), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos RC y RQ en ninguna de las fechas de muestreo.

A partir del análisis de las muestras de suelo, se determinó la actividad enzimática total (FDA) y la actividad  $\beta$ -glucosidasa (ABG) bajo los diferentes sistemas de manejo del RAC. Los resultados muestran que la quema del cañaveral afectó significativamente la actividad enzimática en el suelo. La Figura 24a evidencia que la actividad enzimática total (FDA) fue mayor en el tratamiento RC en ambas fechas de evaluación, mientras que en los tratamientos RQ se observó una disminución significativa. Esto sugiere que la cobertura del RAC favorece un ambiente más estable para la actividad microbiana, mientras que la quema reduce la actividad enzimática general.



**Figura 24.** Cuantificación de diferentes actividades enzimáticas en las parcelas con los diferentes sistemas de manejo de RAC A) Actividad enzimática total (FDA), B) actividad  $\beta$ -glucosidasa (ABG). La flecha verde indica cosecha y flecha amarilla indica quema. Letras distintas dentro de un mismo recuento de evaluación indican diferencias significativas (prueba de LSD fisher  $p \leq 0,05$ ).

De manera similar, la actividad  $\beta$ -glucosidasa (Figura 24b) presentó valores significativamente más altos en los tratamientos RC en comparación con RQ, tanto en mayo como en noviembre. Esto indica que la quema del RAC afecta la capacidad del suelo para degradar compuestos orgánicos complejos, lo que podría influir en la disponibilidad de carbono para los microorganismos del suelo.

La actividad nitrato reductasa (Figura 25a) también mostró una disminución significativa en los tratamientos RQ en ambas fechas, con valores considerablemente más bajos que los observados en RC. Esto sugiere que la quema del RAC puede afectar negativamente los procesos microbianos relacionados con el

ciclo del nitrógeno en el suelo. El análisis de la actividad fosfatasa (AF) en las muestras de suelo muestra que el manejo del RAC influye significativamente en esta actividad enzimática. A diferencia de las otras enzimas evaluadas, en este caso la quema del RAC resultó en un incremento en la actividad fosfatasa en comparación con la cobertura del RAC.

Como se observa en la figura 25b, en ambas fechas de evaluación (mayo y noviembre), los tratamientos RQ presentaron valores significativamente más altos de actividad fosfatasa en comparación con los tratamientos RC. El aumento de la actividad fosfatasa en los tratamientos donde se quemó el RAC (RQ) podría explicarse por la liberación de fósforo orgánico tras la combustión, lo que incrementa la disponibilidad de sustratos para estas enzimas. Además, la acumulación de cenizas puede modificar el pH del suelo, favoreciendo la actividad fosfatasa. Aunque la quema reduce la biomasa microbiana, ciertas comunidades resistentes pueden mantener su actividad enzimática, adaptándose al estrés ambiental. Sin embargo, a largo plazo, los efectos negativos de la quema sobre la microbiota del suelo y la materia orgánica podrían contrarrestar estos beneficios.

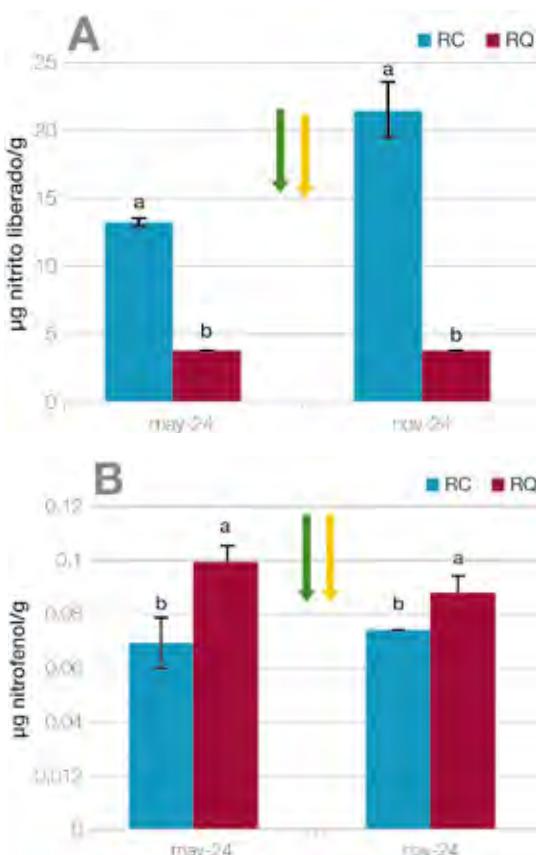
#### ➤ Plan de trabajo: Certificación: Caña de azúcar sin uso del fuego

##### ► Implementación de las Normas localg.a.p. Caña de Azúcar sin uso del fuego

La norma voluntaria de certificación localg.a.p. “Caña de azúcar sin uso del fuego” fue desarrollada en 2014 por la Mesa de Gestión Ambiental (MGA) y, posteriormente, su administración fue transferida a la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Su principal objetivo es eliminar el uso del fuego como práctica agrícola en el cultivo de caña de azúcar y prevenir la ocurrencia de quemas accidentales.

Esta certificación cuenta con el aval del programa **Local G.A.P.** de la empresa **Global G.A.P.**, líder mundial en la promoción e implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

En la Tabla 2 se detallan las empresas que certificaron sus campos bajo esta norma, junto con la superficie correspondiente a cada una. Durante el año 2024, la superficie total certificada alcanzó las **59.117 hectáreas**.

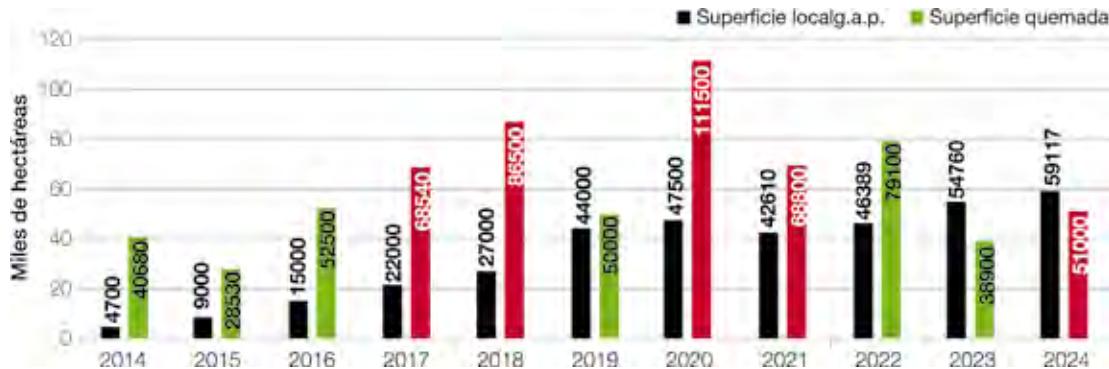


**Figura 25.** Cuantificación de diferentes actividades enzimáticas en las parcelas con los diferentes sistemas de manejo de RAC a) nitrato reductasa (NR) y la actividad fosfatasa (AF). La flecha verde indica cosecha y flecha amarilla indica quema. Letras distintas dentro de un mismo recuento de evaluación indican diferencias significativas (prueba de LSD fisher  $p \leq 0.05$ ).

**Tabla 2.** Empresas y superficie certificada con la norma localg.a.p. “Caña de azúcar sin uso del fuego” durante 2024

Empresa	Norma	Total Superficie (ha)
Productora del Noroeste S.A.	localg.a.p.	22372
Cultivos Invernales S.R.L.	localg.a.p.	3400
Azucarera Los Balcanes S.A.	localg.a.p.	3144
Jose Minetti y CIA Ltda S.A.C.I.	localg.a.p.	4447
COU S.A.	localg.a.p.	872
Camponorte S.R.L.	localg.a.p.	3773,4
Los Cevilares S.A.	localg.a.p.	4059
Eduardo Domingo Colombres	localg.a.p.	735
Complejo alimenticio S. Salvador S.A.	localg.a.p.	3411
Fruta Azul S.R.L.	localg.a.p.	118
Tricor S.R.L.	localg.a.p.	703
Miguel y Carmen Perilli S.S.	localg.a.p.	512
DOG S.R.L.	localg.a.p.	1626
El Algarrobal S.R.L.	localg.a.p.	4302
Juan Carlos Alvarez S.A.	localg.a.p.	350
Labores y Trabajos del Sur S.A.	localg.a.p.	2911,1
Temas industriales S.A.	localg.a.p.	938,1
Bio Energía Santa Rosa S.A.	localg.a.p.	1444
<b>Localg.a.p.</b>		<b>59117,6</b>

En la Figura 26 se observa que, a pesar de que el año 2024 presentó condiciones climáticas extremadamente propicias para la propagación de incendios, fue el primer año en el que la superficie certificada superó a la superficie afectada por quemas, incluso en un contexto ambiental desfavorable. En el gráfico, los años con ocurrencia de heladas severas se representan con barras rojas, mientras que los años sin heladas se indican con barras verdes. Las barras blancas muestran la evolución de la superficie certificada desde el inicio del programa en 2014, evidenciando un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo.



**Figura 26.** Evolución de la superficie certificada con localg.a.p. en relación a la superficie quemada registrada en Tucumán.

## ▶ Proyecto: Manejo sanitario (plagas y enfermedades)

▶ **Plan de trabajo: Variables de manejo agronómico que afectan el desarrollo de epífitas en caña de azúcar**

▶ **Evaluación del efecto del control químico como estrategia de manejo de enfermedades de interés**

### • Evaluación en campo del efecto curasemilla de productos químicos para el control de carbón

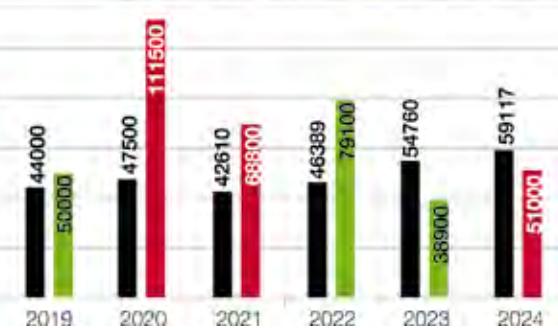
En septiembre del 2023, en el predio de la EEAOC ubicado en la localidad de Las Talitas, se implantó un ensayo en campo para evaluar el efecto curasemilla de diferentes fungicidas para el control de carbón (*Sporisorium scitamineum*). Se empleó caña semilla de la variedad LCP 85-384 proveniente de un lote comercial de la localidad de Alabama, el cual presentó una elevada incidencia de carbón en la campaña 2022/2023. El ensayo fue diseñado en bloques al azar, con 10 repeticiones. Los tratamientos se detallan en la Tabla 3.

Los resultados de las evaluaciones de incidencia de carbón se presentan en la Figura 27. El

**Tabla 3.** Tratamientos curasemillas empleados para el control de carbón de la caña de azúcar. LCP 85-384, Las Talitas, Tucumán. Campaña 2023/2024.

Principio activo	Dosis de aplicación de producto comercial
Control de infección	
Piraclostrobin (5%) + metil tiofanato (45%)	3000 ml/ha
Azoxistrobina (25%)	96 ml/ha
Azoxistrobina (20%) + ciproconazole (8%)	120 ml/ha

■ Superficie localg.a.p. ■ Superficie quemada



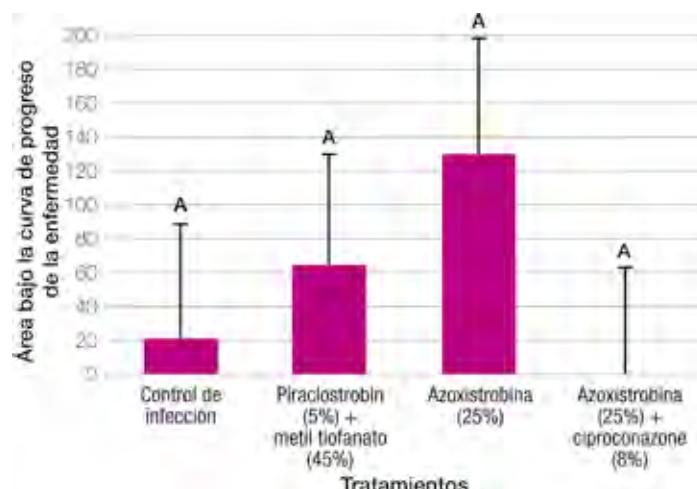
tratamiento con **azoxistrobina 20% + ciproconazole 8%** mostró los mejores resultados en el control de la enfermedad, ya que **no se observó la presencia de látigos** en ninguna de las evaluaciones realizadas. Sin embargo, el análisis estadístico del **Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC)** no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos ni el control de infección.

Los rendimientos obtenidos, tanto cultural como fabril, no presentaron diferencias significativas en relación con el control de la infección. Sin embargo, en ambos rendimientos se observó una tendencia hacia valores ligeramente superiores en el tratamiento con azoxistrobina 20% + ciproconazole 8%, tal como se observa en las Figuras 28 y 29.

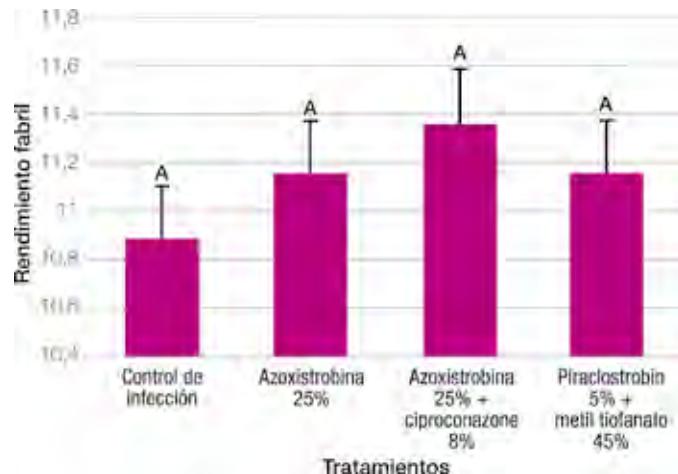
El desarrollo del ensayo se vio comprometido en las primeras etapas de brotación debido a la competencia ejercida por la presencia de malezas, lo que afectó la relevancia de los resultados obtenidos. Por este motivo, el ensayo fue replicado en la Campaña 2024/2025 en el predio de la EEAOC, ubicado en Las Talitas. El nuevo ensayo, implantado en julio de 2024, mantuvo el mismo diseño experimental y los tratamientos aplicados en la campaña anterior.

#### • Evaluación en campo del efecto de la aplicación foliar de fungicidas comerciales frente a carbón

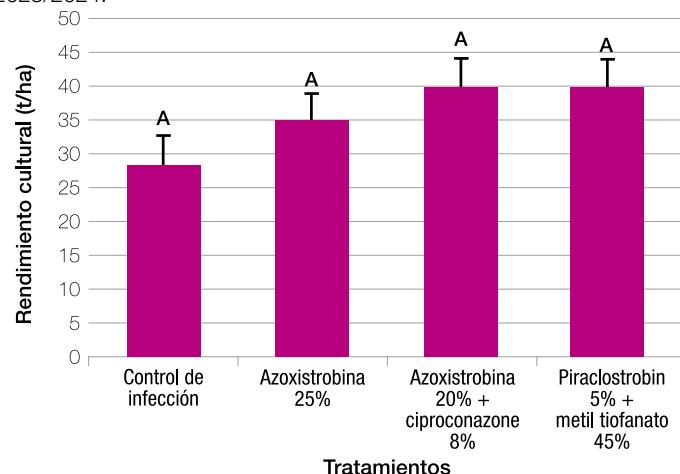
Entre octubre y noviembre de 2024, se realizaron dos ensayos de aplicación foliar para el control de carbón en caña de azúcar sobre la variedad LCP 85-384, en edad de soca 1, en las localidades de El Palancho (Graneros) y Los Pereyra (Cruz Alta).



**Figura 27.** Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de carbón, realizada con los datos de las evaluaciones de incidencia de la enfermedad. LCP 85-384, Campaña 2023/2024. Se muestran los valores promedio y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 28.** Rendimiento fabril del ensayo de aplicación de curasemilla para el control del carbón. Se muestran los valores promedios y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). LCP 85-384, Las Talitas, Campaña 2023/2024.



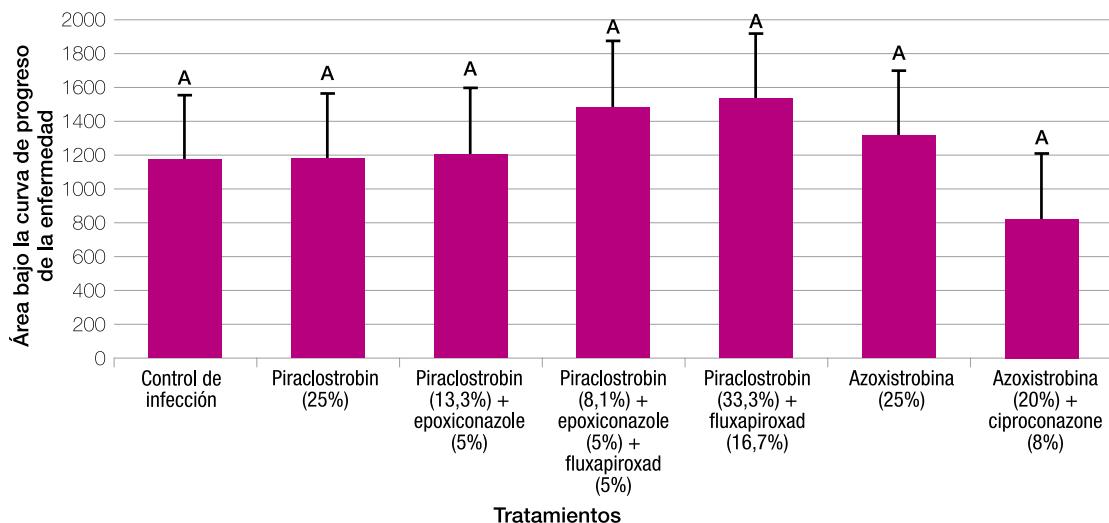
**Figura 29.** Rendimiento cultural (t/ha) del ensayo de aplicación de curasemilla para el control del carbón. Se muestran los valores promedio y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). LCP 85-384, Las Talitas, Campaña 2023/2024.

Los resultados de AUDPC para cada localidad, presentados en las Figuras 30 y 31, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y el control. Sin embargo, en El Palancho (Figura 30), la mezcla de azoxistrobina 20% + ciproconazole 8% mostró un control de la enfermedad del 35%, mientras que, en Los Pereyra (Figura 31), el tratamiento con piraclostrobin 25% alcanzó un 15% de control. El control de la enfermedad se calcula utilizando la siguiente fórmula:

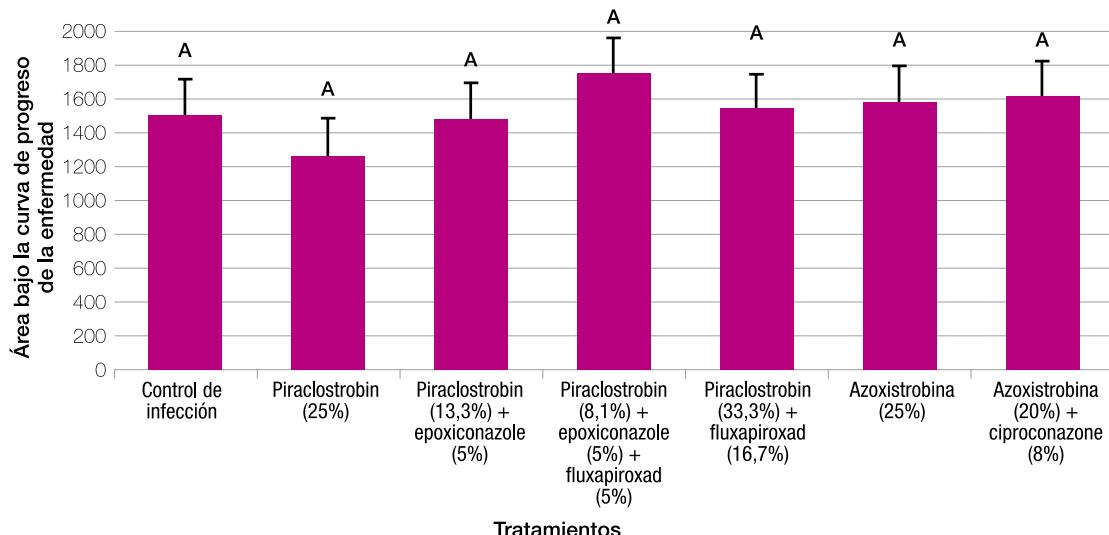
$$\text{Control de la enfermedad} = \frac{\text{AUDPC testigo} - \text{AUDPC tratamiento} \times 100}{\text{AUDP testigo}}$$

En cuanto a los resultados de rendimiento, los ensayos no revelaron diferencias significativas entre los tratamientos y el control de la enfermedad. No obstante, se observó una tendencia hacia un mayor rendimiento cultural en los tratamientos que demostraron mejor control de la enfermedad (El Palancho – azoxistrobina 20% + ciproconazole 8%; Los Pereyra – piraclostrobin 25%).

Durante la campaña 2024/2025, se llevó a cabo un nuevo ensayo de aplicación foliar en la localidad de El Palancho, Graneros, utilizando la variedad de caña de azúcar



**Figura 30.** Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de carbón, calculada en base a la evaluación de incidencia de la enfermedad, en el ensayo de aplicación foliar. El Palancho, Graneros, Campaña 2023/2024. Se muestran los valores promedio y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 31.** Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de carbón, calculada en base a la evaluación de incidencia de la enfermedad, en el ensayo de aplicación foliar. Los Pereyra, Cruz Alta, Campaña 2023/2024. Se muestran los valores promedio y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

LCP 85-384, en edad de soca 2. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con cinco repeticiones. Cada bloque constó de cuatro surcos, aplicándose los tratamientos detallados en la Tabla 4 únicamente en los dos surcos centrales mediante una mochila de CO<sub>2</sub>. Se realizaron dos aplicaciones de fungicida, con un intervalo de 30 días.

**Tabla 4.** Tratamientos de aplicación foliar empleados para el control de carbón de la caña de azúcar. LCP 85-384, soca 2, Graneros, Tucumán. Campaña 2024/2025.

Principio activo	Dosis de aplicación de producto comercial (ml/ha)
Control de infección	-
Piraclostrobin (25%)	400
Piraclostrobin (13,3%) + epoxiconazole (5%)	1000
Azoxistrobina (25%)	500
Azoxistrobina (20%) + ciproconazole (8%)	500

Luego de la primera aplicación, se realizaron evaluaciones para determinar el número total de tallos y el número de tallos con síntomas de carbón en cada tratamiento. Las evaluaciones de incidencia de carbón aún se encuentran en curso.

Previo a la cosecha, se estimará el rendimiento de cada parcela considerando el número total de tallos, el peso de diez tallos seleccionados, la altura y el número de entrenudos por tallo.

#### • Evaluación en campo del efecto de la aplicación foliar de un fungicida frente a roya marrón

Durante la campaña 2023/2024, se observó una aparición temprana de roya marrón. Por este motivo, en octubre de 2023 se realizó un ensayo para evaluar la eficacia de un fungicida foliar en el control de esta enfermedad. El ensayo se llevó a cabo en un lote comercial ubicado en el departamento de Simoca, utilizando la variedad TUC 06-7 en edad soca 1. Se seleccionaron seis franjas de siete surcos cada una, divididas en dos tratamientos: tres franjas fueron tratadas con una mezcla de piraclostrobin (8,1%), epoxiconazol (5%) y fluzapiroxad (5%) a una dosis de 1,6 l/ha, mientras que las otras tres franjas se mantuvieron como testigos sin aplicación.

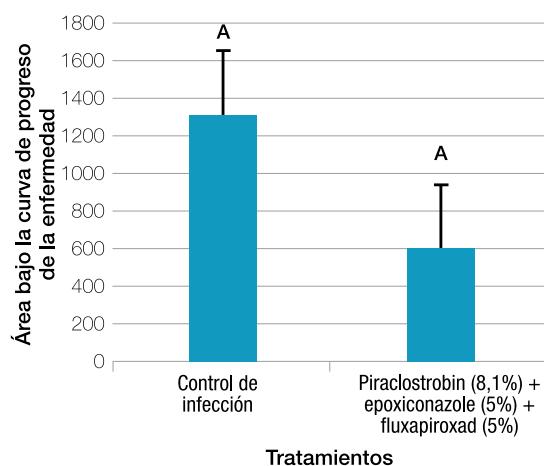
Para las evaluaciones, se recolectaron 15 hojas +3 de cada franja. Se realizó una evaluación inicial previa a la primera aplicación, seguida de muestreos cada 15 días aproximadamente. Las hojas recolectadas fueron escaneadas

en el laboratorio de Fitopatología y analizadas con el software ASSESS 1.0 (*American Phytopathological Society Severity*) para determinar el porcentaje de área foliar afectada (AFA). Con estos datos, se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC). Se logró un control efectivo de la roya marrón tras dos aplicaciones del fungicida

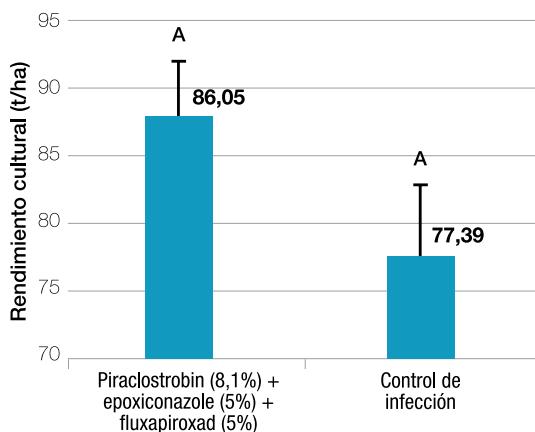
foliar. La media del AUDPC para el tratamiento con fungicida fue significativamente menor (595,2) en comparación con el testigo sin aplicación (1304,5). Figura 32.

En cuanto a los rendimientos, no se observaron diferencias significativas entre el rendimiento cultural y el rendimiento fabril. No obstante, se destaca que el tratamiento aplicado mostró un rendimiento cultural numéricamente superior (86,05 t/ha) al control (77,39 t/ha). Figura 33.

La campaña 2024/2025 se caracterizó, una vez más, por la manifestación temprana de roya marrón. Ante esta situación, se estableció un nuevo ensayo en octubre de 2024 en un lote comercial del departamento de Lules, con el objetivo de continuar investigando el efecto de fungicidas foliares en el manejo de la enfermedad. Se evaluaron dos variedades en edad de soca 1: TUC 06-7 y LCP 85-384. El diseño experimental empleado en ambas



**Figura 32.** Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de roya marrón, calculada en base a la evaluación de área foliar afectada, en el ensayo de control químico de la enfermedad. Se muestran los valores promedio y los errores estándares de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ). TUC 06-7, soca 1, Simoca. Campaña 2023/2024.



**Figura 33.** Rendimiento cultural (t/ha) del ensayo de aplicación foliar para el control químico de roya marrón. Se muestran los valores promedios y los errores estándar de cada tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). TUC 06-7, Simoca, Campaña 2023/2024.

variedades fue de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada bloque estuvo compuesto por cuatro surcos, de los cuales solo los dos centrales fueron tratados. Los tratamientos consistieron en la aplicación de una mezcla de piraclostrobin (8,1%) + epoxiconazol (5%) + fluzapiroxad (5%) a una dosis de 1,6 L/ha, y un tratamiento testigo sin aplicación. La aplicación del producto se realizó con mochila de  $\text{CO}_2$ , una vez detectada la presencia generalizada de síntomas característicos de roya marrón. Se efectuaron un total de tres aplicaciones, con un intervalo de 30 días entre cada una.

Las evaluaciones en curso se realizan bajo la misma metodología previamente detallada. Adicionalmente, se efectuarán estimaciones de rendimiento cultural y fabril

## ➤ Proyecto: Productividad de la caña de azúcar

### ➤ Plan de trabajo: Evaluación técnica económica de los factores que afectan la productividad del cultivo de caña de azúcar

#### ► Actividades de investigación

- **Estadísticas, márgenes brutos y análisis de coyuntura de la caña de azúcar en Tucumán**

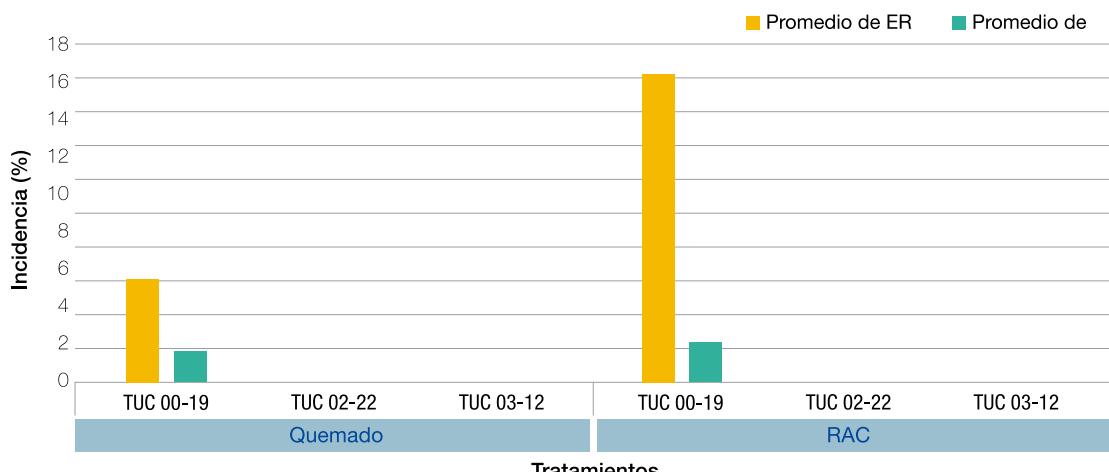
Se continuó con la actualización de la base de datos de producción, exportación, precios internos y valor de las exportaciones de azúcar en base a los datos del Centro Azucarero Argentino (CAA), la Secretaría de Comercio Interior de Tucumán y el Instituto de promoción de azúcar y alcohol de Tucumán (IPAAT). Se determinó un costo de plantación del cultivo de caña de azúcar en la campaña 2024/2025 y márgenes brutos al promediar y finalizar la zafra 2024; también se estimaron los gastos de producción para la campaña 2024/2025.

- **Servicios**

- Determinación de la Unidad Económica. Opinión técnica de la EEAOC en referencia a Ley 3658 y sus decretos sobre los principales cultivos de la provincia.

- Márgenes brutos y costos de producción de los principales cultivos de la provincia de Tucumán y nuevas alternativas productivas.

- Informes con estadísticas de los principales cultivos de la provincia de Tucumán y nuevas alternativas productivas (datos de superficie, rendimiento, precios, mercado, etc.).



**Figura 34.** Incidencia promedio de estría roja en hojas (ER) y polvillo (P) en las tres variedades evaluadas considerando el efecto de caña quemada y RAC.

- Informes de coyuntura y/o análisis económicos para otras organizaciones estatales.

#### • Extensión y transferencia, publicaciones, convenios, etc.

Para transferir se realizaron estudios, presentaciones orales y videos sobre estadísticas, costos y márgenes brutos del cultivo de caña de azúcar. Se destacan los Reportes Agroindustriales Nº 276 <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=gastos-de-produccion-y-margen-bruto-del-cultivo-de-cana-de-azucar-en-la-zafra-2022-en-tucuman-y-estimacion-para-la-zafra-2023> y Nº 263 <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=estimacion-del-gasto-de-fertilizacion-de-cana-soca-para-la-zafra-2023-en-tucuman-y-analisis-de-precios-de-los-fertilizantes-nitrogenados-entre-2015-2022>. Estos estudios analizan gastos de producción y margen bruto para el cultivo de caña de azúcar en la zafra 2022 y estimación zafra 2023, también el gasto de fertilización de caña soca para la zafra 2023. También es destacable el análisis del margen bruto del cultivo de caña de azúcar en distintos momentos de zafra en el período 2006-2022, presentado en la XXII REUNIÓN TÉCNICA SATCA, en el mismo además del costo del cultivo y de los distintos rubros que los componen, se analizan los rendimientos fabriles y culturales y los precios a lo largo de la zafra, como su variación a lo largo del año tiene una influencia diferencial en el margen.

Se participó en Jornadas Técnicas en caña de azúcar con las siguientes charlas: ¿Conviene económicamente fertilizar caña soca?; Análisis económico de alternativas de manejo de caña de azúcar; Ventajas económicas del uso de piloto automático; Análisis económico de Cane Advisor.

Se editaron diferentes videos con la información de las charlas.

#### ➢ Plan de trabajo: Cálculo de superficie y producción de caña de azúcar en la provincia de Tucumán utilizando sensores remotos

Para la estimación de superficie cosechable y niveles de producción de caña de azúcar, se utilizaron imágenes adquiridas entre los meses de enero y abril de 2024. Se trabajó con los sensores OLI, montado en la plataforma Landsat 8 (<https://catalogos.conae.gov.ar/landsat8/>;) y MSI, a bordo de los satélites Sentinel 2A

y Sentinel 2B (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

La superficie neta cosechable total con caña de azúcar para Tucumán en la zafra 2024 fue estimada en 294.470 ha. Al considerar la superficie con caña de azúcar en áreas limítrofes con las provincias de Santiago del Estero (1910 ha) y Catamarca (90 ha), el valor asciende a 296.470 ha. A escala provincial se apreciaba un incremento de la superficie cosechable con respecto a la zafra pasada (5,8%), es decir 16.060 ha adicionales aproximadamente. La superficie provincial fue separada en tres niveles de rendimiento: nivel bajo (<56 t/ha) 27%, nivel medio (entre 57 y 75 t/ha) 55% y nivel alto (>76 t/ha) 18%, utilizando como información base valores de estimación de producción bruta. La Tabla 5 detalla la superficie con caña de azúcar según niveles de producción por departamento.

**Tabla 5.** Superficie cosechable de caña de azúcar según niveles de producción, por departamento. Tucumán. Zafra 2024.

Departamento	Rto. Bajo (ha)	Rto. Medio (ha)	Rto. Alto (ha)	Total Depto (ha)
Leales	17.490	33.080	8.860	59.430
Cruz Alta	8.920	31.730	11.030	51.680
Burruyacú	10.510	25.280	7.690	43.480
Simoca	16.700	18.110	8.180	42.990
Monteros	7.750	10.170	3.490	21.410
Chicligasta	5.650	9.170	2.130	16.950
Río Chico	3.010	7.850	2.890	13.750
La Cocha	2.720	5.640	2.350	10.710
Famaillá	2.740	5.760	1.650	10.150
Lules	1.390	5.490	1.340	8.220
Graneros	2.160	3.650	1.940	7.750
J. B. Alberdi	1.030	4.830	1.670	7.530
Tafí Viejo	70	170	50	290
Capital	30	40	0	70
Yerba Buena	40	20	0	60

**TUCUMÁN 80.210 160.990 53.270 294.470**

Fuente: SR y SIG - EEAOC

El análisis de los niveles de producción en los departamentos que presentaban más de 7000 ha cosechables de caña de azúcar, en comparación con la situación a nivel provincial, mostraba el buen estado general de los cañaverales, ya que en la mayoría de los departamentos los porcentajes de cañaverales de bajo nivel de producción son inferiores al

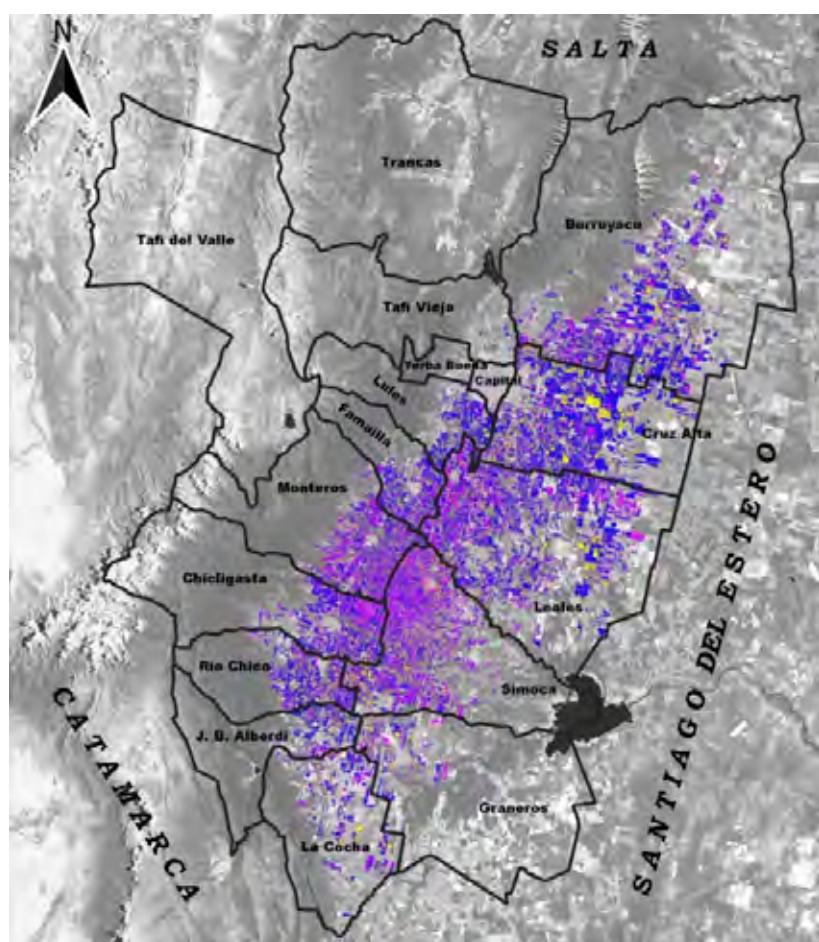
valor provincial, con excepción de Simoca, Monteros y Chicligasta. (Reporte Agroindustrial EEAOC 306).

En la Figura 35 se muestra la distribución espacial de los cañaverales diferenciados según niveles de producción.

Después de algunas zafra sin los efectos negativos de heladas de importancia agronómica, en el mes de julio de 2024, los cañaverales tucumanos sufrieron la ocurrencia de heladas catalogadas de suaves a muy severas en toda el área cañera. Además, en el mes de agosto se registraron bajas temperaturas que determinaron heladas suaves en el noreste y zonas pedemontanas, y moderadas en el centro, este y sur del área cañera. Mediante índices NDVI obtenidos a partir de imágenes Sentinel 2A y 2B del mes de agosto, se identificó y cuantificó el efecto de las heladas en la zona cañera. El avance general de la cosecha al 29 de agosto alcanzaba el 66,7% de los lotes cañeros,

en tanto que en los cañaverales sin cosechar, la mayor proporción correspondía a la categoría severamente afectado por heladas; y la mayor concentración de cañaverales medianamente y suavemente afectados por heladas se detectaba en los departamentos Burruyacú y Cruz Alta. Los resultados fueron publicados en el Reporte Agroindustrial EEAOC 317.

En el mes de agosto se realizó el ajuste de producción de caña de azúcar y, durante todo el período de zafra, el monitoreo del avance de cosecha, analizando imágenes hasta el mes de diciembre de 2024. Se detectó que alrededor del 26% de la superficie cañera fue recolectada en el período inicial de cosecha (mayo y junio), el 52% en el intermedio (julio a mediados de setiembre), el 15% en el final (mediados de setiembre a mediados de octubre) y el 5% en el período tardío (desde mediados de octubre en adelante); mientras que el 2% restante no fue cosechado. Reporte Agroindustrial EEAOC 336.



**Figura 35.** Distribución espacial de los cultivos de caña de azúcar en Tucumán, zafra 2024.

#### NIVELES DE PRODUCCIÓN

<b>BAJO</b> (Menos de 56 t/ha)	Sup.: 80.210 ha
<b>MEDIO</b> (Entre 57 y 75 t/ha)	Sup.: 160.890 ha
<b>ALTO</b> (Mayor de 76 t/ha)	Sup.: 53.270 ha

## ► **Plan de trabajo: Agricultura de precisión en caña basada en sensores remotos**

### ► **Monitoreo de quemas de caña de azúcar y otros cultivos**

Para la determinación de las áreas sometidas al proceso de quema se analizaron imágenes satelitales Sentinel 2A y2B adquiridas entre junio y noviembre de 2024. Los resultados obtenidos indican que en 2024 la caña de azúcar fue el cultivo más afectado por el fuego, con alrededor de 54.000 ha. Otros cultivos y áreas desmontadas y bosques nativos en áreas productivas también sufrieron quemas, totalizando aproximadamente 6.000 ha. Reporte Agroindustrial EEAOC 332. Cabe destacar la presencia de la EEAOC en la Mesa de Gestión Ambiental y las actividades de capacitación en la temática brindada a docentes tucumanos.

### ► **Diferenciación de edades en cañaverales con cultivo antecesor soja**

El 55% del área cañera disponible para la zafra 2024 en Tucumán fue sembrada con soja al menos en una zafra entre los años 2016 y 2023. Las zonas norte, este y sur del área cañera presentaron los mayores porcentajes de cañaverales con antecesor soja, lo que indica mayor adopción de esta práctica de rotación.

La edad con mayor porcentaje en todos los departamentos fue caña planta, con excepción de los departamentos Cruz Alta, Lules y Chicligasta en donde predominó la edad de soca 1. En cuanto al segmento de mayor productividad (socas 1 a 3), Lules fue el departamento con mayor porcentaje, seguido por Cruz Alta. Reporte Agroindustrial EEAOC 325.

### ► **Caracterización espectral de las principales variedades de caña de azúcar**

El análisis de las bandas pertenecientes a la región Red Edge de imágenes Sentinel 2 permitió determinar un comportamiento diferencial entre la banda 5, la cual presentó ND muy por debajo de las bandas 6 y 7. También en esta banda la variedad TUC 03-12 presentó la mejor diferenciación a lo largo de las cuatro fechas analizadas. En el caso de la banda 6, se observó una separabilidad de la variedad TUC 03-12 a partir de la fecha de febrero. Para la fecha de abril, es posible separar espectralmente las variedades TUC 03-12 y TUC 95-10 de las dos restantes. En la banda 7 no se detectó separabilidad entre variedades.

La región del SWIR, banda 11 y 12, mostró

en general una baja separabilidad entre las variedades LCP 85-384, TUC 95-10 y TUC 02-22. Si se detectó una separación espectral de la variedad TUC 03-12 en relación al resto de las variedades, mayormente en la banda 11.

La variedad TUC 03-12 presentó los menores valores de ND en todas las fechas y en todas las bandas analizadas, lo que indica menores valores de reflectividad que el resto de las variedades.

### ► **Zonificación del área cañera según niveles de producción**

Los objetivos del trabajo fueron realizar la zonificación del área cañera tucumana según niveles de producción considerando el período 2011 - 2024, y relacionarla con las regiones agropecuarias. Alrededor del 48% del área cañera correspondió a zonas de producción baja, el 50% a zonas de producción intermedia y el 2% restante a zonas de producción alta.

El análisis de los valores porcentuales a nivel departamental revela las mejores condiciones de los departamentos Lules, Cruz Alta, Burruyacú y J. B. Alberdi, puesto que las zonas de producción intermedia y alta sumaron en conjunto alrededor del 60% en cada caso. En contraste, Simoca y Monteros resaltaron por presentar los mayores valores de zonas de producción baja (próximos al 60%).

La expansión de los cañaverales en los últimos años se realizó hacia el norte, este y sur del área cañera tradicional, abarcando mayormente la región agroecológica de la Llanura Chacopampeana (principalmente en el departamento Burruyacú) y en menor medida, la Llanura Deprimida y el Pedemonte. Las condiciones ambientales en la zona de expansión, permitían presuponer menores rendimientos que en el área cañera tradicional. Sin embargo se constataron altas concentraciones de zonas de producción intermedia y alta en dichas áreas, lo que puso de manifiesto que el manejo adecuado del cultivo es un factor de gran incidencia en los rendimientos de los cañaverales.

### ► **Análisis de la evolución de *Diatraea Saccharalis* en el área cañera tucumana con SIG**

El análisis de los mapas temáticos resultantes permitió la identificación de zonas con diferentes niveles de infestación de *Diatraea Saccharalis*. Se pudo detectar una concentración de las categorías naranja

y roja, las de mayor infestación, en el sector oriental del departamento Cruz Alta y parte de Leales; de las categorías amarilla y naranja, en los departamentos Monteros, Chicligasta y Río Chico; mientras que en el sur provincial (departamentos La Cocha y Graneros) se advirtió una prevalencia de la categoría amarilla.





# Programa Citrus



## Objetivo general

Levar la rentabilidad de la explotación citrícola por el incremento cualitativo y cuantitativo de la producción, mediante el mejoramiento del material vegetal y de las prácticas culturales y con un control económico de plagas y enfermedades que lo afectan.

## Proyectos

- Portainjertos
- Especies, variedades y cultivares
- Plagas y Enfermedades
- Prácticas culturales
- Nutrición
- Poscosecha
- Economía

## Proyecto: Portainjertos

### Ensayos de nuevos portainjertos híbridos para limonero Eureka Frost y Lisboa Frost

Los ensayos fueron implantados en la localidad de Lules, Tucumán, en octubre de 2007. La producción del 2024 expresada en kg/planta, se puede observar en la tabla 1.

### Ensayos de nuevos portainjertos

Durante la primavera de los años 2012 y 2013 se implantaron dos nuevos ensayos de portainjertos. En ambos casos los portainjertos utilizados fueron Lemandarines, Volkameriano x mandarino Cleopatra (*Citrus volkameriana* Ten. Et Pasq. X *Citrus reshni*Hort. ex Tan).

**Tabla 1.** Producción 2024 para limoneros Eureka y Lisboa expresada en Kg/pl.

Limonero	Portainjerto	Producción 2024
Eureka Frost	81 G 220	202,0
	61 AA3	183,1
	75 AB	240,8
	79 AC	177,5
	81 G 513	232,9
	Cleopatra	222,1
Lisboa Frost	81 G220	201,7
	61 AA3	246,0
	75 AB	242,1
	79 AC	155,0
	C35	175,8
	Flying Dragon	142,3
	Citrumelo 4475	241,5

En Monte Grande, Famaillá, la copa utilizada fue Génova nuc, en Sargent Moya, Lisboa Frost. Las líneas más productivas durante la campaña 2024 se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Producción de limonero Génova y Lisboa expresados en kg/pl, campaña 2024.

Portainjertos	Producción Kg/pl	
	Génova-Monte Grande (2012)	Lisboa-Sargent Moya (2013)
81G 2/4	356,7	266,8
81 G 8/5	352,9	--
81G 2/20	338,8	--
81 G 5/13	334,6	355,0
81G 4/5	332,1	--
81G 6/11	--	305,6
81 G 2/24	--	293,5
81G 9/1	--	293,2

## ➤ Ensayo de portainjertos locales e introducidos para limonero Lisboa

Se seleccionaron 33 progenies, destacadas en aspectos productivos, tamaño de plantas y algunos con posible tolerancia a HLB (teniendo en cuenta cruzamientos similares evaluados en otras regiones), además de 4 líneas portainjertos introducidos de USA. Actualmente los ensayos (experimental y semicomercial) plantados en el año 2022, se encuentran en etapa de

relevamiento y establecimiento a campo de los siguientes apartados:

- a.** Ensayos experimentales en las localidades de San Andrés y El Cajón (Tabla 3).
- b.** Ensayos semicomerciales en las localidades de San Andrés y El Cajón (Tabla 4).
- c.** Ensayo semicomercial en la Localidad de El Tajamar (Tabla 5).

**Tabla 3.** Especificaciones de los ensayos a escala experimental.

Cruzamiento	Líneas por Localidad	
	San Andrés	El Cajón
Cleopatra x Trifolio USDA	79 AB 6/10	79 AB 6/12 ; 79 AB 6/14
Cleopatra x Trifolio EEAT 136	81 AA 11/8	--
N. Agrio 108 x Trifolio EEAT	75 C 7/7	--
Ruby blood x Trifolio Barnes	79 A 3/13	--
Ruby blood 1584 x Trifolio USDA	79 AD 4/13	--
Ruby blood 1598 x Trifolio USDA	79 AE 1/11	79 AE 1/13
Volkameriano x Trifolio USDA	81 E 24/1 ; 86 E 44/13	81 E 24/14 ; 86 E 45/12
Volkameriano x C. Troyer	79 R 6/6	--
Cleopatra x Citrumelo CPB 4475	81 AB 11/17	--
Rangpur x C. Troyer	79 P 4/9	--
Volkameriano x N. Agrio Riverside	84 G 38/5	--
M. Cleopatra x T. Flying Dragon	I.7156	--
Siamese Pummelo x Gotha road t	I. 7067	--
M. Cleopatra x Trifolio	61 AA 3	61 AA 2
Ruby blood x Trifolio	C35	--
Citrus Volkameriano	Volkameriano	--
Trifolio	F.Dragon	--
M. Cleopatra x Citrumelo CPB 4475	79 AC	--
Selección del Riachuelo x Trifolio	--	79 CL 12/2
N. Agrio 108 x Trifolio USDA	--	79 N 5/5
Volkameriano x C. Carrizo Texas	--	81 A 13/12
N. Vinalito x C. Troyer	--	81 H 32/10
L. Rangpur x Trifolio Barnes	--	83 L 16/3
M. Sunki x Trifolio Benecke	--	I. 6983
M. Sunki x T. Flying Dragon	--	I. 7154

**Tabla 4.** Especificaciones de los ensayos a escala semicomercial, San Andrés y El Cajón.

Cruzamiento	Líneas por Localidad	
	San Andrés	El Cajón
Cleopatra x Trifolio USDA	79 AB 6/10	79 AB 6/12 ; 79 AB 6/14
Ruby blood x Trifolio Barnes	79 A 3/13	--
Ruby blood 1584 x Trifolio USDA	79 AD 4/13	--
Ruby blood x Trifolio	C35	--
Ruby blood 1598 x Trifolio USDA	--	79 AE 1/13
M. Cleopatra x Trifolio	--	61 AA 3

**Tabla 5.** Especificaciones de ensayo a escala semicomercial, El Tajamar.

Cruzamiento	Código
M. Cleopatra x Trifolio	61 AA3
M. Sunki x T. Flying Dragon	I 7154
Ruby blood 1584 x Trifolio USDA	79 AB 6/12
M. Cleopatra x T. Flying Dragon	I 7156
Cleopatra x Trifolio EEAT 136	81 AA11/8

### ➤ Evaluación de nuevas líneas de portainjertos en la Localidad de El Tajamar

Las líneas de portainjertos 88 C, 87 B y 85 C obtenidas en el Programa de Mejoramiento de la EEAOC se implantaron en el 2016 en un ensayo cuyo objetivo fue comparar la eficiencia productiva de los distintos portainjertos y su comportamiento con limonero Génova. En el mismo se evalúan 21 líneas de cruzamientos entre limón Volkameriano y mandarino Sunki y seis líneas de portainjertos convencionales. Las líneas más productivas durante el año 2024 se muestran en la tabla 6, expresado en kilogramos por planta (Kg/pl).

**Tabla 6.** Especificaciones de Ensayo y Producción promedio (kg/planta) por corte.

Portainjertos	Kg/pl
88c 8/13	277,1
88c 7/18	246,2
85c 43/2	241,9
88c 7/21	240,2
88c 8/4	231,6
88c 7/2	223,7
87b 43/7	221,4

### ➤ Mejoramiento mediante métodos clásicos

#### ► Cruzamientos

La EEAOC reanudó el Programa de Mejoramiento de Portainjertos iniciado por José Luis Foguet en la década del sesenta; dando especial énfasis a la obtención de híbridos que confieren alto porcentaje de poliembrionía, mayor eficiencia productiva, mayor resistencia a factores abióticos, tolerancia o resistencia a enfermedades, menor tamaño de copa etc. Las hibridaciones durante el año 2024, se realizaron en las localidades de Monte Grande Famaillá y EEAOC Las Talitas tabla 7.

En cuanto a los híbridos obtenidos a lo largo de las sucesivas polinizaciones destacamos la serie del año 2021 con 38 híbridos los cuales serán plantados y evaluados a campo en la primavera 2025.

**Tabla 7.** Hibridaciones campaña 2024.

Monte Grande				EEAOC			
♀	♂	Nº Fl.H*	R.Fr**	♀	♂	Nº Fl.H*	R.Fr**
M.Cleopatra	F Dragon.	17	3	M.Chansha	T.Benecke	30	1
M.Cleopatra	Cit.75 AB	20	0	M.Chansha	T.Rich	30	7
M.Cleo II	F Dragon.	21	2	M.Chansha	Cit. 75 AB	30	1
M.Cleo II	T Rubidoux	15	0	M.Chansha	F Dragon.	20	1
N.Valencia	F Dragon.	11	0	M.Chansha	T.Rubidoux	35	0
N.Valencia	T.Rich	15	0	N.Agrio	T Benecke	34	1
N.Valencia	T.Benecke	5	0	N.Agrio	F dragon.	14	0
Lima Dedo	T.Benecke	1	0	N.Agrio	F dragon.	30	3
Lima Dedo	F Dragon	16	0	Ruby Blood	T.Benecke	51	0
L.Rangpur	F Dragon	15	0	Ruby Blood	F Dragon.	48	1
Yuzu	T.Benecke	15	0	Ruby Blood	T.Rubidoux	30	1
-	-	-	-	M.Sunki	Cit 75 AB	62	6
-	-	-	-	M.Sunki	T.Benecke	12	0
-	-	-	-	M.Sunki	F Dragon.	11	0
-	-	-	-	M.Sunki	T.Rich	39	4
-	-	-	-	M.Sunki	T.Rubidoux	30	0
-	-	-	-	M.Sunshusha	Cit 75 AB	20	6
-	-	-	-	M.Sunshusha	T.Benecke	33	2
-	-	-	-	M.Sunshusha	T.Rubidoux	90	22
-	-	-	-	M.Sunshusha	T.Rich	7	0
<b>Total</b>		<b>151</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>		<b>656</b>	<b>56</b>

\*Nº.Fl.H (Número de flores hibridadas). \*\*R.Fr. (recuento de frutos)

## ► Generación de nuevo germoplasma cítrico mediante herramientas biotecnológicas

### ► Transformación de portainjertos cítricos con genes que incrementen la resistencia a enfermedades cuarentenarias y/o emergentes

Con el objetivo de generar portainjertos con resistencia incrementada a enfermedades, se llevaron a cabo experimentos de transformación utilizando genes asociados a la síntesis de Ácido Salicílico (AS). Se espera que la expresión constitutiva de estos genes en cítricos induzca un incremento de la resistencia contra diferentes patógenos: *Xanthomonas citri* cv. *citri* (Xcc), huanglongbing o patógenos fúngicos de suelo. Hasta la fecha se obtuvieron 6 líneas transgénicas de diferentes genotipos de portainjertos, las cuales mostraron una resistencia incrementada a cancrosis.

### ► Transformación de portainjertos cítricos con genes que incrementen la tolerancia a estrés abiótico

Se propuso generar portainjertos cítricos con mayor tolerancia al estrés hídrico y salino mediante la incorporación de un factor de transcripción que regula este tipo de respuestas. Se llevaron a cabo ensayos de transformación, logrando la recuperación de brotes transgénicos putativos.

Con el objetivo de ajustar un sistema de fenotipado que permita predecir la respuesta de los nuevos portainjertos frente al estrés abiótico, se realizaron ensayos de sequía y salinidad en condiciones controladas en invernadero utilizando diferentes genotipos cítricos de uso comercial.

### ► Multiplicación *in vitro* de portainjertos transgénicos

A partir del protocolo de transformación genética utilizado en nuestro laboratorio, solo es posible recuperar una planta transgénica por cada brote regenerado, dificultando la posterior evaluación de las líneas. Por esto, se planteó la necesidad de incorporar una etapa en el proceso de transformación que permita la multiplicación *in vitro* del brote transgénico regenerado antes de que pase a la fase de rusticación. Con este objetivo, se evaluó el efecto de incubar los brotes en medios adicionados con diferentes concentraciones de hormonas y se observaron efectos positivos sobre la tasa de multiplicación. Estos estudios contribuyen al desarrollo de un protocolo de propagación *in vitro* de portainjertos cítricos.

### ► Incorporación en el Programa de Mejoramiento de la EEAOC el uso de marcadores moleculares para la selección de los portainjertos híbridos poliembrionícos

La poliembrionía es un carácter valioso en el mejoramiento de portainjertos asegurando mantener las características en la multiplicación. El uso de marcadores moleculares que detectan poliembrionía permiten seleccionar en la F1 los híbridos poliembrionícos, sin necesidad de llegar hasta la fructificación para el fenotipado. Se incorporó esta herramienta biotecnológica para la selección de los híbridos poliembrionícos generados por el programa. En esta campaña se determinó la poliembrionía de 38 híbridos obtenidos por el PMG de EEAOC.

## ► Especies, variedades y cultivares

### ► Colecciones Cítricas

Los bancos de germoplasma cumplen un papel esencial en la preservación y mantenimiento de recursos fitogenéticos, como fuentes de variabilidad y para uso en la obtención de nuevos portainjertos.

**Objetivo:** Los bancos de germoplasma cumplen un papel esencial en la preservación y mantenimiento de recursos fitogenéticos, como fuentes de variabilidad.

### ► Colección de portainjertos

La EEAOC, mediante el programa de Mejoramiento de Portainjertos, generó e introdujo numerosas líneas de portainjertos, algunos de los cuales son de uso masivo en la actual citricultura tucumana.

En el año 2020, se recopiló información del material genético existente en la provincia y se inició el proceso de recuperación de los mismos. El objetivo es preservar el material genético. Durante el 2024 se realizó el relevamiento y refalle de plantas muertas.

Total nº de líneas de portainjertos plantadas a campo = 288

### ► Colección de limoneros y frutas ácidas

En el año 2019, se implantó una colección con: 83 Limones, 5 Limas Ácidas, 2 Lima Dulce, 2 Bergamotos y 2 Cidros, en la localidad del Tajamar, el marco de plantación es de 8m x 4m y el portainjerto utilizado fue 79 AC. El objetivo es preservar el material genético y realizar

evaluaciones agronómicas de las diferentes líneas a partir del tercer año. En el año 2024 se evaluó producción en Kg/pl de todas las líneas destacándose la que se muestran en la Tabla 8. El detalle es el siguiente:

**Tabla 8.** Producción en kg/planta.

Variedad	kg/pl
Villafranca	124,4
Femenino (FAZ-INTA) nuc.	108,8
Primofiori (FAZ-INTA) nuc.	107,5
Fino 49 micro	106,2
Lisboa Prior 14-18 nuc.	105,0

### ► Producción de plantas cítricas madres libres de virus

**Objetivo:** disponer de un plantel de plantas madres cítricas de alta calidad genética, eficiencia productiva y libre de plagas y enfermedades transmisibles por injerto establecidas por la normativa nacional en vigencia (Res.458/2023 de INASE).

Durante el año 2024 el Centro de Saneamiento realizó los diagnósticos requeridos por la normativa vigente, ampliándose la colección con la incorporación de 4 variedades solicitadas por el medio productivo: lima de pupo (*C. limetta*), B. Castagnaro, Marsh Early y mandarino Yuzu. Se renovaron 16 plantas de portainjertos producidos en 2023-2024: Rangpur, Volkameriano, n. Agrio, citrumelos 75 AB y CPB 4475, citranges Troyer, C 35 y Benton, citrandarines X 639 y 61 AA3, m. Cleopatra, trifolios Rubidoux y Flying Dragon y citrus otros híbridos 81G 220, 81G 513 y 79 AC. Se encuentran próximos a iniciar los diagnósticos de enfermedades reglamentadas a los híbridos promisorios del programa de mejoramiento de la EEAOC 79 A 3/13 y 79 AB 6/12.

### ► Conservación de materiales cítricos bajo cubierta

**Objetivo:** preservar bajo cubierta el banco de germoplasma cítrico de interés de la EEAOC ante la amenaza del ingreso del HLB a la región del NOA.

Se preservan bajo cubierta materiales de interés comercial, histórico y fitotécnico del Banco de Germoplasma a campo. Se dispone actualmente de 153 variedades, de las cuales 98 se encuentran saneadas: 79 limoneros (22 saneados), 19 portainjertos (19 saneados), 6

limas (5 saneadas) y 22 variedades dulces, 11 pomelos, 7 mandarinos, 1 bergamota, 6 ornamentales (2 saneados).

### ► Proyectos y convenios

Se ejecutó el último año del Proyecto “Estrategias para la prevención de la introducción y distribución de enfermedades transmisibles por injerto de potencial riesgo para la actividad cítrcola argentina” del Programa ImpaCT.AR del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MinCyT). Con el último desembolso del subsidio se compraron insumos y reactivos para continuar con el proyecto. Se encuentra en curso el diagnóstico biológico de enfermedades transmisibles por injerto en diferentes indicadores biológicos.

### ► Servicios

El objetivo principal del Centro de Saneamiento de Citrus es garantizar al sector productivo del NOA, la disponibilidad de materiales de propagación cítrico, según lo establece la normativa nacional en vigencia (Res.458/2023 de INASE).

#### ► Material de propagación de portainjertos cítrico certificado

Se cumplió con la demanda de semilla certificada de portainjertos cítricos entregándose 215 kg y se ejecutaron tareas culturales en la colección de plantas madres semilleras para incrementar la producción de semilla certificada. Se realizó el servicio de diagnóstico biológico de enfermedades de grupo Psorosis a 50 plantas candidatas a semilleras de viveros de la región y se finalizaron los diagnósticos iniciados el año anterior.

#### ► Material de propagación de variedades de copas de cítricos certificados

Se abasteció la demanda entregándose 12.500 unidades de yemas certificadas. Se renovaron los bloques de multiplicación que cumplieron los plazos de vigencia y se aumentó el número de plantas de naranjo Valencia para lograr cubrir con la creciente demanda de esta variedad.

Cuarentena vegetal post-entrada: se liberaron cuatro variedades ingresadas que cumplieron con el protocolo de SENASA.

Servicio de saneamiento y diagnóstico a terceros. Se concluyó satisfactoriamente este servicio, permitiendo la liberación de una variedad vegetal a su empresa propietaria

Se realizaron gestiones en Registro Nacional de Cultivares de INASE para poder entregar yemas de Bergamota Castagnaro y *Citrus junos* que no cumplían con los requerimientos de la normativa vigente.

### ➤ Calidad en laboratorio

El Centro de Saneamiento de Citrus continuó trabajando bajo el Sistema de Gestión de la Calidad cumpliendo con los requisitos de la Norma ISO 9001 con los lineamientos de las BPL y lo establecido por INASE y SENASA. Es referente y único “Laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades de Plantas Cítricas de Vivero y sus Partes” para el NOA y forma parte de la Red Nacional de Laboratorios de Ensayo y Diagnóstico de SENASA, en la categoría Fitosanitario en los rubros: diagnóstico de tristeza de los cítricos, viroides cítricos y psoriasis de los cítricos. El laboratorio ha sido sometido a la auditoría anual y se aprobó satisfactoriamente manteniendo su certificación, cumpliendo con los estándares requeridos por la normativa vigente (IF-2025-05106769-APN-DLV#SENASA).

### ➤ Recursos Humanos

El personal técnico y los investigadores del CSC cumplieron la capacitación anual programada según el análisis de las necesidades de la sección. Los temas abordados fueron: gestión de la información científica, metodologías de diagnóstico (qPCR y sus variantes, puesta a punto y optimización), nutrición vegetal así como actualización de la gestión de viveros. La Lic. Florencia Palacios cursó el 5 año de su doctorado.

### ➤ Extensión y transferencia

16/04/24 Recepción de estudiantes FAZ UNT cátedra de Fruticultura.  
 17/08/2024. Recepción de alumnos de Escuela de Agricultura.  
 30/5/2024. Recepción estudiantes de la maestría de Agronegocios de la Universidad Austral  
 27 y 28/9/2024 Especialización en Citricultura de la Universidad Nacional de Tucumán, Universidad San Pablo-T y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

## ➤ Proyecto Plagas y Enfermedades

### ➤ Estudios sobre mancha negra de los cítricos (*Phyllostica citricarpa*) y otros síntomas asociados

**Objetivo:** determinar tratamientos eficaces para el control de la mancha negra de los cítricos.

### ➤ Evaluar la eficacia de diferentes tratamientos con fungicidas de síntesis química, sales y bioproductos aplicados en campo para controlar la mancha negra de los cítricos

**Breve descripción metodológica:** Se realizaron tres ensayos de control de mancha negra en zonas agroecológicas diferentes evaluándose incidencia y eficacia en mayo 2024 (cosecha):

**1. Monteros:** un lote adulto de limón Génova/ Citrumelo se trató con bio-productos: *Bacillus amiloliquefasciens*; proteínas solubles de *Acremonium strictum* SS71 (bioinductor vegetal Howler); y extracto vegetal de extracto de *Reynoutria sachalinensis* (Regalia), combinados con óxido cuproso aplicado en tres y cinco momentos y se comparó con los tratamientos estándar de cinco aplicaciones de óxido cuproso solo o en mezcla con estrobilurinas, en uno, dos y tres momentos y una formulación líquida de óxido cuproso (en diferentes dosis). Las dosis fueron: 1,5‰ para el óxido cuproso; 0,16‰ de las estrobilurinas, 4 L Howler/ha; 0,3 y 0,4‰; 1,5 L/ha de Regalia y 0,6, 0,7 y 0,82‰ de la formulación líquida de cobre. El volumen promedio de aplicación fue de 6.300 L/ha.

**2. Cruz Alta:** en un lote adulto de limón Lisboa Limoneira 8 A, se evaluaron los siguientes tratamientos: *Bacillus amiloliquefasciens* 2 kg p.c./ha en cinco aplicaciones (oct y nov, sin óxido cuproso y en dic, ene y feb, con el cúprico); la mezcla comercial pyraclostrobin más fluxapyroxad (1 L p.c./ha); óxido cuproso en distintas formulaciones (WP, WG y SC) y dosis (3,75 y 5 Kg Cu/ha para las formulaciones sólidas y 3,1, 3,6 y 4,2 Kg Cu/ha para líquida); un formulado micronizado de óxido cuproso (1 Kg Cu/ha) solo y en mezcla con óxido de Zn (0,4 Kg/ha); y bicarbonato de potasio (Vacres) en tres dosis 1‰, 2‰ y 3‰ (1, 2 y 3 kg p.c./ha) en mezcla con óxido cuproso. El testigo químico fue el tratamiento estándar de cinco aplicaciones de óxido cuproso (3,75 Kg Cu/ha) más pyraclostrobin (1 L p.c./ha) en diciembre. El volumen promedio de aplicación fue de 5.000 L/ha.

**3. Cruz Alta:** en un lote de limón de similares características al Ensayo 2, se evaluaron los siguientes tratamientos: cinco aplicaciones de Vacres al 1, 2 y 3% (5, 10 y 15 kg/ha) más óxido cuproso 1,5%; cinco aplicaciones de Vacres al 3% más el cúprico, adicionando pyraclostrobin (1 L p.c./ha) en la tercera aplicación (dic); y cinco aplicaciones de ox cuproso más Cevya (mefentrifluconazole 40%) al 2,5% en dic y ene. Los testigos fueron: cinco aplicaciones de cúprico; cinco aplicaciones de cúprico más una de Comet (dic); cinco aplicaciones del cúprico más dos de Comet (dic/ene); y sin tratamiento. Se realizaron cinco aplicaciones, desde la caída de pétalos, hasta que el fruto alcanzó el tamaño tolerante a la infección (50-55 mm) en febrero; con un volumen de caldo de 5.000 L/ha). En todas las aplicaciones se usó aceite mineral al 1% como coadyuvante, excepto en enero (aceite al 1% como insecticida).

Resultados:

**1. Monteros:** la incidencia fue del 46% en el testigo sin tratar, entre 1 y 4% con cinco aplicaciones de óxido cuproso más dos de estrobilurinas (oct y dic; o nov y dic) o tres (oct, nov y dic); entre 6 y 8% con dos de estrobilurinas más tardías (dic y ene) o una sola (dic); entre 21 y 28% con cinco de cobre (formulaciones líquidas y sólidas); y entre 34 y 40% con tres de cobre. La eficacia de control fue: 93 a 98% con los tratamientos estándar de dos o tres aplicaciones de estrobilurinas; entre 83 y 87% con dos aplicaciones de estrobilurinas más tardías o una sola; entre 39 y 54%; con cinco aplicaciones de cobre; y menor a 26% con tres aplicaciones de cobre. La adición de bioproductos a los tratamientos con el cúprico no aumentó la eficacia de control.

**2. Cruz Alta:** la incidencia fue del 91% en el testigo sin tratar, 6% con cinco aplicaciones de óxido cuproso más pyraclostrobin, 11% con el cúprico más fluxapyroxad-pyraclostrobin) entre 14 y 15% con las dosis más altas de la formulación líquida de óxido cuproso; del 17 ➤ 24% con las formulaciones sólidas y dosis de óxido cuproso, con la dosis menor de la formulación líquida y con el tratamiento del bioproducto alternado con óxido cuproso; y entre 36 y 46% con el óxido cuproso micronizado solo y en mezcla con óxido de zinc. La eficacia de control fue: 94% con cinco aplicaciones de óxido cuproso más pyraclostrobin; 88% con el cúprico más fluxapyroxad-pyraclostrobin; entre 84 y 85% con las dosis más altas de la formulación líquida de

óxido cuproso; entre 67 y 81% con las distintas formulaciones sólidas y dosis de óxido cuproso, con la dosis menor de la formulación líquida y con el tratamiento del bioproducto alternado con óxido cuproso; y entre 49 y 60% con el óxido cuproso micronizado solo y en mezcla con óxido de zinc.

**3. Cruz Alta:** la incidencia fue del 42% en el testigo sin tratar, 18% con cinco aplicaciones de óxido cuproso; 13% con la adición de Vacre al 1%; 9% con la adición de Vacre al 2%; 8% con la adición de Vacre al 3%; 4% con óxido cuproso más Vacre al 3% más pyraclostrobin; 5% con óxido cuproso más Cevya; 4% con óxido cuproso más pyraclostrobin; y 0% con cinco aplicaciones del cúprico más Comet en diciembre y enero. La eficacia de control con óxido cuproso más Vacre fue 70, 79 y 81% con las dosis de 1, 2 y 3%, respectivamente, superando el control del óxido cuproso, que tuvo una eficacia de 57%. La adición de Vacre al tratamiento con estrobilurina, no incrementó la eficacia de control. La eficacia del tratamiento con Cevya fue de 88%.

► **Evaluar la influencia de tratamientos con fungicidas de síntesis y bioproductos aplicados en campo en la manifestación de síntomas de mancha negra durante la poscosecha, a partir de infecciones latentes**

**Breve descripción metodológica:** Se evaluó la incidencia de mancha negra en poscosecha con la fruta del ensayo realizado en Monteros. Se seleccionaron frutos asintomáticos que fueron almacenados durante 5 días a temperatura ambiente, seguido de 30 días a 5°C. Estos frutos no recibieron la aplicación de fungicidas de poscosecha.

**Resultados:** La incidencia fue: 9% en el testigo sin tratar; 5% con cinco aplicaciones de cobre (formulaciones líquidas y sólidas); y entre 0 y 1,9% con cinco aplicaciones de óxido cuproso más dos aplicaciones de estrobilurinas (octubre y diciembre; noviembre y diciembre; o diciembre y enero) o tres aplicaciones (octubre, noviembre y diciembre).

► **Evaluar la factibilidad de los tratamientos en función de los residuos de estrobilurinas generados en fruta y aceite, y evaluar los residuos en el periodo crítico de infección (diciembre) a partir de la aplicación**

**Breve descripción metodológica:** Se evaluaron los residuos de estrobilurinas en fruto y en aceite, al momento de la cosecha comercial.

Además, se realizaron curvas de degradación de azoxistrobina y pyraclostrobin con la fruta del ensayo de Monteros, midiendo residuos en fruta, en diferentes momentos. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio Química de la EEAOC.

Resultados: los residuos resultaron por debajo de los LMRs permitidos en los mercados de destino de la fruta fresca, asimismo, estuvieron por debajo de los LMRs permitidos en Argentina. Los valores en fruta fueron: menores a 0,010 mg/kg (límite de cuantificación) y 0,024 para una o dos aplicaciones de azoxistrobina o pyraclostrobin; y entre 0,025 y 0,056 mg/kg para dos o tres aplicaciones. Los residuos en el aceite esencial fueron: 2,3 y 3,3 mg/kg para una aplicación de azoxistrobina y pyraclostrobin, respectivamente; y 2,7 mg/kg para dos aplicaciones de azoxistrobina o pyraclostrobin (oct y dic); 2,2 y 4,5 para dos aplicaciones (nov y dic) de azoxistrobina y pyraclostrobin, respectivamente; entre 3,9 mg/kg y 5,3 mg/kg para dos aplicaciones (dic y ene) o tres aplicaciones (oct, novi y dic) de azoxistrobina o pyraclostrobin. La curva de degradación en fruta fue: entre 0,10 y 0,18 mg/kg recién aplicado; 0,10 mg/kg a los 7 días; entre 0,06 y 0,07 mg/kg a los 14 días; 0,05 mg/kg a los 21 días; 0,04 mg/kg a los 28 días y a los 60 días post-aplicación.

► **Evaluar la influencia de los agroquímicos aplicados en poscosecha en la manifestación de síntomas de mancha negra durante la poscosecha, a partir de infecciones latentes.**

Breve descripción metodológica: se evaluó la eficacia del nuevo formulado, Gradual (azoxistrobina 23,8% más fludioxonil 23,8%) para controlar infecciones latentes en frutos de limón. Se seleccionaron frutos de limón asintomáticos de un lote de limón con presencia de mancha negra, que recibió dos tratamientos diferentes en campo: a) Seis aplicaciones de óxido cuproso cada aproximadamente 30 días desde cuaje; y b) Idem anterior más Comet 1 L p.c./ha en diciembre. Cosechados los frutos, se realizó una aplicación en poscosecha con Gradual (0,4 L p.c. /100 L), y se almacenaron 40 días, en condiciones predisponentes para la manifestación de síntomas de mancha negra a partir de infecciones latentes. Se compararon los resultados con un testigo-absoluto (sin tratamiento poscosecha) y con Graduate A+ (azoxistrobina 23,8% + fludioxonil 23,8%), a la misma dosis, como testigo-químico. Se evaluó la incidencia a los 10 días y 30 días de

almacenamiento a 25°C.

Resultados: la incidencia en los frutos del tratamiento a), fue: 27 y 52% sin tratamiento poscosecha, 3 y 10% con la aplicación de Gradual en poscosecha; y 4 y 11% con el testigo químico. Los resultados del tratamiento b) fueron: 6 y 10% sin tratamiento poscosecha; 2 y 3% con la aplicación de Gradual en poscosecha; y 1 y 5% con el testigo químico Graduate. La eficacia de Gradual fue de 81% con frutos tratados en campo con óxido cuproso; y 70% con cuproso más Comet, valores similares a los obtenidos con Graduate. Los residuos en la fruta al aplicar la dosis de 0,4 L p.c./100 L fueron: 0,51 y 0,95 mg/kg de azoxistrobina y fludioxonil para Gradual; y 0,43 y 0,36 mg/kg de azoxistrobina y fludioxonil para Graduate.

► **Identificar el agente causal a partir de síntomas sospechosos de mancha negra.**

Breve descripción metodológica: Se analizaron 129 muestras con síntomas sospechosos de mancha negra, mediante técnicas convencionales (siembras y aislamiento, observación al microscopio de las estructuras reproductivas) y moleculares (qPCR). Resultados: 55% resultaron positivas y 45% resultaron negativas. Estos resultados demuestran la necesidad de realizar análisis de laboratorio para el diagnóstico de enfermedades cuarentenarias.

► **Estudios y control de la cancrosis de los cítricos**

**Objetivo:** Evaluar la eficacia de distintos tratamientos para el control de la cancrosis de los cítricos (*Xanthomonas citri* pv. *citri*) en limón en Tucumán.

► **Evaluar la eficacia de diferentes formulaciones y dosis de óxido cuproso, y la combinación del óxido cuproso con óxido de zinc para control de cancrosis en campo**

Breve descripción metodológica: En un lote adulto de limón Lisboa Limoneira 8 A ubicado en Las Piedritas, se evaluaron los siguientes tratamientos: óxido cuproso; WP, WG y SC a 3,75 y 5 Kg Cu/ha para las sólidas; 3,1, 3,6 y 4,2 Kg Cu/ha para la líquida; la adición de óxido de zinc (0,4 kg/ha) al óxido cuproso (3,75 kg Cu/ha); y un formulado micronizado de óxido cuproso (1 Kg Cu/ha) solo y en mezcla con óxido de Zn (0,4 Kg/ha). Se realizaron seis aplicaciones desde la caída de pétalos y

el volumen promedio fue de 5.000 L/ha. Se evaluó la incidencia y severidad de cancrisis a cosecha. Se calculó la eficacia de control en comparación con el testigo sin tratar.

Resultados: la incidencia en el lote del ensayo tuvo un valor medio 43,6%, en el testigo sin tratar, en los tratamientos fue: entre 6 y 9% con la dosis más alta de cobre evaluada en las formulaciones sólidas y líquida; 10% con la dosis más baja de las formulaciones sólidas; entre 15 y 21% con las dosis bajas de la formulación líquida y con el formulado micronizado de óxido cuproso solo y en mezcla con óxido de Zn. La eficacia del mejor tratamiento fue entre 79 y 87% con las dosis de 5 kg Cu/ha en formulaciones sólidas y 4,2 kg Cu/ha en líquida. La adición de Zn no aumentó la eficacia de control en la dosis evaluada.

► **Relevamiento de la cancrisis tipo B, causada por la bacteria *Xanthomonas citri* pv. *aurantifoliae*, en frutos cítricos del NOA**  
 Breve descripción metodológica: se coordinó con SENASA y se establecieron los procedimientos de monitoreo y toma de muestras de fruta del NOA. Durante las campañas 2022, 2023 y 2024, se recolectaron 839 muestras con síntomas de cancrisis (ya que se reporta que los síntomas de cancrisis B son similares a los de cancrisis A) y fueron analizadas mediante la técnica molecular (PCR) para diagnóstico de cancrisis B, además de la técnica qPCR para cancrisis A, en el laboratorio de Fitopatología de la EEAOC. Del total de muestras analizadas, el 79% procedían de la provincia de Tucumán, un 20% de Salta y un 1 % de Jujuy.

Resultados: Todas las muestras analizadas resultaron negativas para el patotipo B.

► **Identificar el agente causal a partir de síntomas sospechosos de cancrisis en frutos**

Breve descripción metodológica: Se analizaron 32 muestras con síntomas sospechosos de cancrisis, mediante técnicas convencionales (siembras y aislamiento en agar nutritivo) y moleculares (qPCR).

Resultados: De las muestras analizadas el 91% de resultaron positivas para cancrisis A, mientras que el 9% restante fueron negativas, correspondiendo a daños causados por agentes abióticos.

► **Huanglongbing (HLB) (ex greening): relevamiento y detección de la enfermedad y del insecto vector, *Diaphorina citri*, en la región cítrícola del norte argentino**

**Objetivo:** Determinar la situación de las provincias del Noroeste Argentino (Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca) con respecto a la posible presencia de la enfermedad Huanglongbing (HLB) y la distribución del vector *Diaphorina citri*.

Breve descripción metodológica: En el laboratorio de la Sección Fitopatología, por ser "Laboratorio Reconocido de la Red SENASA para el diagnóstico de HLB, se analizó un total de 99 muestras para diagnóstico de esta enfermedad, desde enero hasta diciembre de 2024. Se analizaron 37 muestras del insecto vector, remitidas por SENASA, y 62 muestras de cítricos, del centro de saneamiento de la EEAOC. Las muestras fueron analizadas con la técnica de mayor sensibilidad que cuenta el Laboratorio de Fitopatología de la EEAOC, que es Nested-qPCR (Nested-PCR cuantitativa en tiempo real).

Resultados: Todas las muestras analizadas resultaron negativas para HLB.

► **Estudios sobre enfermedades no cuarentenarias y otros síntomas asociados en limón**

► **Estudiar la etiología, epidemiología y manejo de las enfermedades no cuarentenarias en Tucumán**

• **Control químico y biológico de Melanosis:**

Breve descripción metodológica: Se evaluó la incidencia y severidad en frutos de limón Genova/Citrumelo, en la localidad de Santa Lucía, Depto. Monteros. Los tratamientos fueron los descriptos para el ensayo de control de mancha negra en Monteros.

Resultados: La incidencia fue 100% en el testigo sin tratar y mayor a 90% en los tratamientos, logrando solo reducir la severidad. La incidencia de frutos sin melanosis y daño leve, grados 0 y 1 de severidad, fue cercana al 30% con los tratamientos de dos aplicaciones de pyraclostrobin (oct y dic; o nov y dic) y con tres (oct, nov y dic), 20% con una aplicación de pyraclostrobin en diciembre, 30% con los tratamientos de tres aplicaciones de azoxistrobinda (oct, nov y dic), entre 10 y 20% con dos aplicaciones de azoxistrobinda (oct

y dic; o nov y dic), menor a 11% con una aplicación de azoxistrobina (dic) y con óxido cuproso sin estrobilurinas. El tratamiento con óxido cuproso más Howler (4 L/ha, aplicado en todos los momentos) tuvo menor severidad que el cúprico solo, por lo que resulta de interés continuar su evaluación. Durante las primaveras de alta cantidad de horas de mojado foliar, los tratamientos disponibles actualmente no resultan eficaces para reducir significativamente la incidencia de melanosis, y solo logran reducir la severidad.

• **Curva de crecimiento de la melanosis en campo:**

**Breve descripción metodológica:** Se precintaron 30 frutos/tratamiento en el ensayo de control químico y se realizó la evaluación de la incidencia y severidad de melanosis en los frutos, cada 30 días entre enero y marzo de 2024.

**Resultados:** En la primera evaluación realizada (4 de enero de 2024) se observó valores altos de incidencia (mayor a 90%) en todos los tratamientos. La severidad era alta (daño mayor) en el 100% de los frutos del testigo sin tratar. En los tratamientos, también se observaron frutos con severidad grado mayor de melanosis, aunque predominaban los frutos con daños “leve” y “menor”. En las fechas posteriores la severidad incrementó en todos los tratamientos.

➤ **Enfermedades transmisibles por injerto**

Las enfermedades transmisibles por injerto, causadas por virus, viroides, micoplasmas y bacterias endógenas, pueden reducir la expectativa de vida o incluso matar los árboles, disminuir el tamaño de la fruta, la calidad y productividad, inducir problemas nutricionales, provocar problemas de incompatibilidad copa-por-tainjerto y limitar seriamente el uso de algunos de ellos.

➤ **Estudios sobre Viroides de cítricos**

Los viroides cítricos reportados en nuestro país son CEVd (Citrus Exocortis Viroid), HSVd (Hop Stunt Viroid) agente causal de la caquexia de los cítricos, CBLVd (Citrus Bent Leaf Viroid) y CDVd (Citrus Dwarfing Viroid).

Se continuó con el relevamiento en quintas cítricas, e identificación molecular de estos viroides por RT-PCR, utilizando cebadores específicos.

Se finalizó el estudio de transmisibilidad

mecánica de viroides en condiciones de invernadero. Luego de la inoculación a través de cortes con navaja desde los cidros donantes a las plantas indicadoras se realizó la extracción de ácidos nucleicos y la detección por RT-PCR. Se determinó que existe transmisión mecánica de los cuatro viroides cítricos analizados. CDVd fue el que más porcentaje de transmisión presentó, seguido por CEVd, mientras HSVd y CBLVd presentaron el menor porcentaje de transmisión.

Se puso a punto la técnica de RT-qPCR para la detección de CEVd y HSVd.

Se purificaron y enviaron a secuenciar 4 amplicones de HSVd y se realizó la predicción de estructuras secundarias que determinó la presencia de diferentes variantes del viroid en la región.

➤ **Estudios de otras enfermedades transmisibles por injerto**

Se incluyeron en este estudio Citrus vein enation virus, cristacortis, concave gum, impietratura, witches' broom, tatter leaf, vein enation y Citrus leaf blotch virus. Hasta el momento, como resultado de este plan, se realizó la primera detección de Citrus vein enation virus en quintas de limonero de la provincia de Tucumán

➤ **Caracterización de mecanismos y de compuestos defensivos contra enfermedades y desarrollo de posibles estrategias de biocontrol**

➤ **Desarrollo de bioinsumos para incrementar la sostenibilidad de las agroindustrias de importancia en el noroeste argentino**

**Objetivo:** Desarrollo de bioinsumos para incrementar la sostenibilidad de las agroindustrias de importancia en el noroeste argentino.

Se ha demostrado la eficacia del biofungicida PSP2, un extracto vegetal enriquecido en metabolitos bioactivos con propiedades antimicrobianas y promotoras del crecimiento vegetal (Filippone et al., 1999, 2001). Estudios in vitro y en frutos inoculados con *Penicillium digitatum* y *Geotrichum auranti citri* han confirmado su efectividad para el control de hongos poscosecha en limones. Actualmente, se están llevando a cabo evaluaciones en empaques cítricos para determinar su aplicabilidad en condiciones industriales. El resultado obtenido en este ensayo muestra que el PSP2 resultaría promisorio para el control de

las podredumbres poscosecha de la fruta, ya que demostró tener un efecto de control por sí solo. Además, al sumar este biofungicida a los tratamientos de base que se utilizan actualmente en los empaques para el manejo de limones orgánicos, aumenta en forma significativa la eficacia de control.

El bioinsumo Howler se aplicó al 2% en plantas de 3 meses de edad a diferentes tiempos previos a la inoculación con *Xanthomonas citri* pv. *citri*. El objetivo de este ensayo es ajustar las condiciones de aplicación óptimas de este bioinsumo como inductor de la defensa en cultivo orgánico de citrus.

#### ➤ ***Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), vigilancia fitosanitaria, estudios bioecológicos y capacitación**

##### ➤ **Vigilancia fitosanitaria mediante inspección visual**

Se mantuvieron acciones de vigilancias fitosanitaria en la provincia de Tucumán, tanto en áreas urbanas como en quintas comerciales priorizando aquellas plantaciones cercanas a los focos de detección urbana de *Diaphorina citri*.

Los monitoreos consistieron en inspección visual con revisión de brotes y hojas maduras en busca de los distintos estados del insecto vector (Tabla 9). Para facilitar el monitoreo urbano, la Sección Sensores Remotos elaboró la cartografía correspondiente a cada uno de los focos activos y demás ciudades. Así mismo, Zoológia Agrícola coordinó junto con AFINOA-ACNOA y SENASA, prácticas de monitoreos en quintas comerciales, área urbana de Tucumán y Catamarca a los que asistieron personal de distintas empresas citrícolas de nuestra provincia, Secretaría de Agricultura de Tucumán y de Catamarca, INTA e INASE.

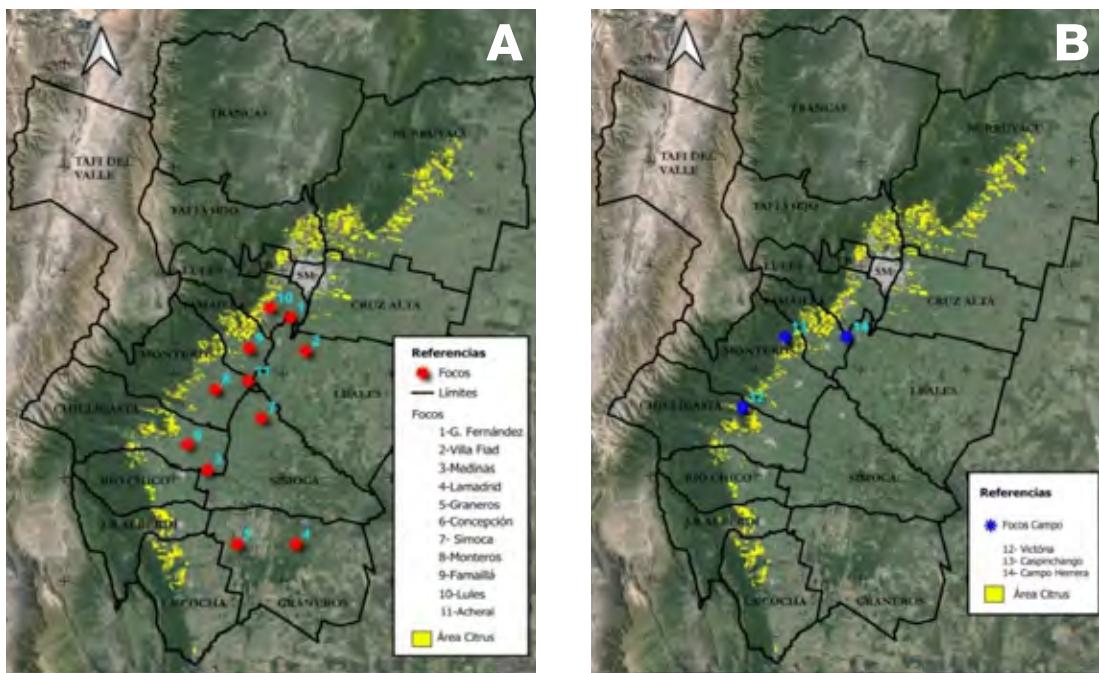
La figura 1 muestra la situación actual de detección de *D. citri* en Tucumán, donde la figura 1 A corresponde a los 11 focos urbanos y la figura 1 B a los tres focos en quintas comerciales. De los 11 focos urbanos, tres fueron detectados mediante inspección visual en el período del presente informe.

Como resultado de los estudios realizados se determinó las hectáreas Citrícolas alcanzadas en los distintos anillos de contingencia de cada foco urbano (tabla 10).

**Tabla 9.** Monitoreos en áreas urbanas de Tucumán. Octubre 2023 a diciembre 2024.

Localidad/ Departamento	Total parcelas en ciudades	Total parcelas revisadas	IM (%)	Nº plantas monitoreadas			Detecciones					
				Citrus sp.	mirto	v t v	H	N	A	Plantas con detección	Ubicación vereda (v)/ traspatio (t)	Nº plantas NO revisadas
Villa Fiad (Leales)	85	48	56	45	24	0	si	8	13	3	T	4
Villa Regina (Leales)	10	10	100	3	8	0	si	0	8	2	T	0
Los Sueldos (Leales)	7	7	100	6	3	0	si	0	0	1	T	0
V. de Medina (Chicligasta)	23	8	35	10	0	0	no	0	0	0		0
La Trinidad (Chicligasta)	97	36	37	6	0	27	si	0	7	4	V	84
Concepción (Concepción)	110	51	46	102	0	0	no	0	0	0		160
Lamadrid (Graneros)	75	74	99	32	72	0	no	0	0	0		18
Taco Ralo (Graneros)	61	44	72	170	162	0	no	0	0	0		84
Graneros (Graneros)	47	47	100	110	157	0	si	36	39	20	v y t	132
Simoca (Simoca)	156	122	78	521	132	1	si	200	60	16	v y t	82
Lules (Lules)	196	41	21	325	3	0	no	0	34	8	V	78
Famallá (Famallá)	170	40	24	136	23	0	no	0	0	0		57
Monteros (Monteros)	246	61	25	318	15	2	no	0	16	6	V	92
Concepción (Concepción)	110	43	39	150	1	0	no	0	4	1	V	139
V. de Medina (Chicligasta)	23	23	100	18	19	5	no	0	1	1	T	23
La Trinidad (Chicligasta)	97	26	27	20	1	10	si	10	11	2	v y t	18
Monteros (Monteros)	246	52	21	209	2	1	no	0	4	1	V	97
Villa Fiad (Leales)	85	8	10	18	16	0	no	1	22	1	T	8
Acheral (Monteros)	45	40	89	79	10	0	si	0	3	3	V	10

H: huevos; N: ninfas; A: adultos. IM: índice de monitoreo expresado en porcentaje.



**Figura 1.** Focos con presencia de *Diaphorina citri* en Tucumán. A: focos urbanos. B: focos en quintas cítricas comerciales.

**Tabla 10.** Anillos de contingencia de los focos urbanos de Tucumán.

Focos de <i>D. citri</i>	Anillos de contingencia (Hectáreas con cítricos)				Total
	0 - 3 km	3 - 6 km	6 - 8 km	8 - 16 km	
García Fernández	0	106	144	5.159	5.409
Villa Fiad	0	0	0	0	0
V. de Medinas y La Trinidad	0	0	0	409	409
Concepción	0	135	640	3.750	4.525
Lamadrid	0	0	0	0	0
Graneros	0	0	0	0	0
Simoca	0	0	0	0	0
Lules	340	1.380	530	4.450	6.700
Famallá	135	990	1.050	1.180	3.355
Monteros	0	25	245	3.300	3.570
Acheral	0	23	21	3.380	3.424
<b>TOTAL</b>	<b>475</b>	<b>2.659</b>	<b>2630</b>	<b>21.628</b>	

#### ► Vigilancia fitosanitaria mediante trampas amarillas

a. Red de anillos de contingencia de Tucumán: Se analizaron quincenalmente trampas amarillas provenientes del monitoreo oficial de SENASA en los focos urbanos de Tucumán y se elaboraron los informes correspondientes, totalizando 1.668 trampas examinada con 225 adultos detectados. Respecto de Catamarca, se recibieron 113 trampas del área de contingencia con 53 detecciones del insecto vector. El análisis de las trampas permitió detectar en Tucumán al adulto de *D. citri* en el arbolado urbano en la ciudad de Graneros en enero de 2024 y en quinta comercial en Campo de Herrera (Departamento Famallá) en noviembre de 2024.

b. Red oficial de SENASA: El análisis de trampas de la red oficial de SENASA dio resultados negativos en cuanto a presencia del insecto vector en las 169 trampas de Tucumán y 216 de Catamarca que no pertenecen a los anillos de contingencia.

c.- Red complementaria: Se revisaron trampas de la red Complementaria instalada en quintas comerciales de productores de Tucumán y Salta. Se coordinó la red mediante capacitación, asistencia y auditorías destinadas a las empresas citrícolas privadas. El sistema de monitoreo mediante trampas amarillas en el período comprendido para este informe tuvo 14 empresas activas en la red (13 de Tucumán y una de Salta), sumando un total de 3.451 sitios

trampas de monitoreo en Tucumán y 53 en Salta.

Como parte del control de calidad definido en el protocolo de trabajo, se remitieron a la EEAOC para su revisión, un total de 5.310 trampas de Tucumán y 35 de Salta. Las auditorías realizadas a empresas citrícolas, dieron como resultado detecciones del vector por parte del personal de tres empresas y falla en la detección por parte de una empresa.

El análisis de las trampas de la red Complementaria, permitió detectar al vector en la finca Caspinchango I (Departamentos Monteros) en julio de 2024 y en la finca Victoria I (Departamento Chilicasta) en octubre de 2024.

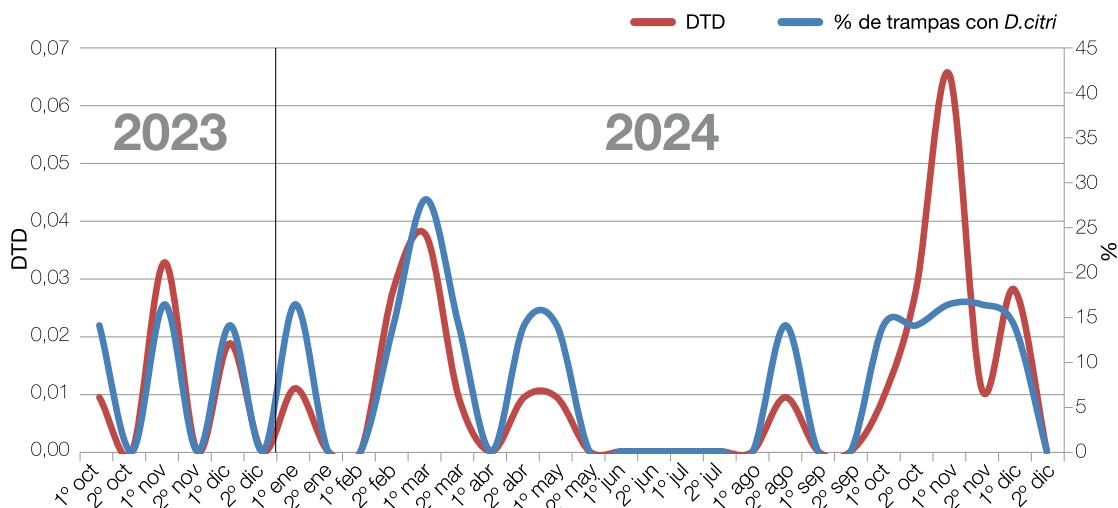
**d. Red vial:** Se revisaron las trampas instaladas en la red vial de Tucumán totalizando 1.337 entre barrera móvil y Afinoa. Esto permitió detectar al

adulto de *D. citri* en árbol de traspasio de una vivienda y en arbolado urbano en Lamadrid, Simoca y Acheral.

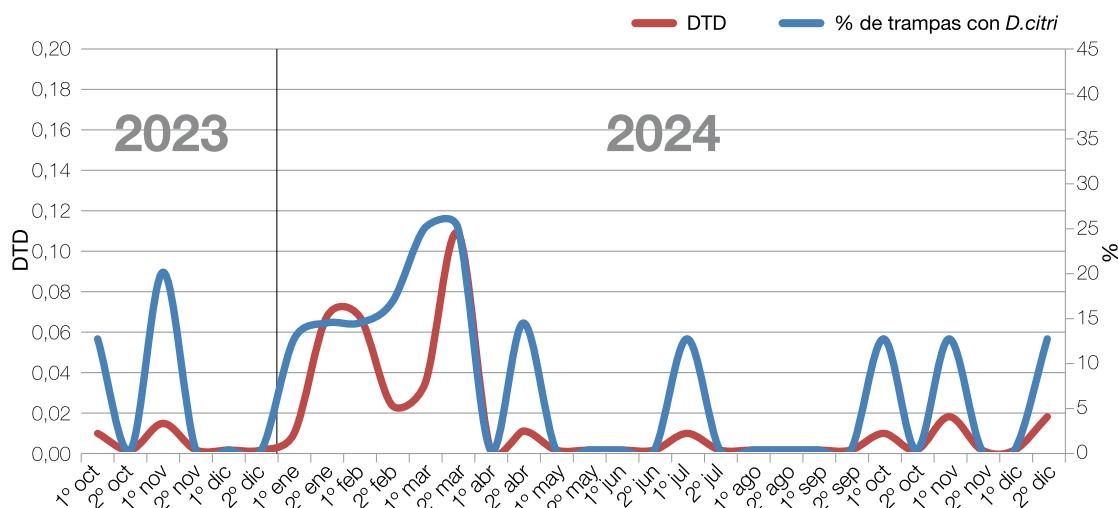
#### ► Aspectos bioecológicos de *D. citri* en focos urbanos de Tucumán

Con los datos del análisis de trampas amarillas instaladas en los anillos de contingencia de los focos urbanos de Tucumán (correspondiente al primer anillo), se estudió la fluctuación poblacional temporal de *D. citri*, la que se expresó mediante índices poblacionales como, DTD (*D. citri*/ trampas/ día) y porcentaje de trampas con presencia del vector.

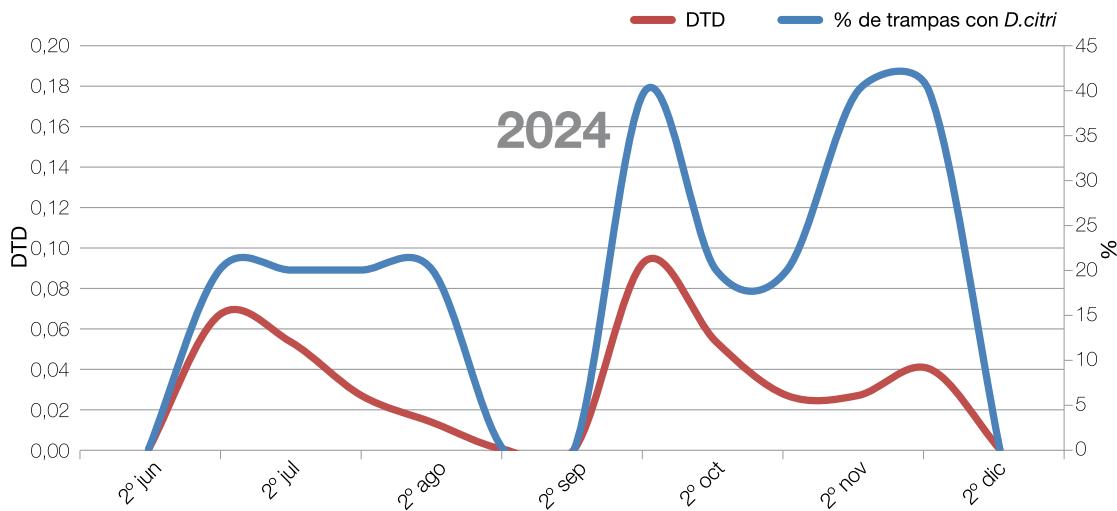
En las figuras 2 a 4 se muestran los focos de García Fernández, Concepción y Monteros respectivamente. Los focos de Simoca, Lamadrid y Acheral no registraron nuevas capturas desde su primera detección.



**Figura 2.** Índice DTD y porcentaje de trampas con *Diaphorina citri* en García Fernández (Leales) con siete trampas (octubre 2023 – a diciembre 2024).



**Figura 3.** Índice DTD y porcentaje de trampas con *Diaphorina citri* en Concepción (Concepción) con ocho trampas (octubre 2023 a diciembre 2024).



**Figura 4.** Índice DTD y porcentaje de trampas con *Diaphorina citri* en Monteros (Monteros) con cinco trampas (julio a diciembre 2024).



### Capacitación y difusión

Se realizaron 24 capacitaciones en escuelas agrotécnicas e institutos terciarios con orientación agrícola (IES) con 861 asistentes entre estudiantes y docentes.

Se brindaron dos capacitaciones sobre técnica de monitoreo del vector en quintas cítricas de Tucumán que incluyeron prácticas de inspección visual con asistencia de 157 personas pertenecientes a distintas empresas cítricas de Tucumán, Secretaría de Agricultura de Tucumán; SENASA, INTA, INASE, AFINOA-ACNOA y EEAOC y cuatro capacitaciones destinadas a miembros de organismos oficiales (SENASA, Barrera móvil y EEAOC) con 232 asistentes.

En la Jornada de actualización Citrícola de la EEAOC se expuso sobre la situación actual de *D. citri* en la provincia de Tucumán con participación de 70 personas. En la Especialización en Citricultura se capacitó sobre HLB y su insecto vector, con énfasis en el monitoreo visual y con trampas amarillas con 30 asistentes.

### Manejo integrado de plagas (tríps, minador, cochinillas y ácaros)

#### Ácaro de la yema (*Eriophyes sheldoni*)

**Objetivos:** evaluar el impacto del ácaro de la yema en el rendimiento de quintas cítricas comerciales de limón.

Para evaluar el impacto del ácaro de la yema

en el rendimiento del limón, se seleccionaron dos quintas cítricas (una en Monteros y otra en Burruyacú, Tucumán). Al 2024 se van evaluando cuatro campañas.

Tratamientos:

**T1.** Testigo absoluto (sin aplicación de acaricida)

**T2.** Aplicaciones de acaricida (aceite mineral al 1% y/o con abamectina 0,54 gr ia / 1000 l de agua) cada 28 días.

**T3.** Manejo tradicional del productor para el control del ácaro de la yema (Testigo químico).

**T4.** Aplicaciones según monitoreo, las mismas se realizaron cuando se alcanzó el 10% de yemas infestadas.

En el ensayo desarrollado en Monteros se realizaron cuatro aplicaciones con acaricida en el T2, una aplicación en el T3 y T4. En el ensayo realizado en Burruyacú se realizaron cinco aplicaciones con acaricida en el T2, una en el T3 y cuatro en el T4.

En las figuras 5 A y B se muestran los resultados de las evaluaciones del ensayo de Monteros.

En las figuras 6 A y B se muestran los resultados de las evaluaciones del ensayo de Burruyacú.

En la tabla 11 se muestra la producción expresada en kilogramos por planta para los ensayos en ambas localidades.

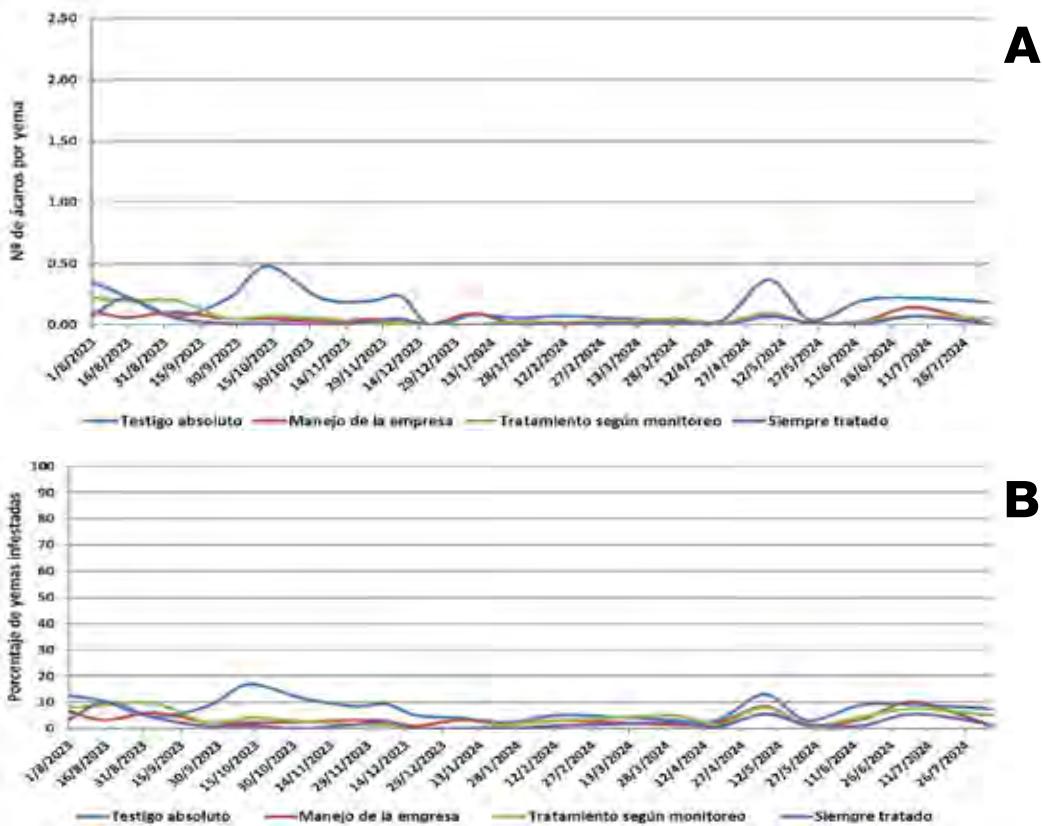


Figura 5. A- % de yemas infectadas y B- Número de ácaros por yema.

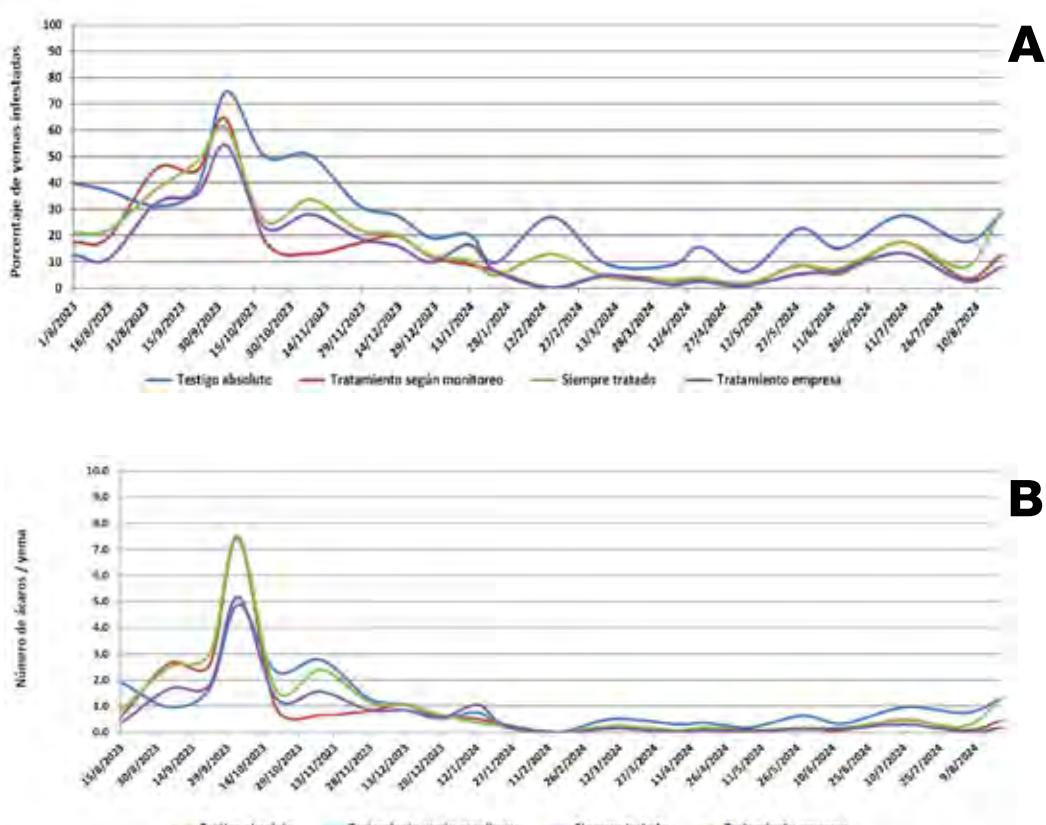


Figura 6. A- % de yemas infectadas y B- Número de ácaros por yema.

**Tabla 11.** Producción en Kg/pl.

Tratamientos	Producción en Kg/pl	
	Buruyacú	Monteros
T 2	216,5 b	173,8 b
T 4	202,8 ab	166,5 b
T 3	182,2 a	134,5 ab
T 1	175,2 a	104,0 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). LSD Fischer.

#### ► Ácaro rojo plano (*Brevipalpus spp.*)

**Objetivo:** estudiar la fluctuación poblacional de ácaros del género *Brevipalpus spp.* en plantaciones de naranja y limón.

Para estudiar la dinámica poblacional de ácaros del género *Brevipalpus spp.*, se seleccionaron dos quintas cítricas, una implantada con limón, ubicada en el Chañar (Buruyacú), con un marco de plantación de 8x4, combinación Lisboa/ *Citranger Troyer* de 8 años de edad. La otra implantada con naranja ubicada en el Timbó nuevo (Buruyacú), marco de plantación de 4x4, Valencia Late y 26 años de edad de las plantas.

Quincenalmente se tomaron muestras de 20 ramas y 20 frutos por separado durante todo el año. Posteriormente las muestras fueron

trasladadas al laboratorio de la sección de Zoología Agrícola para su análisis mediante la técnica de lavado por arrastre con agua jabonosa y filtrado, para luego contabilizar el número de individuos presentes en cada muestra.

#### ► Evaluación de activos para manejo de plagas en sistemas de producción orgánica

a. Ácaro de la yema (*Eriophyes sheldoni*) y Ácaro rojo plano (*Brevipalpus spp.*)

**Objetivo:** evaluar diferentes ingredientes activos aptos para producción orgánica para el control de ácaro de la yema y rojo plano.

Los ensayos se realizaron en el departamento Buruyacú, Tucumán, en plantas de limón (Variedad Lisboa Frost / Citrange Troyer), implantadas en el año 2016 a 4 x 8 metros. Se realizó una única aplicación el 08/02/2024, para la misma se utilizó una atomizadora de arrastre con motor individual, con un volumen de aplicación de 11 litros de caldo por planta. Las evaluaciones se realizan sobre yemas de ramas del año y frutas para ácaro de la yema y rojo plano respectivamente.

Para determinar la eficacia de los distintos



Figura 7. Número de individuos de *Brevipalpus spp.* en limón.

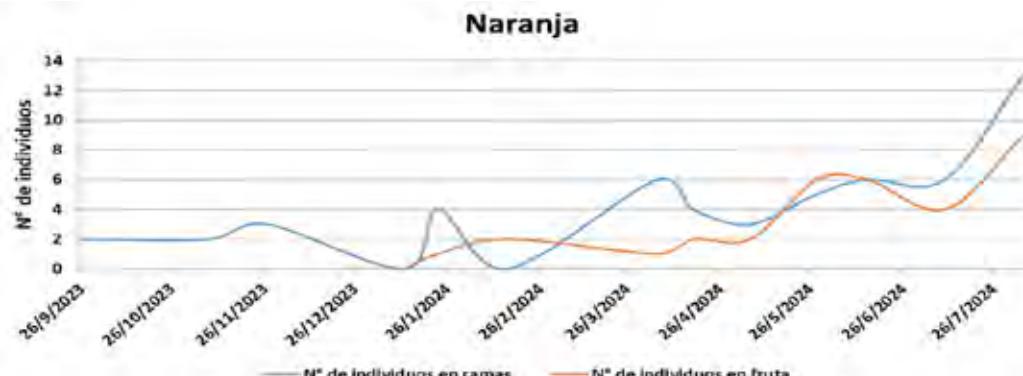


Figura 8. Número de individuos de *Brevipalpus spp.* en naranja.

tratamientos se utilizó la fórmula de (Henderson y Tilton), para el caso de ácaro rojo plano. Los datos fueron analizados mediante un test LSD Fisher para comparación de medias.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

**T1:** Testigo absoluto

**T2:** Aceite mineral biodegradable Fitoquímica (1%)

**T3:** Aceite mineral Argenfrut Supreme Green (1%)

**T4:** Esten 80 (derivado sucrosacárido) (1%)

**T5:** Palmaline (derivado aceite de palma) (4%)

A continuación en la tabla 12, se muestra el porcentaje de yemas infestadas y el número de ácaros por yema por tratamiento y en la tabla 13 el porcentaje de eficacia de control de ácaro plano.

b. Minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*)

**Objetivo:** evaluar diferentes ingredientes activos aptos para producción orgánica en el control del minador de la hoja de los cítricos.

El ensayo se realizó en una quinta cítrica de producción orgánica en el departamento de Tafí Viejo-Tucumán., en plantas de limón (Variedad Limoneira 8A / Flying Dragon). Año de plantación

2020, con un marco de plantación de 4 x 8 metros. Se realizó una sola aplicación el 11 de diciembre de 2023. Se utilizó una mochila manual a motor con un volumen de aplicación de 330 cc de caldo por planta.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

**T1.** Testigo absoluto (aplicado con agua)

**T2.** Aceite mineral Ultra lv (1%)

**T3.** Aceite mineral Ultra lv (1,2%)

**T4.** Aceite mineral Argenfrut Supreme Green (1%)

**T5.** Aceite mineral Argenfrut Supreme Green (1,2%)

**T6.** Esten 80 (derivado sucrosacárido) (1%)

**T7.** Esten 80 (derivado sucrosacárido) (1,2%)

**T8.** Entrust (Spinosad) (1%)

**T9.** Entrust (Spinosad) (2%)

**T10.** Caolinita (3%)

**T11.** Caolinita (4%)

**T12.** Palmaline (derivado aceite de palma) (2%)

**T13.** Palmaline (derivado aceite de palma) (4%)

**Tabla 12.** % de yemas infestadas y n° de ácaros por yema.

Tratamientos	% de yemas con ácaros			Número de ácaros por yema		
	Pre-aplic	7 DDA	14 DDA	Pre-aplic	7 DDA	14 DDA
T 1	40.5 a	48.5 c	36.0 b	1.06 a	1.56 c	1.04 b
T 2	37.0 a	11.5 a	11.5 a	1.29 a	0.30 a	0.22 a
T 3	39.0 a	22.0 b	14.0 a	0.94 a	0.69 b	0.30 a
T 4	33.5 a	20.5 b	23.5 ab	1.06 a	0.47 ab	0.61 ab
T 5	34.0 a	14.5 ab	15.0 a	1.00 a	0.34 ab	0.26 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). LSD Fisher

**Tabla 13.** Porcentaje de eficacia para cada tratamiento y análisis de la varianza.

Tratamientos	% de eficacia	
	7DDA	14DDA
T 2	85,9 a	76,2 ab
T 3	71,8 a	90,0 b
T 4	79,8 a	53,9 a
T 5	75,9 a	43,3 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). LSD Fischer.

Para determinar el porcentaje de infestación y la eficacia de control para cada tratamiento se evaluaron 10 brotes por repetición con 5 hojas expandidas previo a la aplicación y a los 7 y 14 días posterior a la aplicación.

En la figura 9 se muestra el porcentaje de infestación para cada tratamiento previo a la aplicación, 7 y 14 días después de la aplicación (DDA).

En la figura 10 se muestran los resultados de las evaluaciones de eficacia de acuerdo a la fórmula de Henderson y Tilton para todos los tratamientos.

#### c. Evaluación de parasitoidismo del Minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*)

**Objetivo:** evaluar el parasitoidismo de

*Ageniaspis citricola* y *Cirrospilus* sp., sobre el minador de la hoja de los cítricos en dos sistemas de producción (orgánico y convencional) en la provincia de Tucumán.

Para determinar el porcentaje de parasitoidismo, se seleccionaron cuatro quintas cítricas en un sistema productivo orgánico y convencional para los departamentos de Burruyacu, Tafí Viejo, Monteros y Río Chico.

Se observó la presencia de las dos especies de parasitoides: *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Cirrospilus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae).

En las figuras 11, 12, 13 y 14 se muestran los porcentajes de parasitoidismo para los diferentes departamentos de la provincia y ambos sistemas productivos.

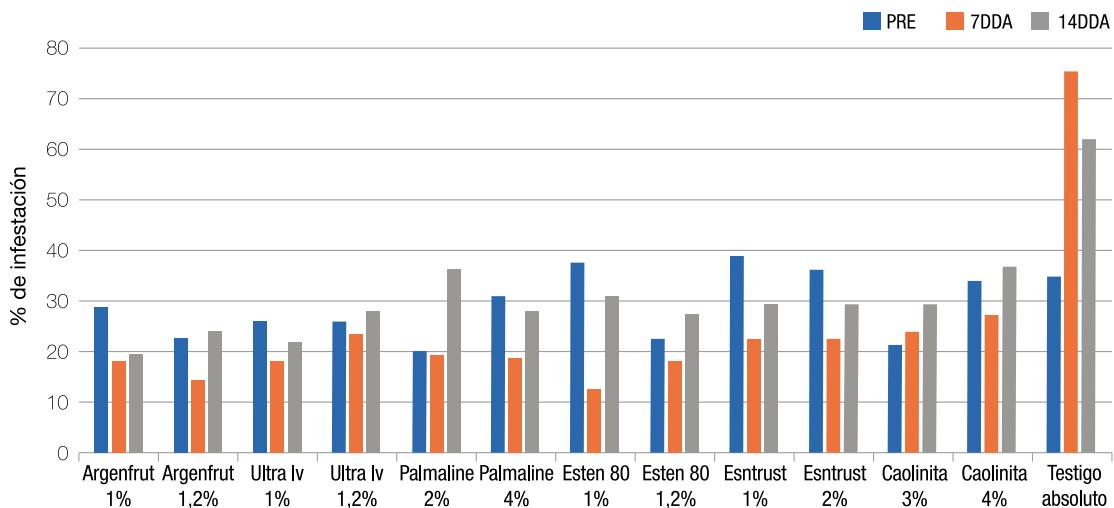


Figura 9. Porcentaje de infestación para cada tratamiento evaluado pre aplicación, 7 y 14 días después de la aplicación.

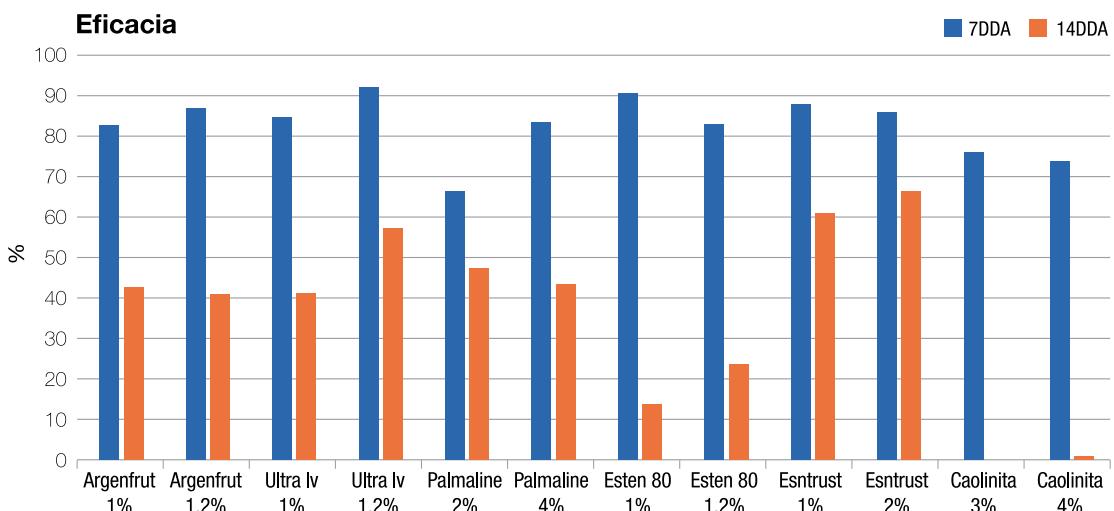
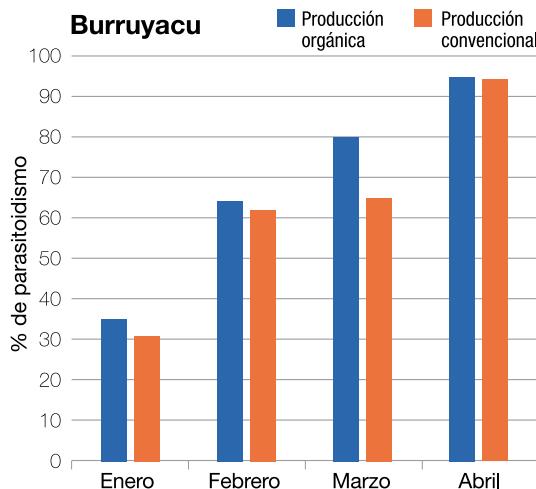
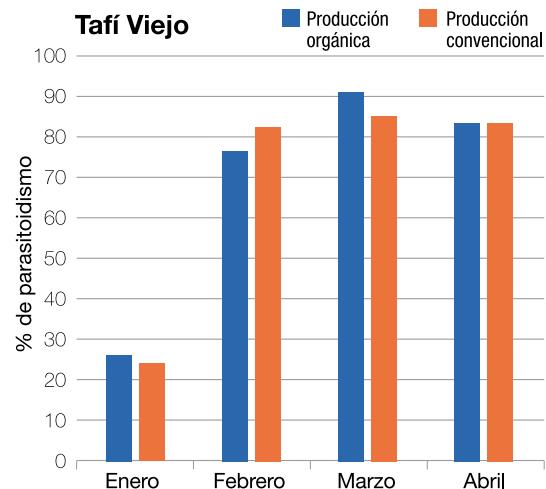


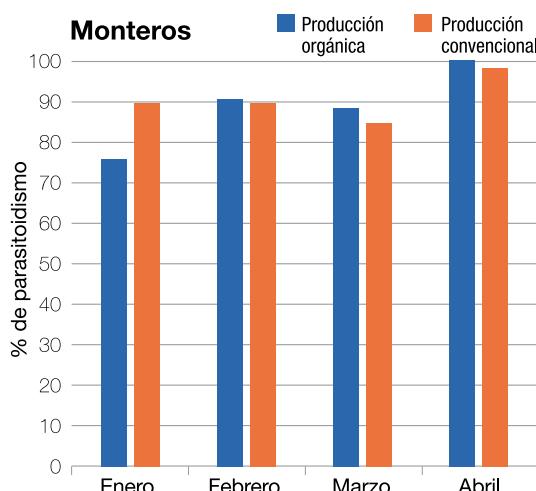
Figura 10. Porcentaje de eficacia a los 7 y 14 días después de la aplicación.



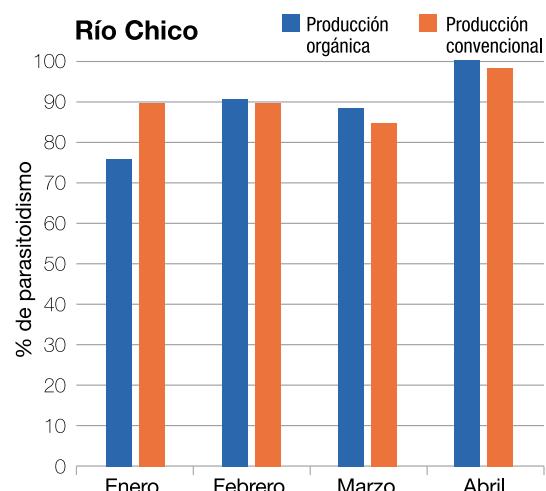
**Figura 11.** Porcentaje de parasitoidismo para cada sistema de producción en Burruyacu.



**Figura 12.** Porcentaje de parasitoidismo para cada sistema de producción en Tafí Viejo.



**Figura 13.** Porcentaje de parasitoidismo para cada sistema de producción en Monteros.



**Figura 14.** Porcentaje de parasitoidismo para cada sistema de producción en Río Chico.

#### ► Otras actividades

**a. Asistencia a Jornadas y Congresos:** Se asistió a la Jornada de actualización Citrícola organizada por el INTA-Concordia. Julio de 2024, Concordia (Entre Ríos).

**b. Auditoría:** El Laboratorio de Zoología Agrícola pasó exitosamente la auditoría de SENASA para los nueve analitos auditados.

**c. Interlaboratorio:** El Laboratorio de Zoología Agrícola participó de la prueba interlaboratorio para la determinación de especies de *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae), ronda 1/2024. Dicha prueba fue organizada por la Coordinación de Plagas, Enfermedades de las plantas y Bioinsumos, Departamento invertebrado de la Dirección General de Laboratorio y

Control Técnico del SENASA. Participaron 12 laboratorios (7 de Argentina y 5 del extranjero). El laboratorio de Zoología Agrícola obtuvo la máxima puntuación (100 %) en las tres categorías evaluadas (Especificidad, Sensibilidad y Exactitud).

#### ► prácticas culturales

##### ► Fenología

##### ► Red de estaciones de observación y registro fenológico para el limonero

Con la colaboración de empresas privadas se instaló una red de siete estaciones fenológicas ubicadas en sitios estratégicos. Cada estación está compuesta por dos parcelas de cinco plantas, donde se marcaron veinte ramas y

operarios previamente capacitados, reportaban la información a la E.E.A.O.C. semanalmente. El reporte tenía en cuenta la observación y registro del número de botones florales, flores, cuajes con estilo y estigmas adheridos (botella) y frutas según rango de tamaños establecidos que había en cada rama, a partir del mes de enero se registró el tamaño de la fruta, medido con calibre digital. Se determinó Inicio de floración, Plena floración, 75% caída de pétalos y fin de caída fisiológica de los frutos con respaldo de la escala BBCH. Actualmente se brinda información de las diferentes etapas fenológicas de interés práctico además de la evolución del calibre de la fruta.

### ► **Estimación de la superficie y monitoreo de la superficie con cítricos en Tucumán**

#### ► **Cítricos**

**Objetivo:** la estimación de la superficie citrícola es de suma importancia, ya que se genera información que puede ser usada en todos los eslabones de esta actividad y es el pilar sobre el que se asienta la estimación anual de producción que realiza la EEAOC.

Para la estimación de superficie y monitoreo de las plantaciones cítricas se utilizaron imágenes adquiridas entre los meses de setiembre de 2023 y junio de 2024. Se trabajó con imágenes Sentinel 2A y Sentinel 2B (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). La superficie neta implantada con cítricos en 2024 en la provincia de Tucumán fue estimada en 43.150 ha, lo que representa una disminución del 8,8% con relación a 2022. Del total implantado, el cultivo de limón ocupaba un 96,3% (41.550 ha), mientras que los cultivos de cítricos dulces ocupaba el 3,7% (1.600 ha) restante.

En el departamento Burruyacú se registró el mayor decrecimiento en hectáreas con cítricos, seguido por los departamentos Tafí Viejo y Chicligasta. Los departamentos Lules y La Cocha, mostraron crecimientos en sus superficies implantadas con cítricos. Con respecto a la superficie con cítricos dulces, el departamento Burruyacu concentró la mayor superficie implantada, seguida por Famaillá y Lules.

Teniendo en cuenta los marcos de plantación, el 59,5% de la superficie de la provincia estaba implantada con limón en un marco de plantación convencional, el 25,6% en un marco compacto y el 14,7% en un marco semi-compacto.

Se constató la existencia de 11.250 ha con

manejo agronómico deficiente o en abandono. En 2024 se revierte la tendencia creciente de la superficie con cítricos que se mantenía desde 2014. Los resultados fueron publicados en el Reporte Agroindustrial EEAOC 312.

#### ► **Agricultura de precisión basada en sensores remotos**

#### ► **Estimación de edades en plantaciones cítricas**

**Objetivo:** la producción de limones fluctúa con la edad de las plantas, por esta razón conocer la distribución etaria de las quintas es una información muy valiosa para el sector. En el mes de noviembre de 2024 se actualizó la superficie citrícola y se realizó el relevamiento de las edades de las plantaciones de limón. Al 12 de noviembre de 2024, la superficie neta total ocupada con cítricos de dos y más años de edad alcanzaba las 41.700 ha, discriminadas en 1.600 ha de dulces y 40.100 ha de limón. De estas últimas, aproximadamente 10.500 ha presentarían un manejo agronómico deficiente o nulo coincidente, en la mayoría de los casos, con plantaciones de mayor edad.

Se estimó que alrededor de la tercera parte de la superficie de limón (32,4%) correspondía a árboles con más de 21 años. El resto (67,6%) se distribuía entre los 2 y los 21 años, con los mayores porcentajes en los rangos de 4 a 5 años y de 6 a 7 años de edad. Los resultados fueron publicados en el Reporte Agroindustrial EEAOC 329.

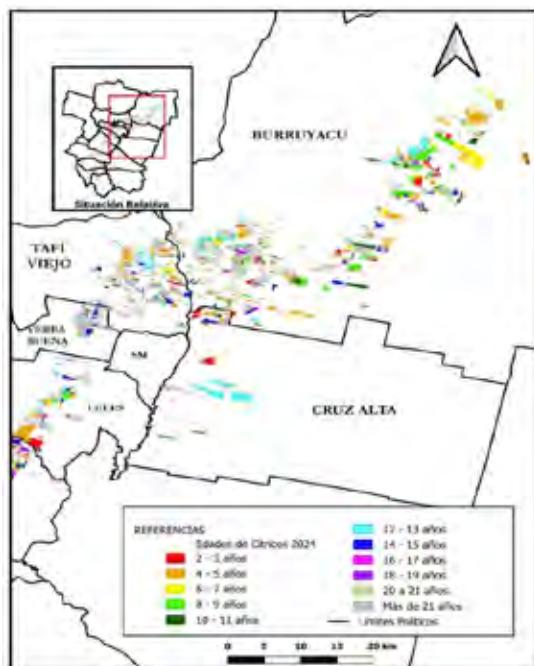
#### ► **Aportes a la campaña de vigilancia fitosanitaria contra el HLB**

En el marco de las tareas desarrolladas por la EEAOC para la campaña de vigilancia fitosanitaria contra el HLB, desde la sección SR y SIG se generó diferente tipo de cartografía para el monitoreo de la plaga mencionada. Se destaca la elaboración de anillos o “buffers” alrededor de puntos donde se encontró el vector de la enfermedad en diferentes localidades, y la consecuente estimación de superficie citrícola concentrada en dichos anillos. Dicha información sirve de punto de partida para la planificación de muestreos.

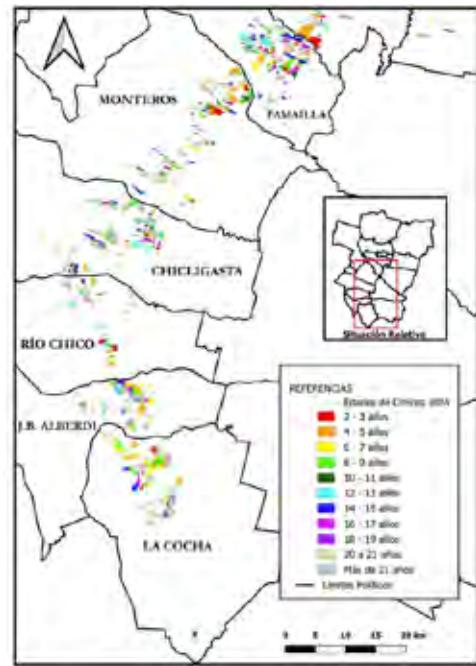
#### ► **Manejo de malezas en quintas cítricas**

#### ► **Manejo de rama negra en el cultivo de cítrus**

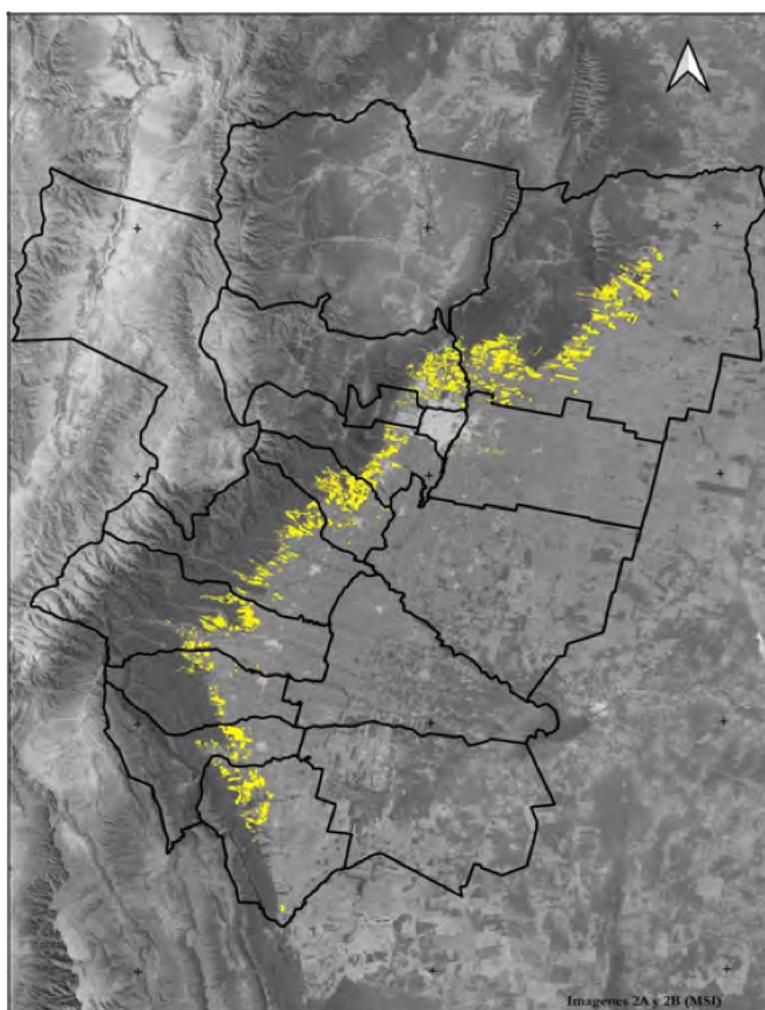
Se continuó realizando experiencias con diferentes herbicidas como alternativas para



**Figura 15.** Distribución espacial de las plantaciones citrícolas según edades. Tucumán. Zona Norte, 2024.



**Figura 16.** Distribución espacial de las plantaciones citrícolas según edades. Tucumán. Zona Sur, 2024.



**Figura 17.** Distribución espacial de los cultivos de cítricos de dos y/o más años de implantados en Tucumán, zafra 2024.

el manejo de rama negra (*Conyza sp.*) en el cultivo de citrus. Esta maleza se ha expandido en las quintas cítricas y su manejo es complejo ya que su ciclo coincide con la principal época de cosecha, lo que dificulta su manejo. En las últimas dos campañas se viene evaluando el impacto de los manejos de verano con herbicidas residuales sobre las poblaciones otoño - invernales de rama negra y peludilla. En base a ello, se pudo identificar que el efecto residual del herbicida indaziflan, aplicado a fines

de diciembre, llega a controlar camadas de rama negra que germinan entre marzo y mayo del año siguiente (Figura 18). Esto también se da en el caso de peludilla (*Gamochaeta sp.*). Otro herbicida que demostró alta residualidad y que actúa sobre poblaciones otoñales de peludilla es flumioxazin, aunque su efecto sobre rama negra es menor (Figura 19). En la Figura 20 se puede observar como referencia el nivel de infestación con rama negra y peludilla y una parcela tratada con diuron en la misma fecha.



**Figura 18.** Vista de la parcela tratada el 27/12/23 con indaziflan, a los 169 días después de la aplicación (13/06/24).



**Figura 19.** Vista de la parcela tratada el 27/12/23 con flumioxazin, a los 169 días después de la aplicación (13/06/24).



**Figura 20.** Vista de la parcela tratada el 27/12/23 con diuron, a los 169 días después de la aplicación (13/06/24).



**Figura 21.** A, rebrote de plantas tratadas en septiembre con glifosato + hormonal. B, plantas controladas en septiembre con la mezcla de glifosato, hormonal y PPO (parte derecha de la imagen, con testigo sin tratar a la izquierda).

### ► Alternativas no sintéticas para el manejo de malezas en quintas cítricas

Se continuaron evaluando formulaciones de herbicidas no sintéticos para el manejo de malezas en el período de cosecha entre abril y junio. En este caso, los esquemas de manejo además incluyeron el uso de estrategias de control mecánico. Entre las estrategias evaluadas, se destacó la que incluyó el uso secuencial de formulaciones orgánicas en estadíos tempranos de la maleza, en este caso rama negra. En la medida que las aplicaciones fueron precisas respecto del tamaño de la maleza (rosetas de 4 a 6 hojas), el uso de orgánicos permitió un manejo efectivo. En caso de escapes de plantas, se utilizaron estrategias de manejo mecánico con motoguadaña, la cual si bien no logra la eliminación de plantas, tiene como ventaja el impedir la producción de semillas, reduciendo en el largo plazo en banco de semillas del suelo.

## ► Nutrición

### ► Fertilización en Citrus

#### ► Evaluación de fuentes nitrogenadas ureicas con inhibidores de actividad ureásica

En la presente campaña se concluyó un ensayo de siete años que evaluó la respuesta productiva y las pérdidas de nitrógeno (N) por volatilización en limonero a la aplicación de urea con y sin aditivo inhibidor de la actividad ureásica (NBPT). Se usaron dos dosis: 67 y 100 gr N/planta año y un testigo sin fertilizar en un diseño en bloques al azar de cuatro repeticiones sobre limonero Lisboa en la localidad de Monte grande.

Durante las primeras tres campañas se midieron las emisiones de nitrógeno con el sistema semiabierto estático.

Las mediciones de N volatilizado mostraron que la adición de inhibidores produce un significativo retraso del proceso de pérdidas, permitiendo que eventuales lluvias incorporen el fertilizante en el suelo.

A lo largo de la experiencia se observó una tendencia en los tratamientos que utilizan inhibidores de la volatilización a elevar el rendimiento de fruta fresca ( $t \text{ ha}^{-1}$ ) respecto de aquellos que no. No se encontró un efecto significativo del factor dosis de N.

#### ► Estudio de fuentes nitrogenadas de mayor eficiencia

En las distintas evaluaciones realizadas con urea

con inhibidor NBPT se comprobaron menores pérdidas de nitrógeno por emisiones debido a un retraso en su proceso de mineralización. Esta característica sugiere la posibilidad de su aprovechamiento mediante reducciones de las dosis comúnmente empleadas en el medio. Con el objetivo de evaluar dicha posibilidad, en la presente campaña se dio inicio a un ensayo en la localidad de Monte Grande (Famaillá) en una plantación de limonero de 15 años. Se utilizaron dos dosis: 230 kg N  $\text{ha}^{-1}$  y 170 kg N  $\text{ha}^{-1}$  empleando tres fuentes nitrogenadas: urea, urea+NBPT y nitrato de amonio calcáreo. Las evaluaciones que se realizarán la campaña siguiente serán: producción de fruta fresca, contenido de nutrientes foliares y calidad de fruta.

#### ► Dosis de nitrógeno y fuentes nitrogenadas

La fuente nitrogenada de uso más difundido es la urea (U), otra fuente utilizada es el nitrato de amonio calcáreo (CAN), existe escasa experiencia acerca de su correcta dosificación, esto ha conducido a sub dosificaciones, con las consecuentes pérdidas de rendimiento. El objetivo del presente estudio es evaluar la influencia de ambas fuentes con distintas dosis aplicadas en limoneros injertados sobre pies convencionales. En la campaña 2016-2017 se inició un ensayo en limonero Lisboa. Se probaron 5 dosis crecientes de N (0, 40, 60, 80 y 100 gr planta año) en las dos fuentes (UR y CAN). Se evalúa respuesta productiva, contenido foliar de nutrientes y pérdidas de N por volatilización, además se realizaron muestreos de suelos a fin de estudiar el movimiento de nitratos en el mismo.

No se encontraron diferencias en cuanto al rendimiento de fruta fresca entre UR y CAN, aunque si entre estos y T, por otro lado el factor dosis no marca diferencias.

Las pérdidas de N promedio registradas fueron de 30 y 0,6% para UR y CAN respectivamente, no se observaron diferencias significativas entre las distintas dosis. Respecto a los contenidos de nitratos se encontraron mayores magnitudes en C en 0-30 cm de profundidad a dos meses de la fertilización. Luego de seis meses se encontró un efecto de la dosis sobre el contenido de nitratos, siendo este significativamente mayor en dosis 100 respecto a 60 y 0 en 0-30 cm de profundidad.

#### ► Respuesta a fertilización potásica en limonero

En nuestra zona pedemontana existen suelos

naturalmente lavados con baja saturación de bases de intercambio. Por otro lado el cultivo cítrico realiza una gran exportación de nutrientes como potasio (K) y calcio (Ca). Esta continua extracción, sin una adecuada reposición, podría haber conducido a un gradual agotamiento del recurso. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta a la fertilización potásica en el cultivo de limonero en un suelo de bajo contenido de K. En la temporada 2023 se inició un ensayo en la localidad de Sauce Huascho en una plantación de limonero Eureka sobre 79 AC. Se probaron dos dosis de K: 100 y 150 kg K ha<sup>-1</sup> (K100 y K150 respectivamente) comparado con un testigo sin fertilizar (K0). Se evaluaron producción de fruta fresca y calidad de fruta. En el primer año de evaluación se comprobó un aumento significativo del rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) en los tratamientos K100 y K150 respecto a K0 (Figura 22). Las variables de calidad de fruta no fueron afectadas por la aplicación de K.

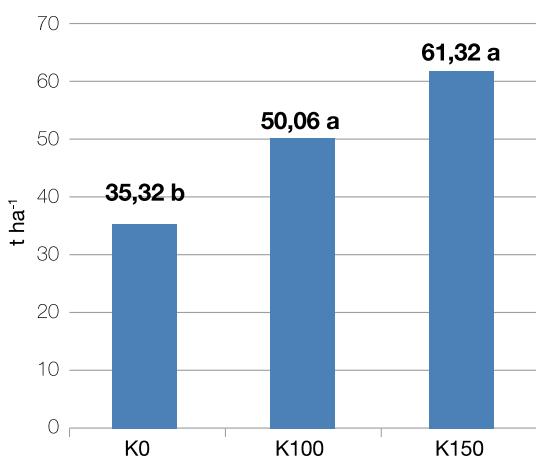


Figura 22. Rendimiento de fruta fresca (t ha<sup>-1</sup>). Campaña 2023-2024.

#### ► Corrección de acidez de suelos en pre plantación

En la región pedemontana del centro y sur de la provincia se encuentran suelos de texturas gruesas que poseen reacción química ácida debido a las condiciones climáticas que los someten a un intenso lavado. Estos suelos presentan serias restricciones de disponibilidad de nutrientes y desbalances que afectan a procesos microbiológicos. La práctica del encalado en preplantación contribuye a bajar la acidez elevando el pH del suelo y suministrando elementos nutritivos como el calcio. Con el objetivo de estudiar el efecto del encalado en un suelo ácido sobre el cultivo y las propiedades edáficas; se inició en el año 2020 un ensayo en la localidad de Santa Lucia. Se estudió la aplicación de dos dosis de hidróxido de calcio (2 y 4 t ha<sup>-1</sup>; C1 y C2 respectivamente) aplicado e incorporado al suelo en preplantación, comparado con un tratamiento testigo sin aplicar (T). Se evaluó la evolución del pH de suelo a distintas profundidades, el contenido de nutrientes foliares y el rendimiento de fruta fresca (t ha<sup>-1</sup>) al cuarto año de plantación. El encalado incrementó el pH un promedio de 15% hasta los 20 cm de profundidad a lo largo de los primeros tres años (Figura 23). El rendimiento de fruta fresca no fue influenciado por los tratamientos. El P foliar fue mayor en C2 respecto a C1 y T, aumentos de pH mejorarían su disponibilidad y absorción, aunque sus valores se situaron en el rango de la suficiencia. No hubo diferencias en los restantes nutrientes.

#### ► Evaluación de fertilizantes foliar bioestimulante

La incorporación de fertilizantes orgánicos con acción bioestimulante a los programas

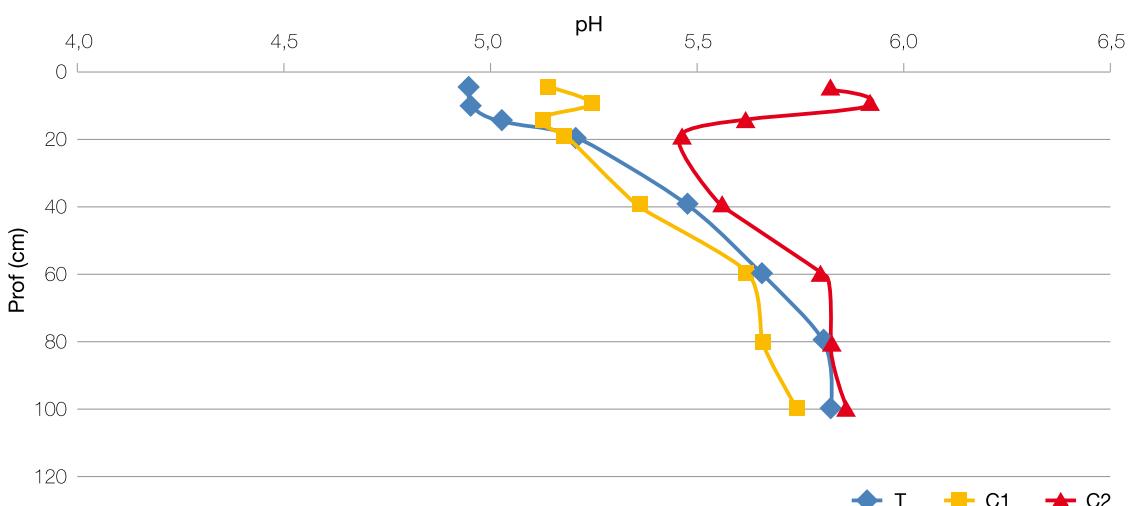


Figura 23. Distribución de pH de suelo en profundidad. Año 2023. Santa Lucia. Tucumán.

de fertilización en el cultivo cítrico podría mejorar el estado nutricional y contribuir a la superación de períodos de stress producción mediante una nutrición integral del cultivo. El objetivo fue evaluar la respuesta productiva y la concentración de nutrientes foliares a la aplicación de un fertilizante foliar orgánico – mineral con efecto bioestimulante y antiestresante. Se iniciaron dos ensayos en limonero Lisboa sobre *Poncirus trifoliata* flying dragon en la localidad de Caspinchango. Se estudiaron dos concentraciones de producto aplicados en prefloración y en cuaje de fruta, comparado a un testigo sin aplicar. Los dos ensayos fueron emplazados en dos situaciones distintas: Con y sin labor de subsolado.

Se realizaron tres campañas aplicaciones y evaluaciones. Los tratamientos no influyeron significativamente en el rendimiento de fruta fresca, contenido de nutrientes foliares y variables de calidad de fruta en ambos ensayos.

#### ► **Fertiliriego con fertilizante orgánico líquido**

Las enmiendas orgánicas aportan nutrientes y mejoran las condiciones de microflora edáfica estimulando ciclos geoquímicos y la estabilidad estructural. Estas mejoras podrían aumentar la eficiencia productiva en mediano plazo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta en productividad, crecimiento radicular y calidad de fruta del cultivo de limón al fertiliriego con una enmienda orgánica líquida de origen animal. Para ello se inició en la campaña 2021 un ensayo en la localidad de Tajamar en limonero limoneira 8A sobre citrumelo.

Se estudió la aplicación de una enmienda orgánica líquida, derivada de la industria pesquera, por fertiliriego en dos dosis (T50 y T100) y testigo sin aplicar (T0). Se evaluó rendimiento de fruta fresca, desarrollo radicular y calidad de fruta.

A lo largo de las tres campañas se observó un significativo aumento de la densidad radicular en todo el perfil y especialmente en profundidad en T50 y T100 respecto a T0. El rendimiento de fruta fresca no fue afectado significativamente por los tratamientos. En una temporada se comprobó un aumento de la proporción de fruta dentro de los tamaños de fruta comercialmente más demandados en los tratamientos aplicados.

#### ► **Fuentes alternativas de nutrición cítrica**

##### ► **Ensayo de uso de cachaza como fuente**

#### **nitrogenada alternativa en distintas dosis**

Los derivados industriales orgánicos, generados en gran cantidad, como la cachaza originada por la actividad sucroalcoholera, ofrecen una oportunidad para su uso en nutrición en cítricos. Este aspecto es de especial interés en los planteos productivos orgánicos. Debido a la carencia de información respecto al uso de cachaza en citrus, en el año 2016 se planteó el estudio de la aplicación de la misma sustituyendo a la fuente nitrogenada. Durante ocho campañas se evaluó un ensayo sobre limonero Lisboa comparando la influencia de dos dosis de N (60 y 80 gr N/planta año) siendo aportados como urea (UR) y cachaza (CZ) en cantidades equivalentes a su concentración de N. Se estudió la respuesta productiva y composición de nutrientes foliares.

El análisis factorial del rendimiento cultural no mostró diferencias significativas entre la utilización de UR y CZ, lo que demuestra que el aporte del derivado industrial constituyó una alternativa sustentable. Tampoco se comprobó diferencias en el contenido de nutrientes foliares, encontrándose los mismos en el rango de suficiencia.

#### ► **Convenios**

1. **Convenio Rizobacter.** Estudio de aplicación fertilizante foliar con ácidos húmicos y fúlvicos en limonero.
2. **Convenio Aminochem.** Ensayo de fertiliriego con enmienda orgánica líquida de origen animal.
3. **Convenio Profertil.** Ensayo de fuentes nitrogenadas de alta eficiencia en el cultivo de limonero.

#### ► **Transferencia**

Presentación de trabajo: “Fertiliriego con enmienda orgánica líquida en limón (*Citrus limon* L.) en Tucumán” modalidad poster en XXIX Congreso argentino de ciencia del suelo, San Fernando de Valle, Catamarca, 21 al 24 de mayo de 2024.

#### ► **Poscosecha**

##### ► **Estudios de enfermedades de poscosecha**

**Objetivo:** Evaluar alternativas de manejo de las principales enfermedades de poscosecha de los frutos cítricos.

► **Evaluar la eficacia de fungicidas alternativos para el control de cepas de *Penicillium digitatum* resistentes a imazalil, en frutos de limón**

Breve descripción metodológica: Se inocularon frutos de limón con una cepa de *Penicillium digitatum* que mostró resistencia a 3.000 ppm de imazalil en ensayos previos. Se inoculó realizando una herida en la zona ecuatorial del fruto. A las 18h, se aplicó Gradual (azoxistrobina 23,8% – fludioxonil 23,8%) a una dosis de 0,4 L p.c./100 L. Se incubaron los frutos 21 días en condiciones predisponentes para la manifestación de moho verde (24°C y alta HR). Se evaluó la incidencia de moho verde (porcentaje de frutos con síntomas) semanalmente hasta el final del periodo de incubación. Se compararon los resultados con igual tratamiento realizado con Graduate (azoxistrobina 23,8% – fludioxonil 23,8%) a la misma dosis, con imazalil (3.000 ppm) y con un testigo-absoluto (sin tratar).

Resultados: El testigo-absoluto (frutos sin tratamiento) tuvo una incidencia de moho verde de 27%, 75% y 76% a los 7 días, 14 días y 21 días de almacenamiento a 24°C, post-inoculación con *P. digitatum*. En los frutos tratados con Gradual, la incidencia se redujo significativamente a 0,0%, 2,5% y 2,5% a los 7 días, 14 días y 21 días de almacenamiento. Estos valores de incidencia fueron similares estadísticamente a los obtenidos al aplicar Graduate: 0,0%, 1,3% y 1,3% a los 7 días, 14 días y 21 días de almacenamiento. Los residuos fueron 0,51 mg/kg de azoxistrobina y 0,95 mg/kg de fludioxonil para Gradual; y 0,43 mg/kg de azoxistrobina y 0,36 mg/kg de fludioxonil para Graduate. La incidencia de moho verde en el testigo químico (imazalil 3.000 ppm) fue: 5,0%, 30,0% y 35% a los 7 días, 14 días y 21 días de almacenamiento. La eficacia de Gradual para controlar moho verde en frutos de limón, inoculados con una cepa de *Penicillium digitatum* resistente a imazalil, fue 97%, valor similar estadísticamente al obtenido con Graduate, que fue 98%.

► **Evaluar la eficacia de bioproductos para el control de moho verde (*Penicillium digitatum*) en frutos de limón**

Breve descripción metodológica: Se inocularon frutos de limón con una cepa de *Penicillium digitatum* que mostró resistencia a 1.000 ppm de imazalil en ensayos previos. Se inoculó realizando una herida en la zona ecuatorial del fruto. A las 18h, se aplicó Proallium (extracto de aliáceas) a una dosis de 1,5%. Se incubaron los

frutos 14 días en condiciones predisponentes para la manifestación de moho verde (24°C y alta HR). Se evaluó la incidencia de moho verde (porcentaje de frutos con síntomas) semanalmente hasta el final del periodo de incubación. Se compararon los resultados con imazalil 1.000 ppm (testigo químico) y con un testigo-absoluto (sin tratar). Se repitió el ensayo dos veces.

Resultados: El testigo-absoluto (frutos sin tratamiento) tuvo una incidencia de moho verde de 49% y 62% a los 7 días y 14 días de almacenamiento a 24°C, post-inoculación con *P. digitatum*. En los frutos tratados, la incidencia de moho verde (a los 7 y 14 días) fue: 12% y 24% con Proallium 1,5%; y 19% y 37% con imazalil 1.000 ppm. La eficacia de control de Proallium fue 76% a los 7 días y 61% a los 14 días; mayor a la obtenida con imazalil 1.000 ppm (62% a los 7 días y 41% a los 14 días), siendo una alternativa eficaz para el control de moho verde en sistemas de producción sin fungicidas químico.

► **Economía**

► **Actividades de investigación**

• **Estadísticas, márgenes brutos y análisis de coyuntura del limón en Tucumán**

Se continuó con la actualización de las bases de datos de exportación de limón y subproductos, valor y volúmenes (fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y Dirección de Estadísticas Provinciales (DEP), (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=limon>); precios y volúmenes de limón ingresados al Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) (<https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=mcba-limon>), producción de limón y superficie implantada en Tucumán, la Argentina y el mundo (fuente: USDA, EEAOC, AILIMPO), precio de cítricos en el Mercado de Concentración Frutihortícola (MERCOPRUT) (<https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=carozo-y-pepita>). Además, se determinaron los gastos de implantación y de producción de limón de la campaña 2023/24 y los de implantación según marcos de plantación.

Continuamente se actualiza la base de datos de exportación e importación de palta, valor y volúmenes (fuentes: INDEC y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Alimentaria (SENASA) y DEP) (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=palta>), precio y volúmenes ingresados al MCBA.

Se realizó un estudio que analizó la exportación del limón de Tucumán, de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), y su comercialización en el mercado interno, en base a los datos del Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) y del Mercado de Concentración Frutihortícola de Tucumán (MERCOPRUT), en el período 2019-2023. Los resultados del mismo indican que en el período en análisis el volumen exportado de limón fresco de Tucumán representó el 89% de la exportación argentina de este producto, promedió las 219.929 t y tuvo una tasa decreciente. Entre los subproductos, las toneladas exportadas de jugo concentrado y de aceite esencial tuvieron una variación positiva, a diferencia de la cáscara deshidratada. Se destacó la disminución del precio FOB promedio de la tonelada de fruta fresca y de jugo concentrado. Por su parte el valor FOB de la exportación de limón fruta fresca, jugo concentrado y aceite esencial tuvo una tasa

decreciente, y el de la cáscara fue creciente. Entre 2019 y 2023 el limón comercializado en el MCBA promedió las 43.700 toneladas y los ingresos desde Tucumán las 25.000 toneladas. El precio promedio anual del limón tucumano en este mercado fue ascendente entre 2019-2021 y luego variable. En el MERCOPRUT los precios fluctuaron con una tendencia similar a aquél aunque con valores inferiores.

Los estudios de costos realizados indican que la plantación de una hectárea de limoneros, considerando diferentes marcos de plantación, en Tucumán en el año 2024 implicó gastos del orden de 3.725 USD/ha en un marco convencional, valor que superará en un 13% a los gastos de 2023. Para mayores densidades de plantación los gastos se incrementaron, respecto al marco convencional, un 25% en marco semi-compacto y un 63% en marco compacto.





# Programa Granos



## › Objetivos Generales

### › Proyecto Soja

El plan de trabajo del proyecto soja para el año 2024 se estructura en dos subprogramas complementarios que abordan tanto el desarrollo genético como el manejo agronómico del cultivo, con el objetivo de fortalecer la productividad y sustentabilidad del sistema.

**1. Subprograma de Mejoramiento Genético**  
Su objetivo principal es la obtención de nuevas variedades de soja adaptadas a las condiciones agroecológicas del NOA, con mejor desempeño en rendimiento, sanidad y calidad. A través de procesos de selección y evaluación, se busca generar cultivares que respondan a las demandas actuales del sector productivo.

**2. Subprograma de Agronomía del Cultivo**  
Este subprograma se enfoca en la generación de información a campo mediante ensayos orientados a optimizar el manejo del cultivo. Se evalúan variables como fechas de siembra, comportamiento de diferentes grupos de madurez y en diferentes regiones como así también el impacto del uso de bioinssumos, con el fin de definir estrategias que mejoren la eficiencia productiva y reduzcan riesgos agronómicos.

### › Proyecto Soja – Mejoramiento genético

#### ► Plan: Obtención de variedades locales

- **Introducción, colección y conservación del germoplasma**

En la campaña 2023/2024 fueron incorporados al banco de germoplasma (BG) 24 nuevas

variedades de soja de diferentes semilleros de nuestro país, con tecnología RR1, Enlist (tolerancia a glifosato, glufosinato y 2,4-D) y Conkesta (suma a la tecnología Enlist, la expresión de dos proteínas Bt: Cry 1F y Cry 1Ac).

#### • Obtención de variedades locales

- **1. Cruzamientos:** se realizaron cruzamientos dirigidos, priorizando la incorporación de características fenológicas y genotípicas sobresalientes como ser: resistencia a enfermedades y plagas, altos potenciales de rendimiento, buscando obtener materiales con una amplia adaptación a distintas condiciones agroecológicas de nuestra región. También se consideró la incorporación del gen de resistencia a glifosato, los eventos de las variedades Enlist y Conkesta y se añadió nuevamente el evento Intacta RR2 Pro, para obtener variedades para Sudáfrica. Se continuó con las siembras escalonadas, lo que permite ampliar el período de cruzamientos y combinar padres de diferentes grupos de madurez (GM). Se realizaron 1252 cruzamientos, distribuidos en 85 combinaciones diferentes. La F1 sembrada en esta campaña fue de 278 semillas/plantas, en 23 combinaciones.

- **2. Avance Generacional:** se realizó el avance generacional de 43 familias fitotécnicas correspondientes a F2 De las cuales 27 familias se sembraron en invernadero propios en las instalaciones de la EEAOC y el resto (16 familias) se enviaron a Bolivia, a fin de avanzar tres generaciones (dos en invierno) y así continuar desarrollando las filiales F3 y F4 hasta F5. Para ello se utilizó la técnica Single Seed Descent (SSD), estas semillas F5 se siembran luego en el campo experimental de la subestación de Monte

Redondo (SeMR) en el ensayo de Bulk F5.

**- 3. Bulk y Líneas progenie:** En el ensayo de Bulk F5 se sembraron 930 líneas fitotécnicas repartidas en 31 familias provenientes de Bolivia.

El ensayo de Líneas progenie surge a partir de la selección de plantas individuales del Bulk F5 (22/23), con más de 748 líneas fitotécnicas.

**- 4. Ensayos Preliminares:** del ensayo de líneas progenie de la campaña 2022/23 se seleccionaron aproximadamente 527 materiales promisorios. En total constituyeron 28 ensayos Preliminares en la subestación de SeMR.

**- 5. Ensayos regionales comparativos de rendimiento (ERCR):** En estos ensayos se incluyeron 75 líneas avanzadas que se destacaron por sus buenos rendimientos en los ensayos preliminares y ECR de la campaña 2022/23. Con el objetivo de evaluar el comportamiento en diferentes ambientes estos ensayos se implantaron en 4 localidades: 3 de la provincia de Tucumán (San Agustín (MR), Piedra Buena, Piedra Blanca) y un ensayo regional en la localidad de Los Altos, en la Provincia de Catamarca.

#### • Ensayo de líneas avanzadas

**Bolivia:** para cumplir con este objetivo se continúa realizando en diferentes localidades del área sojera ensayos comparativos de rendimientos (ECR) a los que todos los años se agregan líneas experimentales seleccionadas de nuestro Programa de Mejoramiento Genético de Soja (PMGS) en la SeMR durante la anterior campaña agrícola. Todas las campañas se envían líneas avanzadas desde el PMGS, puntualmente en la campaña 2023/2024 se enviaron líneas avanzadas con características favorables para el ambiente sojero boliviano, para continuar la selección local de líneas promisorias de alto potencial. Asimismo, se implantaron ensayos de mesoparcelas, con líneas que se destacaron en ECR anteriores en dicho país. Se continúa realizando el avance generacional en este país, adelantando de semilla F2 a semilla F5 (tres generaciones) durante el tiempo de duración de una sola campaña tucumana.

## ► Proyecto Soja – Agronomía del cultivo

### ► Evaluación de variedades comerciales en macroparcelas

El Programa Granos de la EEAOC coordinó la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para el NOA, en su edición consecutiva número 27. La misma estuvo conformada por 11 macroparcelas implantadas (de una cantidad de 12 que fueron originalmente planteadas), en distintas localidades del NOA, tres de ellas en la provincia de Tucumán (San Agustín, Piedrablanca y La Virginia); cuatro en Santiago del Estero (El Palomar, La Fragua, Paleo Pozo y Gobernador Garmendia); una en Catamarca (Los Altos) y tres en la provincia de Salta (Amasuyo, Metán y Mosconi). Durante el ciclo agrícola 2023/2024 se evaluaron 32 variedades de soja, 8 de ellas por primera vez (24%). El 46% del total posee la tecnología Conkesta, el 24% cuenta con la tecnología Enlist y un 24% con la tecnología RR1. Se mantuvieron dos (6%) variedades con la tecnología RR2Bt (IPRO), comercialmente conocida como “Intacta”, para poder compararlas con las nuevas variedades Conkesta incorporadas a la Red.

Con el objetivo de profundizar el estudio del comportamiento varietal bajo diferentes condiciones productivas (ambientes y años) se compararon los resultados obtenidos en las últimas campañas agrícolas de la Red y se realizaron los siguientes análisis:

**• Análisis por grupos de madurez:** En esta particular campaña se observó que en la región del NOA la mejor performance la obtuvo el GM VIII, seguido por los GM VII y GM VI, pero sin mostrar diferencias estadísticas significativas. Además podemos notar que el GM V presentó los valores de rendimientos más bajos.

**• Análisis de frecuencia de aparición:** en cual pudimos observar que, entre los materiales de ciclo corto, se destacan en primer lugar la variedad DM 64K64 SCE presentando un 50% de frecuencia de aparición dentro de las de mayor rendimiento. En segundo lugar, se encuentra NEO 69S23 CE con un 33% de aparición entre los de mayores rindes y luego la variedad CZ6423 SE, con el 29%. A continuación, se encuentran BRV 56222 E y NEO 63S22 E, ambas con un 25%. Entre los cultivares de ciclo largo, el cultivar P80A02 SCE consiguió un 30% de frecuencia de aparición, seguido por P75A06 SCE con el 29%.

• **Rendimiento promedio por campaña:** En dicho análisis se comparan los rendimientos normalizados promedio y la dispersión de los datos de las últimas campañas obtenidos de la Red de variedades comerciales del NOA; tomando para el presente análisis desde el ciclo 2013/2014 a 2023/2024. Se analizan de manera independiente grupos de madurez (GM) cortos (V y VI) y largos (VII y VIII).

La presente campaña puede observarse que los grupos de madurez largos presentaron mejor performance en los promedios de rendimiento que los ciclos cortos. Pese a la heterogeneidad de las precipitaciones en la presente campaña, y a presentar valores acumulados menores a los normales, los rendimientos promedios alcanzados en esta campaña superaron en general las medias registradas en las 10 últimas campañas agrícolas. Con respecto al análisis de ciclos cortos versus ciclos largos considerando las últimas 10 campañas, se observa que en general se mantienen cercanos a la línea de indiferencia entre ambos G.

#### ► Evaluación de variedades comerciales en microparcelas

Se implantaron cuatro ensayos regionales comparativos de rendimiento (ERCR) en microparcelas con 30 variedades comerciales en las localidades de Piedrablanca, Los Altos, Piedra buena, y San Agustín.

#### ► Ensayo de Bioproductos

Desde el programa se continúan realizando distintos ensayos en soja, probando alternativas de bioproductos en microparcelas como: Solubilizador de Fósforo; BioEstimulantes; líquidos, recuperadores de Stress y fitotoxicidad. Aplicados en la semilla o de manera foliar.

#### ► Ensayo de *Trichoderma spp.*

Evaluación en microparcelas de distintas cepas de *Trichoderma spp.*, comparando las cepas aisladas por la EEAOC con algunas de empresas privadas. El objetivo fue evaluar alternativas de manejo biológicas en lotes de soja. Se estudiaron cuatro productos biológicos a base de *Trichoderma spp.* y se compararon con un cura semillas de síntesis química. Se evaluó el porcentaje de plantas emergidas a los 7, 14 y 21 días después de siembra (DDS), peso fresco y longitud de raíz y de parte aérea, nodulación y vigor radicular a los 30 días después de emergencia y rendimiento. En cuanto a la emergencia, el testigo químico presentó valores de 83,7, 74,5 y 75,6 % en las respectivas fechas de evaluación. Los tratamientos biológicos

presentaron valores entre 69,6 y 79,4 % a los 7 DDS, entre 66,8 y 78,8 % a los 14 DDS y entre 68,0 y 82,0 % a los 21 DDS, sin presentar diferencias estadísticas con el testigo químico. En los parámetros peso fresco y longitud de raíz y de parte aérea, nodulación y vigor radicular, todos los tratamientos biológicos presentaron valores similares al tratamiento cura semilla químico. En cuanto al rendimiento, el testigo químico presentó 2736 kg/ha, y los tratamientos biológicos valores entre 2655 y 3225 kg/ha, sin diferencias significativas. Estos resultados indican que el empleo de productos biológicos es una buena alternativa como herramienta cura semillas en el cultivo de soja, obteniendo valores similares a un producto de síntesis química y con un menor impacto ambiental.

#### ► Ensayos de fechas de siembra y grupos de madurez

En este ensayo se incluyen 11 variedades de soja comerciales (de GM V largo al VIII y de diferentes hábitos de crecimiento, con tecnología RR1, RR2Bt y Conkesta), además se incluyeron 5 líneas avanzadas promisorias del PMG a fin de generar conocimientos de manejo y comportamiento de las mismas.

Este ensayo, se realiza en la Subestación Monte Redondo, San Agustín, Cruz Alta, en cuatro fechas de siembra (una temprana, dos de estación y una tardía) y se repite desde hace muchas campañas, teniendo como objetivo brindar por un lado recomendaciones de manejo y además ampliar la información de desarrollo de estos materiales, tanto para definir su inscripción para su liberación como para el uso del sector productivo. Los resultados este año arrojaron que la cuarta fecha fue la que mejores rendimientos promedio obtuvo (3887 kg/ha) seguida por la tercera fecha (3243 kg/ha) y luego la segunda (2557 kg/ha) y primera fecha de siembra (1984 kg/ha).

Nos continúa demostrando a lo largo de los años, que no existe una tendencia, sino que cada campaña, dado su alta variación climática interanual, es diferente a las demás.

#### ► Evaluación de variedades extra cortas

El objetivo de este ensayo, en su cuarto año, fue evaluar la potencialidad de variedades de GM III largo y IV corto (extra cortas para esta zona). Se consideraron dos distanciamientos de siembra (0,52 y 0,26 metros), a fin de cubrir rápidamente el entresurco y suprimir malezas. El ensayo dio como resultado que algunas variedades con el distanciamiento de 26cm

rindieron similar al testigo, considerándolas como opciones posibles para liberar los lotes más temprano para una mejor implantación de cultivos de invierno y en algunas variedades del grupo IV dejaron un perfil de suelo con más agua acumulada.

En la Tabla siguiente se presentan un resumen de los resultados del ensayo:

**Tabla 1.** Resultados de evaluación de variedades de grupos cortos a dos distanciamientos.

Var 0.26 m	Rto (kg/ha)	Var 0.52m	Rto (kg/ha)
Brv 54321	3530	DM 60i62	3491
DM 40E23	3318	Brv 54321	2745
Brv 54621	2757	DM 40E23	2679
STINE 45EB52	2745	Brv 54621	2515
DM 60i62	2670		
STINE 40EC52	2271		

#### ► Ensayos de cultivos alternativos para el sistema

##### • Cultivos estivales

**- Girasol:** La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y semilleros referentes del medio realizaron en la campaña 2023/2024 un ensayo a campo con el objetivo de promover el cultivo de girasol en la región. Determinar el comportamiento de diferentes híbridos frente a distintas fechas de siembra a través de los parámetros fenológicos, rendimiento (kg/ha) y calidad del grano (% de aceite).

La cosecha se realizó cuando el cultivo se encontraba en el estadio fenológico R9 luego del temporal, con mucho daño por aves y por podredumbre del capítulo. Esto último, a pesar que fueron almacenadas especialmente para que terminaran de perder humedad, siguió su curso y finalmente los datos de rendimiento (y por ende de contenido de aceite de los granos) fueron muy dispersos, con mucha variación también generadas por el alto porcentaje.

**- Ricino:** se llevó adelante un ensayo a campo, con el objetivo de generar información preliminar respecto al potencial productivo del cultivo de ricino (*Ricinus communis*), como una alternativa sustentable y factible para diversificar los sistemas productivos del NOA.

El ensayo se implantó en febrero con dos fechas de siembra, pero solo la primera llegó

a cosecha. El cultivar Kariel presentó una emergencia entre los 7 y 10 días luego de la siembra y desuniformidad en esta etapa. En la primera fecha, la floración ocurrió a los 44 días y la madurez a los 110 días. En la segunda, la floración se adelantó a los 39 días, pero las heladas impidieron alcanzar la madurez.

En cuanto al rendimiento, se observaron diferencias significativas solo en el espaciamiento de siembra, destacándose el de 0,52 m entre líneas con 217,74 kg/ha, frente a 127,81 kg/ha con espaciamiento de 1,04 m. No se detectaron diferencias significativas en la dosis de fertilizante nitrogenado.

Desde el punto de vista sanitario, se registraron síntomas de ***Alternaria sp.*** en etapas vegetativas tempranas y presencia marcada de ***Botrytis sp.*** durante la floración, con alta incidencia y severidad.

##### • Cultivos invernales

**- Colza, Cártamo y Carinata:** La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y semilleros referentes del medio realizaron en la campaña 2023/2024 un ensayo a campo para evaluar híbridos y distintas alternativas de manejo como fechas de siembra y respuesta a fertilizantes, y herbicidas.

Los resultados de **Colza** arrojaron rendimientos que estuvieron en general muy cerca del rendimiento promedio (2000 kg/ha) de la red de ensayos de colza a nivel nacional.

Primera fecha de siembra: 10/05/2024		Segunda fecha de siembra: 29/05/2024	
Híbrido	Rto prom kg/ha	Híbrido	Rto prom kg/ha
Diamond	1987	Diamond	1433
Ceres IMI	2016	Ceres IMI	1367
Trophy tt	1830	Trophy tt	1167
Exp TT	1824	Exp TT	1149
Nuola 300	2138	Nuola 300	1415
Hyola 433	1833	Hyola 433	841
Lumen	1846	Lumen	1226
Drago	1404	Drago	1558

##### ► Logros

Reconocimiento a soja Munasqa, en marco de la Exposoya 2024 los días 23 y 24 de febrero de 2024, en el Centro Experimental de Anapo, (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo) en el departamento Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

ANAPO juzgó conveniente hacer un reconocimiento a la EEAOC y a Lealsem como obtentores y representantes de la exitosa variedad de soja Munasqa, en virtud de su valioso aporte tecnológico para mejorar la productividad de soja de los productores bolivianos.

Inicio de acuerdos para que United Seeds comercialice las variedades de la EEAOC en Sudáfrica, iniciando con un convenio de MTA.

## ➤ **Legumbres**

► **Plan: Introducción de germoplasma y mejoramiento genético de poroto de colores tradicionales (negro, rojo, blanco) y no tradicionales (carioca, cranberry, canela)**

• **Cruzamientos y avance generacional**

Se continuó con los cruzamientos de poroto negro, con un nuevo objetivo: obtener variedades más precoces y calibre 3,5- 4 mm. Además de continuar con la incorporación de resistencia a las principales enfermedades como bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis*) y mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). En poroto blanco y rojo se continuó con los cruzamientos para incorporar resistencia a *Sclerotinia sclerotiorum*.

El avance generacional se sembró en la subestación Monte Redondo. Se identificaron líneas de poroto negro en F5 y F7 con buenas características agronómicas para ser incorporadas en el mediano plazo en el EP.

• **Evaluación de variedades y líneas avanzadas en ensayos**

En poroto negro se continuó con la evaluación de 13 líneas en Ensayo Preliminar (EP) y 24 en Ensayo Comparativo Regional (ECR) en las localidades de San Agustín (Cruz Alta, Tucumán), Rapelli (Pellegrini, Santiago del Estero) y Taco Ralo (Graneros, Tucumán).

Se continuó con la evaluación de líneas de poroto negro para mancha angular, todas obtenidas por cruzamientos locales, en los cuales los progenitores fueron variedades locales y fuentes de resistencia. Este ensayo fue sembrado en las localidades de San Agustín y Taco Ralo.

Con respecto a las evaluaciones de las otras clases comerciales, se avanzó con la evaluación en ECR de poroto rojo, blanco, carioca y

cranberry. Estos se evaluaron en las tres localidades mencionadas.

• **Evaluación de variedades comerciales en macroparcelas**

En la campaña 2024 se evaluaron tres macroparcelas en Santo Domingo, Rapelli y Pozo Hondo. Se evaluaron 18 variedades: 11 de poroto negro entre ellas las variedades TUC 550, TUC 300, TUC 510, TUC 570, IPR Urutaú, IPR Tuiuiú, BRS Esteio, JEO, Leales 15 y Leales 24 (INTA) y Cegro (INTA Salta); cuatro variedades de poroto rojo, tres de blanco tipo alubia y uno de poroto cranberry. Entre los negros la variedad TUC 550 se destacó por su potencial de rinde en las 3 localidades, teniendo el puesto uno en el ranking en las localidades de Rapelli y Pozo Hondo.

• **Evaluación de porotos Mungo, Caupi y Adzuki**

Estos tres cultivos que son considerados “porotos” pertenecen al género *Vigna* sp. son evaluados dentro del PLS hace mucho años como alternativas dentro de las legumbres estivales.

Se continuó con la evaluación de 10 variedades de mungo en ECR. Multiplicación de la variedad TUC 650. Identificación de una variedad a ser descripta en la campaña 2025.

Evaluación de siete líneas de caupi y tres de adzuki, en ECR.

► **Plan: Introducción de germoplasma de legumbres invernales y evaluación de genotipos de garbanzo tipo Kabuli y Desi**

• **Introducción de germoplasma**

Se sembraron 50 líneas de garbanzo Kabuli y Desi introducidas desde el ICRISAT, en agosto del año 2023. Como resultado del bajo PG de las mismas, la emergencia en muchas líneas fue nula. De las 50 líneas se cosecharon 30 líneas, entre las cuales se identificaron algunas con muy buena calidad de grano (calibre 9 – 10 mm y color blanco).

• **Evaluación de variedades en ensayos y mesoparcelas**

Los ensayos fueron sembrados en las localidades de San Agustín y Garmendia. Se evaluaron 15 variedades de garbanzo tipo Kabuli, el testigo local fue la variedad Norteño. Las variedades TUC 403 y TUC 1024 se destacaron por el rendimiento, 1500 y 1300 kg/ha, respectivamente.

En los ensayos de garbanzo tipo Desi, se evaluaron siete variedades, entre ellas TUC 450 (única variedad de garbanzo tipo Desi inscripta en el INASE).

En Garmendia se sembraron meso parcelas para evaluar siete variedades de garbanzo: TUC 234, TUC 434, TUC 464 y TUC 1024 y las comerciales Norteño, Felipe, Kiara. El testigo Norteño rindió 850 kg/ha, seguido por TUC 434 y TUC 464 con 700 y 680 kg/ha, respectivamente.

► **Plan: Manejo del cultivo de poroto y garbanzo**

• **Manejo de poroto: evaluación de foliares**

Evaluación de fertilizantes foliares en poroto negro: el ensayo se realizó en San Agustín, en la variedad TUC 510. Se observaron visualmente respuestas a la fertilización nitrogenada en V4 (tercera hoja trifoliada), estas diferencias en el rendimiento no fueron estadísticamente significativas. En cuanto a las aplicaciones realizadas en estadio reproductivo para apuntar a un mejor calibre de grano se lograron 13 puntos porcentuales más de calibre 4 mm en los tratados con calcio y boro- potasio, respecto al testigo.

• **Evaluación de fecha de siembra de Vignas: mungo, caupi y adzuki**

Durante la campaña 2023/2024 se realizaron ensayos de fecha de siembra en los tres cultivos de *Vigna*. Las fechas evaluadas fueron 28/12/2023, 10/01/2024 y 06/02/2024. Se probaron 10 variedades de mungo, 3 adzuki y 7 caupi. En los tres cultivos hubo un mejor rinde en las dos primeras fechas.

• **Garbanzo**

Se continuó con la evaluación de diferentes densidades de siembra: 9, 12 y 15 plantas por metro lineal a 0,52 m de distancia entre surcos. Las variedades evaluadas fueron Norteño y Kiara. En ambas variedades se obtuvo un mejor rendimiento en la densidad de 12 pl/m. En Kiara el porcentaje de calibre 9 mm fue decreciendo con el aumento de la densidad, logrando porcentajes de 59, 55 y 46 %, en las densidades 9, 12 y 15 plantas/m, respectivamente.

• **Servicios a terceros**

Evaluación de productos en la semilla y foliares en poroto negro, para la firma **Stoller S.A.** Ensayo realizado en la Subestación Monte Redondo.

Evaluación de fertilizantes foliares en poroto negro para **SATUS**. Localidad: Rapelli.

Para **Fitoquímica** se probaron inoculantes para poroto rojo y blanco. El ensayo fue realizado en la Subestación Monte Redondo. No se observó formación de nódulos.

• **Logros**

Se avanzó con los acuerdos para evaluar las variedades de garbanzo de la EEAOC en la provincia de Córdoba a través de Acuerdos de Transferencia de Materiales (ATM) con Agroempresa Semillas y con el Clúster de Garbanzo a través de unos de sus miembros CAYFE.

Se realizaron los primeros ensayos en tres localidades del norte de Córdoba, en los cuales se destacaron las variedades de la EEAOC, con respecto al testigo Norteño.

► **Maíz**

► **Red de Evaluación de Híbridos en Macroparcelas (REHMM)**

La EEAOC coordinó durante la campaña 2023/2024 la Red de Evaluación de Híbridos de Maíz en Macroparcelas (REHMM), abarcando 11 localidades representativas del NOA. El objetivo de esta red es generar información confiable sobre el comportamiento agronómico y el rendimiento de híbridos comerciales en ambientes reales de producción, con el fin de orientar la elección de materiales por parte de los productores y asesores técnicos.

Las localidades con mejores desempeños promedio fueron:

- **La Zanja (Tucumán):** 6312 kg/ha
- **El Palomar (Santiago del Estero):** 6109 kg/ha
- **Olleros (Salta):** 5896 kg/ha

Se evaluaron 23 híbridos pertenecientes a distintos semilleros, utilizando diseños en franjas con testigos apareados. En la Tabla 2 se detallan los materiales destacados por rendimiento.

Los resultados fueron compartidos en el **XXIV Taller de Híbridos de Maíz**, realizado en septiembre en la Sociedad Rural de Tucumán.

• **Ensayos de Fecha de Siembra**

Se evaluó el comportamiento de 4 híbridos

**Tabla 2.** Rendimientos en kg/ha de los híbridos que se destacaron.

Semillero	Híbrido	Tecnología	Tipo genético	Rendimiento (kg/ha)
Dekalb	DK 7702	Trecepta	Templado x Tropical	5964
Don Mario	DM 2773	Trecepta	Templado	5328
Dekalb	DK 7220	Trecepta	Templado	5315
Pioneer	P 2297	PWU	Templado	5058
BASF	7339	VIP3	Templado	5012

comerciales en tres momentos de siembra (temprana, de estación y tardía), con el objetivo de generar recomendaciones para adaptar el manejo del cultivo a distintos escenarios climáticos.

#### • **Ensayos de Densidad de Siembra**

Estos ensayos buscaron identificar estrategias de manejo para ambientes restrictivos, evaluando el rendimiento de cuatro híbridos sembrados a dos densidades. Se analizaron las diferencias en los mecanismos que permiten sostener el rendimiento según el genotipo y el ambiente.

#### ➤ **Sorgo**

##### ► **Red de evaluación de híbridos comerciales en macroparcelas**

Durante 2025 se coordinó la Red de Evaluación de Híbridos de Sorgo en 3 localidades del NOA. Se evaluaron 20 híbridos de diferentes semilleros, bajo diseños en franjas con testigos apareados. El objetivo fue caracterizar el comportamiento agronómico y el rendimiento de cada material para orientar decisiones de siembra.

En la Tabla 3 se detallan los híbridos destacados por rendimiento.

Los resultados fueron presentados en el **XXIV Taller de Híbridos de Maíz y Sorgo**, junto con el bloque correspondiente a maíz.

#### ➤ **Trigo**

##### ► **Introducción y selección de líneas estabilizadas y segregantes de trigo pan (*Triticum aestivum*), trigo para fideos (*Triticum durum*) del CIMMYT**

Se trabajó en la selección de líneas avanzadas de trigo pan y trigo para pastas provenientes del CIMMYT. El objetivo es obtener cultivares adaptados al NOA, con buen comportamiento frente a enfermedades y alto potencial de rendimiento.

Las evaluaciones se realizaron en tres localidades:

- El Abra (Santa Rosa, Catamarca)
- San Agustín (Cruz Alta, Tucumán)
- El Puestito (Burruyacú, Tucumán)

Se evaluaron 500 líneas, registrando datos de rendimiento, altura de planta, fenología y sanidad.

##### ► **Evaluación de líneas avanzadas para Bolivia**

Se trabajó con un grupo de cultivares de trigo seleccionados para las condiciones del Bolivia, de las cuales dos líneas están en etapas avanzadas para su registro en Bolivia, en colaboración con instituciones locales. El objetivo es aprovechar el material adaptado para futuros cruzamientos y registros en ese país.

**Tabla 3.** Híbridos de sorgo que se destacaron por rendimiento (kg/ha).

Semillero	Híbrido	Propósito	Ciclo	Rendimiento (kg/ha)
Advanta	ADV 1202AX	Granífero	Corto	4047
Origo Semillas	Origo 77.1	Doble propósito	Largo	3885
Argenetics	Malón	Granífero	Corto	3792
Advanta	ADV 2500AX	Granífero	Largo	3590
ALZ-Agro	Rhodas	Doble propósito	Largo	3553

### • Red de Ensayos de Trigo (RET - INASE)

Se participó en la RET con evaluaciones en microparcelas de 52 variedades comerciales de ciclos corto, intermedio y largo. Las localidades fueron:

- El Abra (Catamarca)
- Monte Redondo (Tucumán)
- San Ramón (Tucumán)

Se evaluó ciclo, rendimiento, sanidad y adaptación a condiciones de secano. Las variedades destacadas por grupo de ciclo fueron:

#### **Ciclo corto-intermedio:**

1. ACA 921
2. GINGKO
3. CANARIO

#### **Ciclo largo-intermedio:**

1. BAYO
2. BAGUETTE 525
3. FAVORITO

## ► Agrometeorología

### ► Objetivos Específicos

La Sección Agrometeorología, en el marco del Programa Granos, tiene los siguientes objetivos:

- Generar información detallada a través de índices meteorológicos adecuados en diferentes escalas temporales y espaciales.
- Establecer la relación clima-cultivo, evaluando el comportamiento fenológico y fenométrico de diferentes especies y cultivares en distintas épocas y lugares de siembra.
- Monitorear las condiciones meteorológicas para plagas y enfermedades (ejemplo: roya de la soja).
- Estudiar la variabilidad temporal y espacial de diferentes índices agrometeorológicos (temperatura, radiación, precipitación, evapotranspiración, balance de agua, etc.).
- Difundir y poner a disposición de la comunidad productiva la información generada a través de diferentes eventos técnicos (talleres, días de

campo, etc) y publicaciones especiales.

### ► Avances

#### • Modelos de estimación de rendimiento en soja, utilizando diferentes índices agrometeorológicos

En el marco de la maestría de la Ing. Zoot. María Lorena Soulé Gómez, en 2024 se concluyó con la evaluación de los índices de Eficiencia Térmica, Hídrica y Radiactiva, y su relación con datos fenológicos y de rendimientos, obteniendo dos modelos de predicción, en etapas tempranas de desarrollo, uno para el GM VII y otro para el VIII.

Este trabajo se enfoca en la estimación de rendimientos en soja mediante el uso de índices agrometeorológicos para mejorar la precisión de las predicciones en fases tempranas del cultivo. Se diferencian los grupos de madurez VII y VIII, utilizando datos hasta el estado reproductivo R5. La metodología incluye la selección de variables a través del Modelo Lasso y la aplicación de Modelos Lineales Mixtos, los cuales permiten identificar las variables más influyentes en los rendimientos, integrando tanto efectos fijos como aleatorios, lo que ofrece una estimación más robusta y ajustada a las particularidades de los grupos de madurez.

Se seleccionaron los modelos que presentaron el mejor ajuste de datos, considerando criterios como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error cuadrático medio (RMSE).

Se emplearon un total de 273 datos para el GM VII y 461 datos para el GM VIII.

El modelo final obtenido para el GM VII fue:

$$\text{Rendimiento} = \text{IEHR}_{-R_5} + \text{IETHR}_{-Veg} + (1 \mid \text{DíasJ}) + (1 \mid \text{Variedad})$$

Donde:

- Rendimiento: Variable respuesta correspondiente al rendimiento de la soja.
- $\text{IEHR}_{-R_5}$ ,  $\text{IETHR}_{-Veg}$ : Variables explicativas correspondientes a los índices de eficiencia hídrica radiactiva en período reproductivo  $R_5$  y térmico hídrico radiactiva en período vegetativo, respectivamente.
- $(1 \mid \text{DíasJ})$ : Término aleatorio que captura la variabilidad entre fechas de siembra.
- $(1 \mid \text{Variedad})$ : Término aleatorio que captura la variabilidad entre variedades.

Mientras que el modelo para el GM VIII fue:

$$\text{Rendimiento} = \text{IET_Veg} + \text{IEHR}_{R_1, R_4} + \text{IEHR}_{R_5} + (I | \text{Días}) + (I | \text{Variedad})$$

Donde:

- $\text{IET}_{\text{Veg}}$ ,  $\text{IEHR}_{R_1, R_4}$ ,  $\text{IEHR}_{R_5}$ : Variables explicativas correspondientes a los índices de eficiencia térmico en período vegetativo, hídrico radiactivo en período reproductivo  $R_1$  a  $R_4$ , hídrico radiactivo en período reproductivo  $R_5$ , respectivamente.

Se evaluó la adecuación de los modelos mediante análisis de residuos, gráficos de diagnóstico y pruebas de normalidad. Se verificó la independencia de los errores y la homogeneidad de la varianza.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R. Los paquetes utilizados incluyen lme4, nlme, car, MuMIn, ggplot2 y Metrics entre otros.

Los resultados obtenidos demuestran que los modelos lineales mixtos proporcionan estimaciones precisas del rendimiento de la soja en ambos genotipos.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) superior a 0,93 indica que los modelos explican una gran proporción de la variabilidad en el rendimiento. Un  $R^2$  de 0,95 sugiere que el modelo explica aproximadamente el 95% de la variabilidad en el rendimiento de la soja para el grupo de madurez VII. Además, los valores de MAE y RMSE son

relativamente bajos, lo que sugiere que los errores de predicción son pequeños, indicando un excelente ajuste del modelo a los datos y una alta precisión en las predicciones. Los valores de rendimiento obtenidos por el Modelo Lineal Mixto para el GM VII son 0,50; 0,34 y 0,12 para los rendimientos máximo, promedio y mínimo, respectivamente. Mientras que los rendimientos reales promedios de las campañas 2006/2022 son 0,53; 0,34 y 0,11.

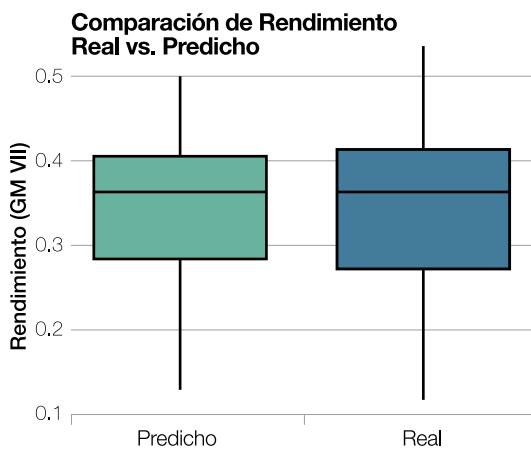
La Figura 1 muestra la comparación visual entre el rendimiento real promedio de las campañas 2006/2022 y el rendimiento predicho por el modelo para el GM VII.

En la Figura 2 se observa la comparación de rendimientos para el GM VIII.

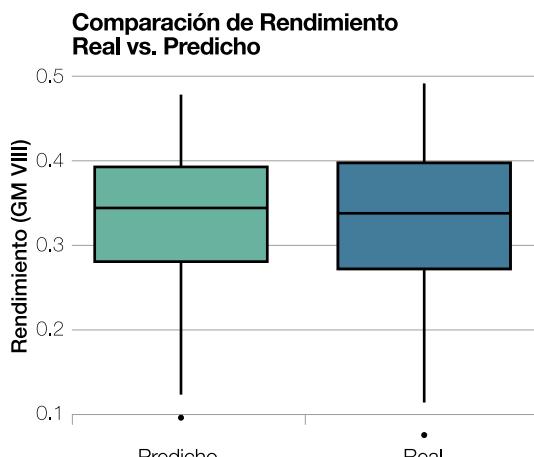
Los modelos desarrollados permiten predecir los rendimientos de soja con mayor precisión en etapas tempranas del cultivo, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones agronómicas y la optimización de recursos.

Las conclusiones destacan que estos modelos pueden ser herramientas eficaces para gestionar el riesgo climático y mejorar la planificación en la producción de soja, contribuyendo a una mayor eficiencia y sostenibilidad agrícola.

Esta herramienta, inédita para el NOA, permitirá a los productores inferir los rendimientos de las campañas de soja, a partir de datos meteorológicos, con anticipación a la cosecha de esta.



**Figura 1.** Análisis de la Precisión del Modelo de Predicción de Rendimiento del GM VII.



**Figura 2.** Análisis de la Precisión del Modelo de Predicción de Rendimiento del GM VIII.

## ► Economía

### ► Plan: evaluación de los factores que afectan la rentabilidad de los cultivos de granos en Tucumán y zonas de influencia

**Objetivos:** brindar información económica para facilitar los procesos de toma de decisiones vinculados al uso de recursos en la producción agrícola, considerando lo propuesto en los ODS, tomando como límite Tucumán o el NOA.

#### ► Estadísticas

- Se actualizaron las bases de datos de área sembrada, rindes, precios de granos y de los insumos requeridos para la producción de los cultivos de granos en Tucumán (<https://www.eeaoc.gob.ar/articulo/estadisticas-agricolas-y-agroindustriales/>).
- Se realizaron las encuestas al final de las campañas de los cultivos de soja, maíz, porotos y vignas, en Tucumán y la zona de influencia.

#### ► Resultados encuestas

La Encuesta de Soja EEAOC (ESE) 2024 relevó 110.000 ha en Tucumán, oeste de Santiago del Estero y este de Catamarca. Con la encuesta de maíz (EME 2024) se relevaron 185.000 ha y con la encuesta de poroto EEAOC (EPE 2024) se relevaron 83.760 ha que comprendieron también a Salta.

Los datos relevados permitieron determinar los rindes promedio de cada cultivo y caracterizar el manejo en la campaña, aportando información para determinaciones de márgenes brutos, planificaciones de campaña y selección de estrategias tecnológicas adecuadas.

Los resultados detallados se presentaron en los reportes 316 (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=resultados-de-la-encuesta-realizada-a-productores-de-poroto-en-tucuman-y-zona-de-influencia-campana-2024>), 321 (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=resultados-de-la-encuesta-realizada-a-los-productores-de-soja-en-tucuman-y-zonas-de-influencia-campana-2023-2024>) y 323 (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=resultados-de-la-encuesta-realizada-a-los-productores-de-maiz-en-tucuman-y-zonas-de-influencia-campana-2023-2024>).

### ► Márgenes brutos y análisis de coyuntura de los granos en Tucumán

En lo referente a costos y márgenes brutos de trigo, soja, maíz, poroto negro y garbanzo, estos fueron actualizados en precampaña, durante el ciclo de cultivo, y a final de la campaña 2023/2024. Se trabajó en las perspectivas 2024/2025 de soja y maíz, incluyendo el análisis de la variación del precio de los insumos, también en el impacto de la intensificación y el uso los cultivos de servicio desde el punto de vista económico

#### ► Resultados

##### • Soja

Al considerar diferentes planteos técnicos, según la protección de cultivo requerida y el nivel de fertilización, las gastos de barbecho a cosecha de la campaña 2023/2024 en Tucumán, se ubicaron en un rango de entre 274 y 430 USD/ha; mientras que los rindes de indiferencia se ubicaron de entre 1,5 y 2,1 t/ha para la soja producida en tierra propia y entre 1,9 y 2,5 t/ha para la de los arriendos. El Reporte Agroindustrial 313 muestra en detalle estos resultados (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=gastos-de-produccion-y-puntos-de-indiferencia-del-cultivo-de-soja-en-la-campana-2023-2024-en-tucuman>).

##### • Maíz

Al considerar diferentes planteos técnicos, según la protección de cultivo requerida y el nivel de fertilización, las gastos de barbecho a cosecha de la campaña 2023/2024 en Tucumán, se ubicaron en un rango de entre 385 y 677 USD/ha. Mientras que el rinde de indiferencia se situó entre 3,8 y 6,1 t/ha en tierra propia y 4,7 a 7 t/ha en arriendo. El rinde promedio provincial fue 4,75 t/ha, por debajo de la mayoría de los puntos de equilibrio, lo que indica resultados económicos negativos. El Reporte Agroindustrial 320 muestra en detalle estos resultados y cuenta con perspectivas para la campaña 2024/2025, en la provincia y su zona de influencia. El escenario económico para la campaña 2024/25 se presenta muy desafiante, especialmente bajo arrendamiento, la presencia de *Dalbulus maidis* podría generar costos adicionales de entre 70 y 90 USD/ha (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=resultados-economicos-del-cultivo-de-maiz-en-la-campana-2023-2024-y-perspectivas-para-la-campana-2024-2025-en-tucuman-y-zonas-de-influencia>).

## ► **Sensores Remotos y SIG**

- **Plan: Estimación de superficie de cultivos de granos estivales e invernales (soja, maíz, poroto, trigo y garbanzo)**
- **Plan: Relevamiento de áreas ocupadas con otros recursos productivos y naturales (tabaco)**

La sección Sensores Remotos y SIG estimó la superficie cultivada con soja, maíz, poroto, trigo, garbanzo y tabaco en la provincia de Tucumán durante la campaña 2023-2024 (Tabla 4). En todos los casos se utilizó como base la información contenida en imágenes satelitales Sentinel 2A y 2B (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), y metodologías de teledetección y SIG.

El cultivo de tabaco fue estudiado utilizando imágenes adquiridas entre los meses de noviembre y diciembre de 2023. La superficie neta total ocupada con cultivos de tabaco fue estimada en 3.880 ha. Al comparar con la campaña 2022/2023, se observó una disminución de aproximadamente 4% de la superficie con tabaco.

La superficie con soja, maíz y poroto fue estimada analizando imágenes adquiridas entre los meses de febrero y abril de 2024. La superficie neta cultivada con soja fue estimada en 166.880 ha, valor ligeramente inferior al registrado en la campaña precedente. Entre

los principales departamentos productores de granos resalta el aumento de superficie sojera en los departamentos Burruyacu y Leales, y la disminución en La Cocha. En los departamentos principalmente cañeros, donde el cultivo de soja se realiza en el marco de la práctica de rotación soja/caña de azúcar se constató a nivel general un decrecimiento de la superficie cultivada con soja.

La superficie con maíz fue estimada en 90.280 ha, lo que indica un decrecimiento en la superficie implantada en relación a la campaña anterior. A nivel departamental se destaca la merma en la superficie maicera de Burruyacu y Cruz Alta y el aumento registrado en Graneros.

La superficie implantada con poroto fue estimada en 13.030 ha, número inferior al estimado en la campaña pasada. El detalle departamental destaca el descenso en la superficie con poroto del departamento Graneros.

- **Plan: Agricultura de precisión basada en sensores remotos**

- **Detección de secuencias de cultivos antecesores del trigo**

Se realizó la identificación y cuantificación de los cultivos antecesores de la superficie sembrada con trigo en las campañas 2022 y 2023 en la provincia de Tucumán, y una comparación entre ambas campañas. La secuencia maíz-barbecho-soja-trigo fue la que presentó la

**Tabla 4.** Distribución departamental de la superficie cultivada con soja, maíz, poroto, trigo, garbanzo y tabaco en Tucumán, campaña 2023/2024.

Departamento	Soja (ha)	Maíz (ha)	Poroto (ha)	Trigo (ha)	Garbanzo (ha)	Tabaco (ha)
Burruyacu	62.280	44.700	2.130	33.970	12.110	
Capital	120			90		
Chicligasta	1.110					
Cruz Alta	25.670	10.790	70	10.600	740	
Famáillá	1.170			180		
Graneros	14.240	12.790	8.760	9.520	1.660	480
J. B. Alberdi	2.250			360		910
La Cocha	20.460	7.490	750	18.210	1.990	2.490
Leales	30.720	13.740	1.320	17.930	890	
Lules	1.190			140		
Monteros	680			60		
Río Chico	1.130					
Simoca	4.820	770		1.420	100	
Tafí Viejo	970			340	140	
Yerba Buena	70			70		
<b>TUCUMÁN</b>	<b>166.880</b>	<b>90.280</b>	<b>13.030</b>	<b>92.890</b>	<b>17.630</b>	<b>3.880</b>

mayor frecuencia en las campañas 2022 y 2023, ocupando más del 50% de la superficie cultivada con trigo en ambos ciclos, y con mayor presencia en el departamento Burruyacu.

La secuencia trigo-soja-trigo-soja fue la segunda en importancia, con mayor concentración en los departamentos La Cocha, Leales y Cruz Alta y sector occidental de Graneros.

• **Categorización del área granera tucumana según el Mapa de almacenamiento de C en los suelos (INTA) y relación con rotación y secuencia de cultivos**

Tomando como base el “Mapa de almacenamiento de C en los suelos de la República Argentina” generado por el INTA se categorizó el área granera según el contenido de COS y se relacionó dicha información con la frecuencia de siembra del cultivo de maíz, y con la información de secuencia de cultivos de trigo en las campañas 2022 y 2023, utilizando metodologías de teledetección y SIG. Se concluyó que en el área granera tucumana en general se aprecia una disminución en los niveles de COS y MOS en el sentido oeste-este. Además, el análisis de la frecuencia de siembra del maíz mostró mayor repetitividad de siembra en los departamentos del norte y este

de la provincia especialmente en Burruyacu, en contraste con los departamentos del sur provincial. Al integrar la información de COS, MOS y frecuencia de maíz se constató una alta coincidencia de mayores valores de COS y MOS con mayor repetitividad de maíz, especialmente en Burruyacu y Cruz Alta; y de menores valores de COS, MOS y baja frecuencia de maíz, principalmente hacia el sur provincial, lo que muestra los beneficios del maíz para el sistema productivo de granos de la provincia de Tucumán. Por otra parte, al considerar la información de secuencias de cultivos antecesores de trigo, se evidenciaron los beneficios de la intensificación de cultivos al sistema.

En la Jornada de poroto organizada por la EEAOC se disertó sobre COS y cultivos antecesores en poroto, y se constató que si bien en la campaña 2023/24 predominó la secuencia maíz-poroto, con alrededor del 33% del total provincial, resulta un valor inferior al registrado en la campaña 2021/22, en la que dicha secuencia alcanzaba el 50% de la superficie cultivada con poroto.

• **Análisis espacial y temporal de los rendimientos del cultivo de maíz**

En el Taller de híbridos de maíz organizado por la EEAOC se expuso un trabajo donde se realiza un análisis espacial y temporal de los rendimientos del cultivo de maíz en la campaña 2023/2024 en Tucumán. Se hizo un relevamiento de datos relativos a rendimientos de maíz y fechas de siembra en los diferentes departamentos del área granera provincial. Se evaluó la biomasa de los cultivos de maíz mediante la aplicación del índice Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). En aquellas regiones donde se realizaron cultivos de maíz en primavera, en el sur provincial, las poblaciones de *Dalbulus maidis* en el verano fueron notablemente superiores, al igual que la infectividad, comprometiendo el éxito del cultivo. En el norte y este provincial, con producción de maíz solo en el verano, si bien se detectaron poblaciones de la plaga al inicio de la campaña estival, las cantidades fueron notablemente inferiores a las registradas en

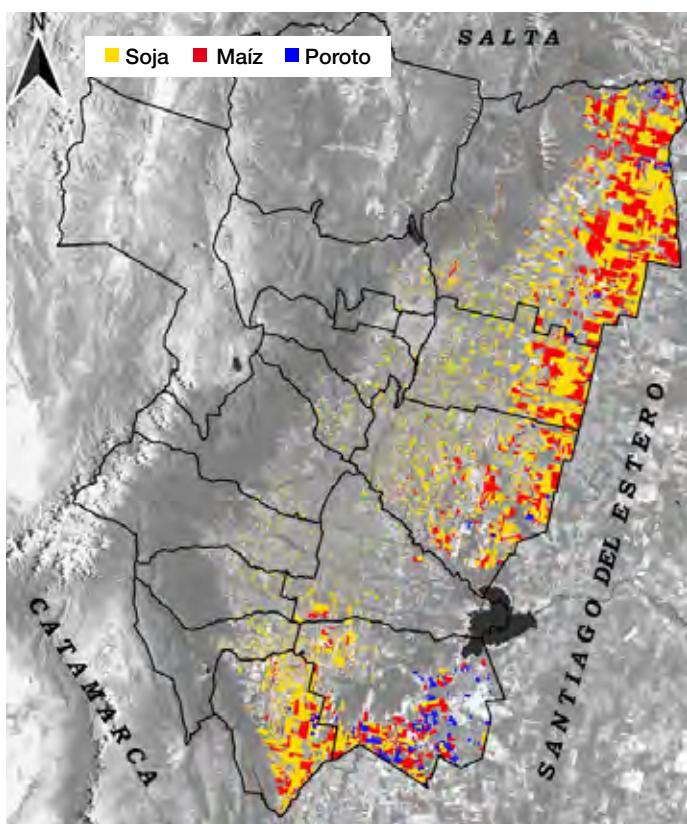
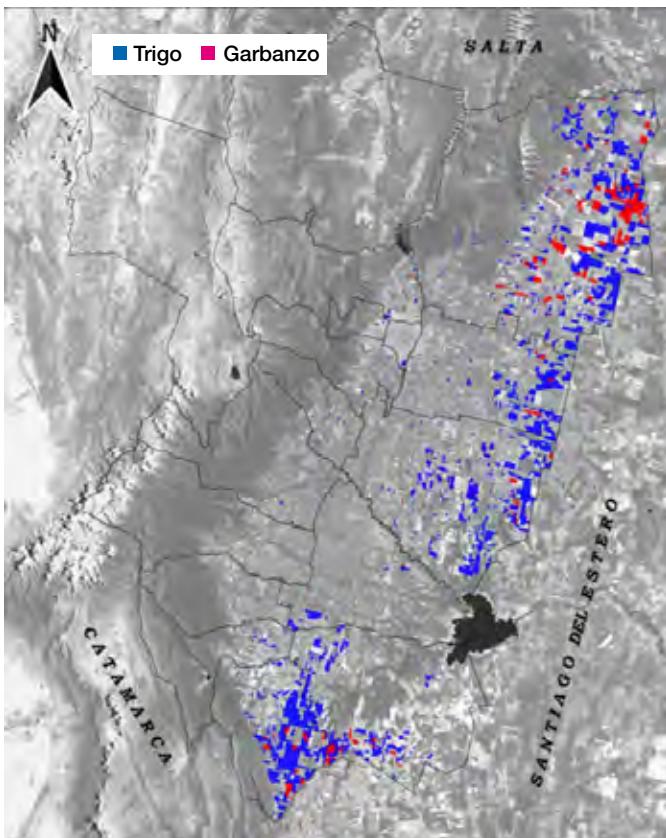
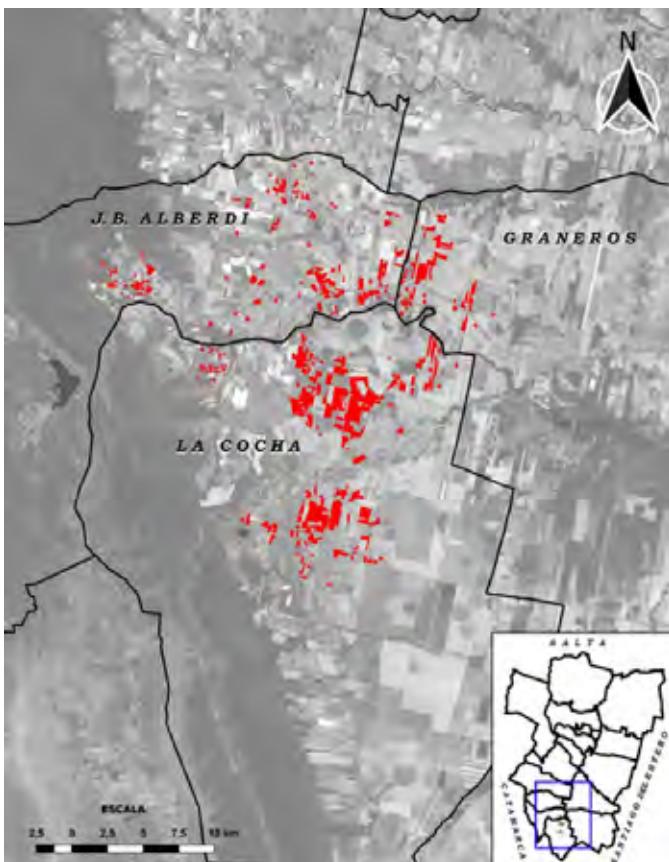


Figura 3. Distribución espacial de la superficie cultivada con soja, maíz y poroto en Tucumán. Campaña 2023/2024.



**Figura 4.** Distribución espacial de la superficie cultivada con trigo y garbanzo en Tucumán. Campaña 2024.



**Figura 5.** Distribución espacial de la superficie cultivada con tabaco en Tucumán. Campaña 2023/2024.

el sur provincial. Otro factor de incidencia fueron las fechas de siembra escalonadas, las cuales favorecieron la incidencia y severidad de las enfermedades transmitidas por el vector, incrementándose a medida que se atrasó la fecha de siembra del cultivo. Hacia el norte y este provincial se constataron los mayores rendimientos de cultivos de maíz (principalmente en el departamento Burruyacu). Los rendimientos en el norte y este fueron variables según las fechas de siembra (FS), registrándose una disminución en los rendimientos promedios a medida que se atrasaba la FS.

#### > Fitopatología

##### ► Plan: Prospección de enfermedades

Este plan tiene como objetivo actualizar el estado del conocimiento sobre la distribución, prevalencia e importancia de las enfermedades en los cultivos de granos causadas por hongos, bacterias y virus, entre otros, mediante la realización de prospecciones en las zonas productoras del noroeste argentino (NOA). En el caso de aquellas enfermedades que se presenten por primera vez, se realizará el aislamiento e identificación de su agente causal.

- **Soja:** en este cultivo se realizaron evaluaciones a campo de incidencia y severidad de las principales enfermedades, tanto en lotes de ensayos como en lotes comerciales de las zonas productivas de la provincia de Tucumán y zonas de influencia. A partir de esta información se elaboraron y publicaron 6 informes sobre las enfermedades presentes en el cultivo de soja en la provincia de Tucumán y zonas de influencia. Estos fueron publicados en la página web de la EEAOC y enviados por WhatsApp a los productores.

Entre las enfermedades detectadas que afectan la parte aérea del cultivo

podemos mencionar la presencia de mancha marrón (*Septoria glycines*) en el 100% de los lotes evaluados con un valor de incidencia puntual de 100% y una altura alcanzada por la enfermedad de 25% en R6. También se observó la presencia de mildiu (*Peronospora manshurica*) en algunos lotes comerciales, con valores de incidencia de 100 % y de 10% de severidad. Se observó la presencia de mancha anillada ocasionada por *Corynespora cassicola* con valores registrados en variedades de soja susceptibles en estadio fenológico R6 de 100% de incidencia y 40% de severidad. En lotes comerciales sembrados con variedades susceptibles a mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), se registraron valores de 100% de incidencia y 15% de severidad en R6. En cuanto a roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*), se detectó en la provincia de Tucumán el 6 de marzo en la localidad de Los Pereyra, Cruz Alta y su avance en el cultivo llegó a valores de incidencia de 100 % y 5 % de severidad en estadio fenológico R6. Al final del ciclo del cultivo, se registraron valores máximos puntuales de 60% de incidencia y 20% de severidad de tizón de la hoja por *Cercospora kikuchii*. Dentro de las enfermedades que afectan la parte basal del cultivo, la más importante esta campaña fue síndrome de la muerte súbita (*Fusarium spp.*) con valores de incidencia de hasta 20%. Una particularidad de la campaña 2023/2024, fue que hubo una demora en la cosecha, en varios lotes comerciales de soja, como consecuencia de la ocurrencia de precipitaciones y una elevada humedad relativa hacia el final del ciclo del cultivo. Esta situación favoreció la infección de las semillas por *Phomopsis sp.* (incidencia entre el 4 y 96 %), *Fusarium sp.* (0 a 34 %), *Cercospora kikuchii* (0 a 28 %) y *Alternaria sp.* (0 a 16 %).

• **Maíz:** en este cultivo se realizaron evaluaciones de incidencia de *Fusarium spp.* en muestras de granos de maíz, donde se detectaron valores promedio de cinco macroparcelas: Los Altos, Catamarca (87%), Otero Pozo, Tucumán (60%), Frías, Santiago del Estero (55%), Olleros, Salta (37%) y Mosconi, Salta (27%). Desde el punto de vista de la sanidad, tal como era previsible, los granos provenientes de macroparcelas afectados por factores bióticos (alta incidencia de chicharrita/achaparramiento) y abióticos (altas temperaturas y humedad relativa), mostraron altos valores de infección de patógenos para la campaña 2023/2024.

• **Trigo:** se realizaron evaluaciones a campo de incidencia y severidad de las principales

enfermedades, tanto en lotes de ensayos como en lotes comerciales de las zonas productivas de la provincia de Tucumán y zonas de influencia. A partir de esta información se elaboraron y publicaron 5 informes sobre las enfermedades presentes en el cultivo de soja en la provincia de Tucumán y zonas de influencia. Estos fueron publicados en la página web de la EEAOC y enviados por WhatsApp a los productores.

Entre las enfermedades detectadas podemos mencionar como la más importante roya amarilla causada por *Puccinia striformis* f. sp. *tritici* con valores puntuales máximos de 100% de incidencia y 50% de severidad. Por otro lado, también se detectó mancha amarilla causada por *Drechslera tritici-repentis* en muestras remitidas al laboratorio con incidencia de 25% y 3% de severidad.

El desarrollo de este plan permitió obtener información relevante acerca del estado fitosanitario de los cultivos de soja, maíz, garbanzo y poroto, la cual fue comunicada al sector productivo mediante la elaboración de informes, publicaciones y talleres. Por otro lado, permitió elegir estrategias de manejo adecuadas de las principales enfermedades de los diversos cultivos evaluados.

#### ► Plan: seguimiento del estado sanitario de las líneas avanzadas y cultivares de soja, poroto y maíz del programa mejoramiento

Este plan tiene como objetivo constatar el estado sanitario de los cultivares que pertenecen al Programa de Mejoramiento de soja, poroto y maíz.

• **Soja:** Se realizó la evaluación de incidencia y severidad de las principales enfermedades presentes en lotes de ensayo de parcelas experimentales a campo. Las semillas provenientes del ensayo de macroparcela de Otero Pozo fueron evaluadas mediante patología de semilla. Los valores de incidencia de *Phomopsis sp.* fueron entre 14 y 68 %, frente a *Fusarium sp.*, las incidencias registradas fueron entre un 4 y un 34 %. Las variedades NEO 69S23 CE, DM 75i75, CZ 78B24 CE y Tukuy presentaron valores menores al 10 %. Al evaluar *Cercospora kikuchii*, esta estuvo presente afectando entre un 0 y 28 % de las semillas evaluadas de las distintas variedades. Para su utilización como semilla, se recomienda que este patógeno esté presente en un máximo de 4 %; las variedades 60R51, IS 60.1 SE, DM 64k64 SCE, DM 64E& SE, RA655, ACA 6820 GR, IS

69,2 CE, BRV 57122 CE, P80A02 SCE y DM 80k80 SCE estuvieron por debajo de este límite.

Se realizó la evaluación del comportamiento de ocho líneas avanzadas pertenecientes al Programa de Mejoramiento frente al patógeno *Macrophomina phaseolina*, agente causal de la podredumbre carbonosa en soja. Este ensayo se realizó en la Sub-Estación de Monte Redondo en un ensayo de microparcelas, con inoculación artificial del patógeno al momento de la siembra. De las líneas analizadas, cinco fueron moderadamente resistentes, con valores de severidad promedio de entre 1,4 a 2; y tres líneas fueron moderadamente susceptibles con valores de severidad promedio de 2,3 a 2,9.

- **Maíz:** Se realizó la evaluación de incidencia y severidad de las principales enfermedades presentes en las macroparcelas de maíz, sin embargo, la presencia de *Dalbulus maidis* y el complejo de achaparramiento no permitieron continuar con estas evaluaciones.

El desarrollo de este Plan permitió obtener información acerca de la respuesta de líneas avanzadas pertenecientes al programa de Mejoramiento de soja y maíz al ataque de distintos patógenos con el fin de determinar su comportamiento frente a enfermedades.

#### ► **Plan: Estudios sobre el uso de productos fitosanitarios como componentes dentro del programa de control de enfermedades**

El objetivo de este plan es determinar la eficiencia de diferentes ingredientes activos (terapéuticos) para el control de las principales enfermedades del cultivo de soja, maíz, poroto y garbanzo aplicados en distintos momentos de desarrollo del cultivo.

- **Soja:** Se realizaron ensayos en parcelas experimentales en la localidad La Cruz, departamento Burruyacú provincia de Tucumán, en la localidad de Gral. Mosconi, departamento San Martín, provincia de Salta y en la localidad de Las Lajitas, departamento Anta, provincia de Salta. Se evaluaron los siguientes parámetros en los ensayos: incidencia y severidad de las principales enfermedades, persistencia foliar, rendimiento y peso de 1000 semillas. Ensayos realizados: Fungicidas foliares. Resistencia a mancha anillada. Control químico de mancha anillada. Control de roya y Enfermedades de Fin de Ciclo (EFC). Finalmente, se procedió al análisis estadístico de los datos empleando el programa Infostat.

En La Cruz, la severidad en el testigo fue de 22,5%. Los fungicidas mostraron eficacias variables, con Miravis Duo logrando el mayor control (75,6%) y un incremento de 283,1 kg/ha, seguido de Orquesta Ultra (68,0%, 256,4 kg/ha). Opera y Amistar Xtra mostraron menor eficacia (51,1% y 36,9%, respectivamente).

En Monte Redondo, Miravis Duo y Orquesta Ultra fueron los más efectivos, con controles superiores a 70% y aumentos en rendimiento de 757,4 y 806,9 kg/ha, respectivamente. Priaxor y Cripton Xpro también mostraron buena eficacia, mientras que Amistar Xtra tuvo menor impacto (12% control, 373,4 kg/ha adicionales).

En Coronel Mollinedo, Miravis Duo y Orquesta Ultra lograron el mayor control de la enfermedad (84,5% cada uno), con aumentos de producción de 602,0 y 639,5 kg/ha, respectivamente. Priaxor y Cripton Xpro también fueron efectivos (78,1% y 69,1%, respectivamente), mientras que Opera y Amistar Xtra mostraron menor eficacia

De estos tres ensayos podemos concluir que los fungicidas evaluados demostraron su capacidad para reducir la severidad de *Corynespora cassiicola* y mejorar el rendimiento del cultivo de soja, con variaciones según localidad y variedad. Las mezclas fungicidas que contienen carboxamidas presentaron los mayores valores de eficacia de control e incrementos de rendimiento.

Por otro lado, se evaluó en laboratorio la sensibilidad de seis aislados de *Corynespora cassiicola*, de diferentes localidades, frente a diferentes fungicidas de síntesis química, midiendo *in vitro*, la inhibición de la germinación de esporas y el crecimiento micelial. Los principios activos evaluados fueron pyraclostrobin, fluxapyroxad, mefentrifluconazole y las mezclas de pyraclostrobin + mefentrifluconazole, pyraclostrobin + epoxiconazol y pyraclostrobin + epoxiconazol + fluxapyroxad. Se realizó la determinación de la CE50 para ambas evaluaciones y se clasificó la eficacia de control según la escala de Kataria y Grover (1978). Fluxapyroxad fue altamente eficiente en la inhibición del crecimiento micelial del 100,0% de los aislados, y mostró una eficiencia variable en la inhibición de la germinación de esporas: altamente eficiente en el 16,6%, moderadamente eficiente en el 66,7% y poco eficiente en el 16,6%. Pyraclostrobin fue ineficiente en el control del 66,7% de los aislados y poco eficiente en el 33,3% en crecimiento micelial, mientras que en germinación de

esporas fue ineficiente en el 66,7%, poco eficiente en el 16,6% y moderadamente eficiente en el 16,6%. Mefentrifluconazole fue ineficiente en el control del 100,0% de los aislados en crecimiento micelial. La mezcla pyraclostrobin + mefentrifluconazole fue ineficiente en el 33,3% y poco eficiente en el 66,7%. Pyraclostrobin + epoxiconazole fue moderadamente eficiente en el 100,0% de los aislados, y la combinación pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxad fue altamente eficiente en el 100,0% de los casos evaluados para crecimiento micelial.

También se evaluó la eficacia *in vitro* de fungicidas en el control de *Cercospora kikuchii*, causante del tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla. Se seleccionaron dos aislamientos del patógeno, obtenidos de semillas de soja recolectadas en la campaña 2023/2024. Los principios activos evaluados fueron mefentrifluconazole y la mezcla de pyraclostrobin + mefentrifluconazole, ambos formulados en suspensión concentrada. Se realizó la determinación de la CE50 y se clasificó la eficacia de control según la escala de Kataria y Grover (1978): mefentrifluconazole mostró una alta eficiencia en el control de los aislados, en tanto, la mezcla de pyraclostrobin + mefentrifluconazole fue moderadamente eficiente para uno de los aislados y altamente eficiente para el otro. La clasificación final de los fungicidas indica que mefentrifluconazole presentó una mayor eficacia para el control de *C. kikuchii*, mientras que la combinación con pyraclostrobin mostró eficacia variable según el aislamiento.

Por otro parte, se realizaron ensayos a campo de control biológico utilizando *Trichoderma* spp.. Un ensayo fue utilizando el *Trichoderma* sp., desarrollado en la sección, como curasemillas frente a *M. phaseolina* (Mp) y otro utilizando 4 diferentes productos a base *Trichoderma* spp. como curasemillas y un control químico.

En el ensayo con inoculación artificial de Mp se evalúo el porcentaje de plantas emergidas a los 7, 14 y 21 días después de siembra (dds), peso fresco y longitud de raíz y de parte aérea, nodulación, vigor radicular a los 30 días después de emergencia, severidad de raíces en R7 y rendimiento. En cuanto a emergencia se observó que el control inoculado presentó los menores valores de emergencia en las tres fechas evaluadas (69, 72 y 71% respectivamente), mientras que el tratamiento biológico solo (78, 83 y 82%), el biológico con el agregado de producto químico (80, 79 y 78%) y el químico solo (87, 87, 89%) presentaron valores mayores

de emergencia diferenciándose estadísticamente del control en las tres fechas evaluadas. Esta diferencia también se evidenció en otros parámetros evaluados. En cuanto al rendimiento el testigo inoculado rindió 3707 kg/ha mientras que el tratamiento con el *Trichoderma* sp. solo rindió 4376 kg/ha y el biológico más el químico 4262 y el químico solo 4373 kg/ha.

En el ensayo que se utilizó diferentes *Trichodermas* spp. se evalúo el porcentaje de plantas emergidas a los 7, 14 y 21 días después de siembra (dds), peso fresco y longitud de raíz y de parte aérea, nodulación, vigor radicular a los 30 días después de emergencia y rendimiento. Los resultados mostraron que el testigo químico tuvo valores de emergencia del 83,7%, 74,5% y 75,6% en las fechas evaluadas, mientras que los tratamientos biológicos oscilaron entre 69,6 y 79,4 % a los 7 dds, entre 66,8 y 78,8 % a los 14 dds y entre 68,0 y 82,0 % a los 21 dds, sin diferencias estadísticas. En cuanto a peso fresco, longitud de raíz y parte aérea, nodulación y vigor radicular, los tratamientos biológicos obtuvieron resultados similares al tratamiento químico. Respecto al rendimiento, el testigo químico registró 2735,8 kg/ha, mientras que los productos biológicos oscilaron entre 2655,0 y 3225,0 kg/ha, nuevamente sin diferencias significativas. Estos resultados sugieren que los curasemillas biológicos, incluyendo el desarrollado en la EEAOC, son una alternativa viable en el cultivo de soja, obteniendo resultados similares a un producto químico y con menor impacto ambiental.

• **Maíz:** Se realizó un ensayo de fungicidas foliares en parcelas experimentales en la localidad San Agustín, departamento Cruz Alta provincia de Tucumán. Debido a la alta presión del complejo de achaparramiento, este ensayo no pudo ser evaluado.

• **Poroto:** Se realizó un ensayo de diferentes curasemillas de síntesis química frente a *Macrophomina phaseolina* realizados en condiciones controladas y a campo (San Agustín, Cruz Alta, Tucumán). Al usar estos tratamientos curasemillas químicos, se observó un incremento en el porcentaje de plantas emergidas, menores valores de severidad en raíces y mayor peso radicular respecto al testigo inoculado con el patógeno.

Se realizaron ensayos de fungicidas foliares en parcelas experimentales frente a la Mustia hilachosa causada por *Rhizoctonia solani*, en la localidad de Rapelli y en Termas de Río Hondo,

provincia de Santiago del Estero. Se evaluaron los siguientes parámetros en los ensayos: incidencia y severidad de las principales enfermedades, sin embargo, las condiciones no fueron propicias para el desarrollo de esas enfermedades.

#### ► Actividades en servicios

##### • Soja:

- Se realizaron ensayos a campo de productos fitosanitarios para empresas del medio curasemillas y fungicidas foliares: 12 ensayos

En condiciones controladas y semicontroladas: 2 ensayos

##### • Poroto:

- Se realizaron ensayos a campo de productos fitosanitarios para empresas del medio curasemillas y fungicidas foliares: 2 ensayos

En condiciones controladas y semicontroladas: 1 ensayo

##### • Maíz:

- Se realizaron ensayos a campo de productos biológicos para empresas del medio: 3

##### • Trigo:

- Se realizó un ensayo a campo de productos biológicos para empresas del medio: 1

#### ► Consideraciones finales

El desarrollo de este Plan permitió determinar los fungicidas más apropiados para el control de las distintas enfermedades del cultivo de soja, poroto y trigo, así como también el empleo de diversos agentes de biocontrol como una alternativa más amigable para el medio ambiente. Por último, este plan contempló el desarrollo de actividades de servicios a terceros mediante la elaboración de ensayos tanto *in vitro*, como bajo condiciones controladas y a campo, lo que constituye otro aporte al sector productivo.

## ► Zoología

#### ► Alternativas para el manejo de plagas en soja y maíz

En este proyecto los objetivos perseguidos fueron los de evaluar estrategias para el manejo del complejo de plagas en los cultivos de soja y maíz, resaltando los siguientes resultados.

#### ► Manejo de plagas no objetivo de la soja Intacta. Código: GR Z1

- **Estrategias para el manejo de plagas no objetivo de la soja Intacta:** las plagas target de los ensayos fueron el *Rhyssomatus subtilis* y la oruga medidora (*Rachiplusia nu*). En los ensayos, la doble aplicación de insecticidas (R3 y R5) redujo significativamente el impacto de estas plagas sobre el cultivo, destacándose entre las estrategias la aplicación del activo Isocycloseram en R3 y el de las mezclas de piretroides + neonicotinoides en R5. Los rendimientos en los testigos (sin aplicación de insecticidas) fueron de 2781 kg/ha en San Agustín y 2225 kg/ha en La Cocha. Con la aplicación de isocycloseram en R3 y de las mezclas de piretroides + neonicotinoides en R5 se lograron incrementos del rinde con respecto al testigo que oscilaron entre un 44% a un 58% en San Agustín y entre un 29% a un 43% en La Cocha.

- **Aspectos bioecológicos y manejo del complejo de orugas en soja y maíz:** la oruga medidora (*Rachiplusia nu*), mostró un cambio de susceptibilidad a la proteína Cry1Ac que expresa la soja Intacta en la campaña 2021/22, convirtiéndose actualmente en la principal especie defoliadora de la soja Intacta. A través de un estudio solicitado por IRAC Argentina y CASAFE, se evaluó en bioensayos la dosis – respuesta de 6 activos registrados para el control de *R. nu* sobre 4 poblaciones de esta especie que fueron colectadas en lotes de soja Intacta en diferentes regiones sojeras del país. Los activos evaluados fueron bifentrin (piretroido), clorantraniliprole (diamida), metoxifenocida (diacilhidracinas), spinetoram (espinosina), clorfenapyr (pirroles) e isocycloseram (meta-diamidas y isoxazolininas); considerándose en cada uno un rango de dosis que fue desde 0,25X a 8X, siendo 1X la dosis de registro para el control de *R. nu*. En todas las poblaciones testeadas, los insecticidas evidenciaron eficacias de control superiores al 90% a partir de la concentración 1X, sin que se registraran fallas de control sobre esta especie en los diferentes activos evaluados.

#### ► Aspectos bioecológicos y herramientas para el manejo de la chicharrita del maíz, *Dalbulus maidis*

- **Fluctuación poblacional de *D. maidis* e infectividad a Corn Stunt Spiroplasma (CSS):** los estudios fueron realizados en las localidades de San Agustín (Tucumán), donde se siembra maíz en la época estival, y en Los Altos

(Catamarca), donde se planta el maíz en dos oportunidades, la primera siembra en primavera para producir semillas y la segunda en el verano. La doble secuencia de maíz (primavera + verano) fue muy favorable para el desarrollo de la plaga, observándose en Los Altos valores de *D. maidis* hasta 10 veces superiores a los registrado en San Agustín. Esta situación también se reflejó en los valores de infectividad de este vector a CSS, con niveles cercanos al 90% en abril en Los Altos, contra un 67% en San Agustín. Se destaca la marcada influencia de la doble siembra de maíz (primavera + verano), como factor favorable para el desarrollo de la plaga y su infectividad a CSS. El inicio de estos estudios llevó a que la EEAOC coordine en la actualidad la Red Nacional de trampas de monitoreo de la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*).

- **Susceptibilidad de las diferentes etapas fenológicas del maíz al daño causado por *D. maidis* e impacto según fecha de siembra del cultivo:** con respecto a las etapas fenológicas, el tratamiento control (11 aplicaciones de insecticidas desde V1 a R5) logró un rendimiento de 4457 kg/ha, registrándose en el testigo (sin aplicaciones de insecticidas) una reducción del rinde del 68%, con respecto al control. El impacto sobre el rendimiento en las fases comprendidas entre V1 a V4, V5 a V8 y VT hasta finales de ciclo del maíz fueron del 19%, 32% y 44% respectivamente. En situaciones de alta incidencia de la plaga (adultos y ninfas) todas las fases fenológicas del cultivo resultaron sensibles, principalmente a los daños indirectos (trasmisión de enfermedades y formación de fumagina) ocasionado por *D. maidis* en el maíz. Con respecto a las fechas de siembra, la más tardía (7/2/2024) evidenció los mayores niveles de la plaga y daños, con valores acumulados cercanos a 36 adultos por planta y 100 ninfas por hoja en comparación a la fecha más temprana (26/12/2023), que tuvo niveles acumulados de 13 adultos por planta y 20 ninfas por hoja. Se concluye que el escalonamiento de fechas de siembra conlleva a una mayor incidencia de *D. maidis* en aquellas siembras más tardías del maíz.

- **Susceptibilidad de diferentes híbridos de maíz al daño causado por *D. maidis*:** se evaluaron 7 macroparcelas de maíz (EEAOC y CREA), distribuidas desde el sur de Tucumán (La Cocha), hasta el sur de Salta (Metán), donde participaron entre 25 a 30 híbridos.

La incidencia del complejo de enfermedades trasmítidas por *D. maidis* fue decreciendo desde el sur de Tucumán, con un 100% de afección hasta Metán, donde la incidencia promedio fue del 43%. En la Cocha, todos los híbridos presentaron más de un 70% de sus espigas con daños moderados y severos, concluyéndose que en situaciones de alta incidencia no hay un aporte significativo de la genética al manejo de esta problemática. En localidades donde la incidencia de *D. maidis* fue menor, se observó un comportamiento diferencial de los híbridos, destacándose materiales como DK 7710; DK 7220, SYN 126, LG 36538, KWS 9606 y P 2297 principalmente. La genética constituye un pilar fundamental para el manejo de esta problemática, en situaciones de baja a moderada incidencia del complejo de enfermedades trasmítidas por *D. maidis*.

- **Alternativas químicas para el control de *D. maidis* en el cultivo de maíz:** entre ellas se evaluó el tratamiento de semillas (TS) y los insecticidas foliares (IF), mencionándose que no había productos registrados para el control de *D. maidis* en Argentina. Se determinó que la dosis de los insecticidas en el TS era insuficiente para el control de *D. maidis* en las etapas iniciales del cultivo, lográndose mejores protecciones con los incrementos de la dosis de los TS empleados comúnmente, mencionándose a los activos tiametoxam 60% 1,3 cm<sup>3</sup> pc/1000 semillas, imidaclorpid 60% FS 2,7 cm<sup>3</sup> pc/1000 semillas y clotianidin FS 60% 1,3 cm<sup>3</sup> pc/1000 semillas. En IF, se trabajó con insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides, mezclas de estos con neonicotinoides, carbamatos y organofosforados. En situaciones con niveles de más de 5 adultos de *D. maidis* por planta, no se lograron controles satisfactorios independientemente de la alternativa evaluada. Cuando se trabajó con valores de 1 a 2 adultos por planta, se lograron mejores controles, con eficacias que no superaron un 50% de control en el mejor de los casos y con un periodo de protección de no más de 7 días posteriores a su aplicación. Entre los activos que mostraron esos niveles de control se mencionan al acefato 97% WG 1000 g pc/ha, metomil 90% SP 350 g pc/ha, imidaclorpid 25% + bifentrin 5% SC 400 cm<sup>3</sup> pc/ha, tiametoxam 30% + bifentrin 20% SC 200 cm<sup>3</sup> pc/ha, isocycloceram 10% + lambdacialotrona 15% ZC 250 cm<sup>3</sup> pc/ha y bifentrin 10% EC 200 cm<sup>3</sup> pc/ha.

## › Suelos y Nutrición Vegetal

### › Actividades de investigación

#### ► Fertilización en Soja

- **Objetivo:** Cuantificar la influencia de macros y micronutrientes en el cultivo de la soja.

#### • Ensayo de fertilización con P, S y Zn en el cultivo de soja

Objetivo del ensayo: evaluar el efecto de la fertilización con P, S y Zinc sobre rendimiento y calidad de grano en el cultivo de la soja. En Monte Redondo se evaluaron 4 tratamientos: un testigo absoluto sin fertilizar (TA), un tratamiento con P70 (70 kg/ha de P2O5), un tratamiento con P70 + S20 (20 kg/ha de S); y por último, un tratamiento con P70 y S20, sumado a una aplicación foliar de Zn (1 lt/ha de producto comercial de Yara en R1-R2). Las fuentes utilizadas fueron Superfosfato Triple de Ca, Sulfato de Calcio y Zintrac (de Yara, 70% de Zn). P y S fueron aplicados durante la siembra e incorporados, mientras que el Zn fue aplicado en estado reproductivo (R1-R2) por vía foliar. Se observó diferencias significativas al agregado de P solamente, seguramente por los valores bajos de P disponible que presentó el sitio del ensayo durante la siembra.

#### ► Fertilización en maíz

- **Objetivo:** cuantificar la influencia de macro y micronutrientes en el cultivo del maíz.

#### • Ensayo de respuesta por parte del cultivo de maíz a la aplicación de P, S y Zn

Objetivo del ensayo: evaluar el efecto de la fertilización con P, S y Zinc sobre rendimiento de grano en el cultivo de maíz.

En Monte Redondo se evaluaron 4 tratamientos: un testigo absoluto sin fertilizar (TA), un tratamiento con P70 (70 kg/ha de P2O5), un tratamiento con P70 + S20 (20 kg/ha de S); y por último, un tratamiento con P70 + S20, más una aplicación foliar de Zn (1 lt/ha de producto comercial de Yara en R1-R2). Las fuentes utilizadas fueron Superfosfato Triple de Ca, Sulfato de Calcio y Zintrac (de Yara, 70% de Zn). P y S fueron aplicados e incorporados durante la siembra, mientras que el Zn fue aplicado en estado reproductivo (R1-R2) por vía foliar. En este caso no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los

tratamientos evaluados.

#### • Ensayo de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz sembrado sobre distintos cultivos antecesores

Objetivo del ensayo: evaluar la respuesta por parte del cultivo de maíz, sembrado sobre distintos antecesores de invierno, al agregado de N con dosis crecientes. En Monte Redondo se sembró un híbrido maíz sobre distintos antecesores invernales utilizados como cultivos de servicios (CS). Los antecesores fueron: Gramínea (Centeno con rendimiento de MS de 2500 kg/ha), Leguminosa (Vicia villosa con rendimiento de MS de 3500 kg/ha) y Barbecho Invernal. En los tres sitios se instalaron ensayos de dosis crecientes de N: N0 (sin fertilización), N50 (50 kg/ha de N) y N100 (100 kg/ha de N), utilizando Urea como fuente nitrogenada y aplicada cuando el maíz presento seis hojas verdaderas (V6). Se pudo observar respuestas por parte del cultivo a la fertilización sólo cuando el antecesor fue la gramínea, con dosis desde los 50 kg/ha. En los sitios restantes no se observó respuesta del maíz al agregado de N mediante la fertilización. El aporte de N, tanto del barbecho como de la leguminosa como CS, fue suficiente para el rendimiento de los maíces de la campaña.

#### • Ensayo de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz utilizando distintas dosis y fuentes

Objetivo del ensayo: evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada utilizando distintas fuentes y dosis sobre el rendimiento del cultivo de maíz. En Monte Redondo se evaluaron 7 tratamientos: un testigo absoluto sin fertilizar, tres tratamientos utilizando Urea como fuente nitrogenada con dosis de N50, N75 y N90; y otros tres tratamientos con CAN (Nitrato de Amonio Calcáreo) aplicando las mismas dosis antes mencionadas. La aplicación se hizo de forma dividida, 1/3 durante la siembra y el resto cuando el maíz presentó 6 hojas verdaderas. Se observó diferencias significativas en el rendimiento de maíz solo cuando se utilizó CAN en dosis de 75 y 100 kg/ha de N, mientras que el resto de los tratamientos superaron al testigo sin diferenciarse significativamente. A igual cantidad de N aplicado, se puede decir que con CAN el maíz rindió un 8% más que el maíz fertilizado con Urea. Sin embargo, por los bajos rendimientos a causa de la problemática de Dalbulus, desde el punto vista económico, no fue rentable la fertilización con N.

- **Ensayo de fertilización nitrogenada con dosis crecientes de N en dos híbridos de maíz sembrados a distintas densidades (ensayo NxD)**

**Objetivo del ensayo:** evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada utilizando distintas dosis sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz sembrados con distintas densidades de siembra. En Monte Redondo se sembraron dos híbridos (Dekalb 7220 y Brevant 8472) en tres densidades distintas: 45.000, 57.000 y 66.000 pl/ha. A su vez, en cada híbrido y en cada densidad de siembra se aplicó N con Urea de forma dividida (1/3 a la siembra y resto en V6) en dosis de N0, N60, N90 y N120. De esta manera, se evaluaron 24 tratamientos con tres repeticiones.

**Para Dekalb:** los tratamientos que se diferenciaron de sus TA fueron densidades de 45.000 y 57.000 pl/ha con dosis de N90. Cuando la densidad fue de 66.000 pl/ha, solo la dosis de N120 se diferenció de su TA. Para este híbrido el mejor tratamiento fue una densidad de 57.000 pl/ha con dosis de N90.

**Para Brevant:** con 45.000 pl/ha se diferenció solo dosis de N60 respecto de su TA. Con 57.000 pl/ha no se observó diferencias significativas de los tratamientos fertilizados respecto al TA. Y con 66.000 pl/ha se diferenció la dosis de N90 comparado con su TA. Para este híbrido el mejor tratamiento fue una densidad de 66.000 pl/ha con dosis de N90. A pesar de la problemática de Dalbulus durante la campaña, se observa respuesta por parte del cultivo a la aplicación de N sembrado en distintas densidades. Sin embargo, por los bajos rendimientos a causa de la problemática de Dalbulus, desde el punto vista económico, no fue rentable la fertilización con N.

#### ► **Fertilización en trigo**

- **Objetivos:** cuantificar la influencia de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y micronutrientes sobre rendimiento y calidad del cultivo de trigo.

- **Ensayo de fertilización con macro y micronutrientes en el cultivo de trigo**

**Objetivo del ensayo:** evaluar el efecto de la fertilización con N, P, S y Zinc en el rendimiento y la calidad del grano (% proteínas) del cultivo de trigo. En Monte Redondo se evaluaron cinco tratamientos: un testigo absoluto sin fertilizar, un tratamiento con P30 (30 kg/ha de  $P_2O_5$ ), otro tratamiento con P30 + N50 (50 kg/ha de N), un cuarto tratamiento con P30 + N50 + S10 (10 kg/ha de S); y un último tratamiento similar al anterior sumado a una aplicación foliar de Zinc (1 lt/ha de Zintrac, 70% de Zn) cuando el trigo se encontraba en estadio de hoja bandera. Las fuentes utilizadas fueron Superfosfato Triple de Calcio, Urea, Sulfato de Calcio y un producto comercial con Zn. Los tratamientos fertilizados rindieron mejor que el testigo absoluto sin fertilizar, sin embargo el tratamiento con N, P y S fue el único que se diferenció del TA. No se observó respuesta al agregado de Zinc foliar. Con respecto a la calidad de granos, los tratamientos fertilizados no se diferenciaron estadísticamente del testigo sin fertilizar.

cuarto tratamiento con P30 + N50 + S10 (10 kg/ha de S); y un último tratamiento similar al anterior sumado a una aplicación foliar de Zinc (1 lt/ha de Zintrac, 70% de Zn) cuando el trigo se encontraba en estadio de hoja bandera. Las fuentes utilizadas fueron Superfosfato Triple de Calcio, Urea, Sulfato de Calcio y un producto comercial con Zn. Los tratamientos fertilizados rindieron mejor que el testigo absoluto sin fertilizar, sin embargo el tratamiento con N, P y S fue el único que se diferenció del TA. No se observó respuesta al agregado de Zinc foliar. Con respecto a la calidad de granos, los tratamientos fertilizados no se diferenciaron estadísticamente del testigo sin fertilizar.

- **Ensayo de aplicación de N foliar con Urea en distintas concentraciones**

**Objetivo del ensayo:** evaluar el efecto de aplicaciones foliares de N en distintas concentraciones y en etapas reproductivas del cultivo sobre el rendimiento y la calidad de grano del trigo. En la localidad de Monte Redondo, se evaluaron cinco tratamientos: un testigo absoluto sin fertilizar, un tratamiento con P30 (30 kg/ha de  $P_2O_5$ ), otro tratamiento con P30 + N50 (50 kg/ha de N), un cuarto tratamiento con P30 + Urea al 10% aplicado por vía foliar cuando el trigo se encontraba en estadio de hoja bandera; y un último tratamiento similar al anterior pero la Urea fue aplicada en una concentración del 20%. Los rendimientos de los tratamientos fertilizados fueron mayores que el TA, sin embargo solo se observó respuesta significativa por parte del cultivo al agregado de P. Con respecto a la calidad de granos las muestras están en proceso de análisis.

- **Contenido de humedad de suelo previo a la siembra del cultivo de trigo**

Con el objetivo de conocer el contenido de humedad en el perfil del suelo de la zona de producción de granos de la provincia y tratar de estimar rendimiento a cosecha en el cultivo de trigo, en distintos sitios de Tucumán y zonas de influencia, se realizó un muestreo de suelos para la determinación de agua útil hasta 150 cm de profundidad previo a la siembra del cultivo. Para cumplimentar con el objetivo se tomaron muestras en sector norte, centro y sur de la provincia. En los tres sectores se observó disminuciones en el contenido de humedad desde el Oeste hacia el Este tucumano, incluso hacia el Oeste santiagueño. Motivo por el cual se puede decir que los rendimientos serán más altos en el sector oeste de la zona productora de granos (La Cruz, Burruyacú, La Ramada).

## ➤ Manejo sustentable de suelos

### ► Ensayo de sistemas productivos de granos

- **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes alternativas de siembra de granos, que incluyen barbechos invernales limpios, cultivos de cosecha (de verano e invierno) y cultivos de servicios (de invierno) sobre la sustentabilidad del sistema, teniendo en cuenta aspectos ambientales (suelo), sanitarios y económicos.

Durante la campaña 2023-2024, se realizó el décimo primer año de siembra de verano en este ensayo, instalado en la subestación Monte Redondo. Para esta campaña, por las rotaciones planteadas, en el verano se sembró soja y maíz. La soja rindió en promedio 2000 kg/ha. A pesar de la problemática de *Dalbulus*, el maíz se pudo cosechar obteniendo rendimientos por debajo de lo normal para la zona. Durante el invierno se sembró trigo como cultivo comercial y centeno como cultivo de servicio (CS). Además se dejaron como todos los años tratamientos con barbecho químico de invierno. El rendimiento promedio de trigo fue de 1100 kg/ha, mientras que el rendimiento de materia seca (MS) del centeno fue de 4500 kg/ha aproximadamente. Todos los años se realizan distintos muestreos a campo para determinaciones físicas, químicas y biológicas de suelos.

### ► Servicios a terceros

#### • Ensayo de fertilización en cultivo de granos (Convenio con FERTILIZAR AC)

Ensayo llevado a cabo en la subestación Monte Redondo cuyo objetivo general planteado fue evaluar el efecto de distintos macro y micronutrientes sobre el cultivo de granos (soja y/o maíz) formando parte de una red de ensayos a nivel nacional, con el fin de evaluar el efecto de la fertilización, tanto sobre los rendimientos del cultivo como del recurso suelo a mediano y/o largo plazo. Ensayo con una duración mínima de 3 campañas. Durante este segundo año se sembró soja. Se observa respuesta por parte del cultivo al agregado de P. Seguramente por los bajos contenidos de este elemento en el suelo en el sitio donde se realiza el mismo. Sin respuesta al agregado de S y Zinc.

### ► Servicios

- Informes e interpretación de datos de análisis de suelo y agua a productores realizados en el laboratorio de la sección suelos.

- Diagnóstico sobre fertilización y manejo de suelos en cultivos de granos a partir de datos arrojados por el laboratorio.
- Servicio de toma de muestras a campo para determinación de propiedades físicas y químicas de suelo en laboratorio a productores de granos.
- Realización de ensayos de fertilización a terceros.

## ➤ Semillas

### ► Plan: Soja. Obtención de variedades locales. Calidad de la semilla de líneas avanzadas

Se analizó calidad fisiológica de Líneas Avanzadas Progenie. Se caracterizó por test de peroxidasa 10 nuevas variedades de soja correspondientes a la red de Macroparcelas del Programa de Mejoramiento Genético en soja. Calidad de semilla en macroparcelas 2023/2024. Se evalúo el efecto del retraso en la cosecha en la macroparcela de San Agustín. Se determinó poder germinativo, vigor, PMS y daños en las semillas. Los materiales pertenecientes a los ciclos largos tuvieron un mejor desempeño por calidad de semillas frente a una demora en la cosecha por condiciones ambientales desfavorables.

### ► Plan: Maíz. Evaluación de híbridos comerciales y precomerciales en macroparcelas. Calidad de semilla/grano

Se determinó mediante observación macroscópica del grano, el porcentaje en peso de granos dañado, granos afectados por *Fusarium graminearum* y *Fusarium verticillioides*, Peso de mil semillas y Peso hectolítico en 24 genotipos de híbridos comerciales, provenientes de 10 ambientes Tala Pozo, Olleros, Frías, El Palomar, El Charco, La Zanja, Mosconi, San Agustín, Nueva Esperanza y Los Altos. En todos los ambientes evaluados el daño sobresaliente fue por *F. verticillioides*; en Los Altos se registraron valores más bajos de Peso hectolítico y Peso de mil semillas, que se asocian a una mayor incidencia de *Dalbulus maidis*.

### ► Plan: Garbanzo y lenteja: Calidad de grano/semilla de materiales comerciales y líneas avanzadas

- **Sauco:** se evaluó calidad física del grano y calidad fisiológica de la semilla en variedades provenientes del Norte de Córdoba en el marco del acuerdo de transferencia de materiales con el

Grupo Agroempresa, destacándose por calidad de grano TUC 1024, TUC 464 y TUC 1034 y por calidad de semilla TUC 1034.

## ► Manejo de Malezas

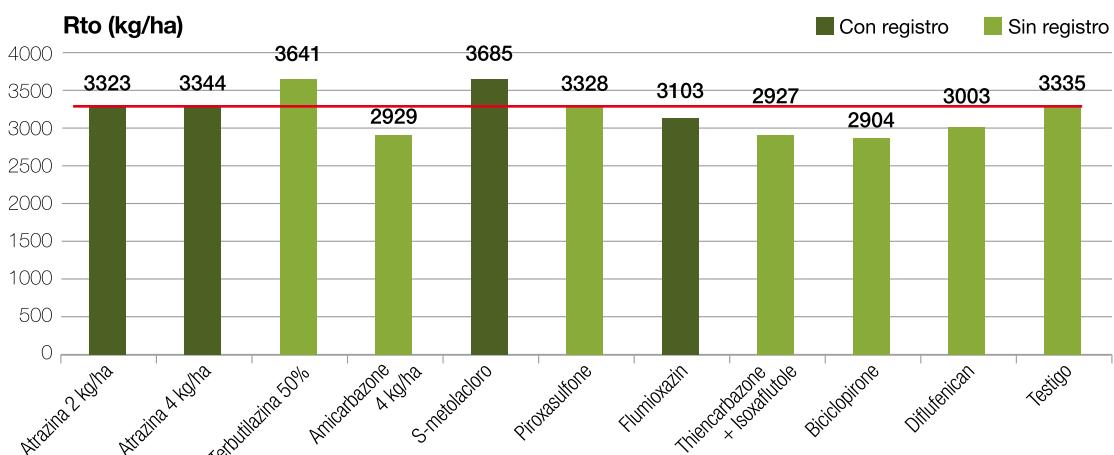
### • Ensayos de herbicidas en el cultivo de sorgo granífero

El sorgo granífero es un cultivo con disponibilidad limitada de herbicidas registrados para su manejo. En los últimos años, su mayor incorporación en la rotación de los sistemas productivos de granos ha despertado un creciente interés, lo que ha motivado la búsqueda de nuevas estrategias de control de malezas. Con este objetivo, se vienen evaluando herbicidas en pre y post-emergencia del cultivo.

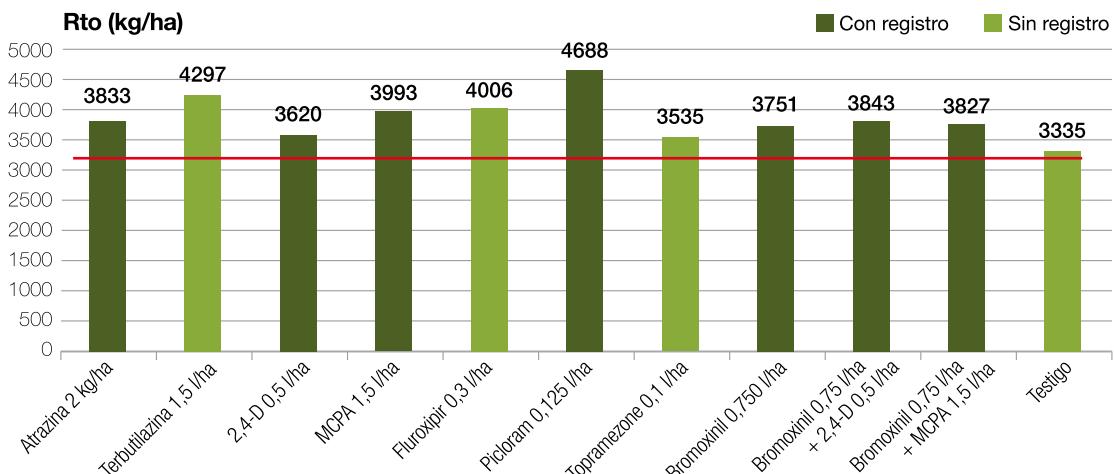
En la última campaña se evaluaron 11 pre-emergentes (Figura 6), donde solo tres de ellos están registrados para su uso en sorgo (atrazina, S-metolacloro y flumioxazin), mientras

que el resto de los productos analizados no cuentan aún con registro. Entre los tratamientos evaluados, destacaron terbutilazina y piroxasulfone dentro de las potenciales alternativas. Aunque no se observaron diferencias significativas en los rendimientos, los tratamientos con thien carbazone + isoxaflutole y biciclopirona mostraron síntomas de fitotoxicidad en las etapas iniciales del cultivo.

Por otro lado, se evaluaron alternativas registradas disponibles en post-emergencia y diferentes mezclas, así como también activos no registrados y con potencial para el cultivo (Figura 7). En este caso, el rendimiento no mostró diferencias significativas con el testigo, pero los valores promedio fueron superiores a este. Sin embargo, algunos de estos tratamientos presentaron síntomas de fitotoxicidad, como curvado de plantas y en algunos casos alteración en el desarrollo las raíces. Esto se dio principalmente en 2,4-D y MCPA, lo que indica la necesidad de evaluar la ventana de aplicación



**Figura 6.** Rendimientos obtenidos para los distintos tratamientos evaluados en pre-emergencia de sorgo granífero.



**Figura 7.** Rendimientos obtenidos para los distintos tratamientos herbicidas evaluados en post-emergencia de sorgo granífero.

para estos activos, ya que es fundamental para evitar efectos fitotóxicos.

Estos resultados resaltan la necesidad de continuar con las evaluaciones para obtener datos más concluyentes sobre la selectividad y eficacia de cada herbicida, buscando optimizar el manejo de malezas en sorgo con los herbicidas registrados y contribuir con nuevas alternativas con potencial para el registro en el cultivo.

También se evaluaron los herbicidas herbicidas ALS imazapir e imazetapir sobre un material con tecnología igrowth, los cuales mostraron alta selectividad para esta tecnología, siendo la misma una importante herramienta para el manejo del cultivo.

#### • Avances en el manejo de *Commelina erecta* en barbechos de granos

Durante la pasada campaña se realizaron numerosos ensayos para el manejo en barbecho

de *Commelina erecta*, una maleza perenne de hoja ancha que ha resurgido en ciertas zonas de la provincia y el país como una limitante en la producción de granos. Esta maleza es una de las primeras en rebotar dentro de los lotes durante la primavera, por lo cual puede alcanzar desarrollos importantes al momento de los barbechos anticipados o pre-siembra, a lo que además se suma su tolerancia natural al glifosato. Se establecieron diferentes ensayos a campo tanto en barbechos intermedios como pre-siembra. En los barbechos intermedios se evaluaron tanto herbicidas registrados como no registrados para su uso en el cultivo de soja y maíz. Los que más se destacaron tanto en el control de la parte aérea como en el retraso de los rebrotos fueron los tratamientos que incluyeron 2,4-D en mezcla con diflufenican, clomazone (ambos registrados en soja), o asulam (sin registro para soja y maíz), como se observa en la Figura 8 y 9 para los tratamientos T4, T9 y T11, respectivamente. Las características promisorias de asulam, tanto

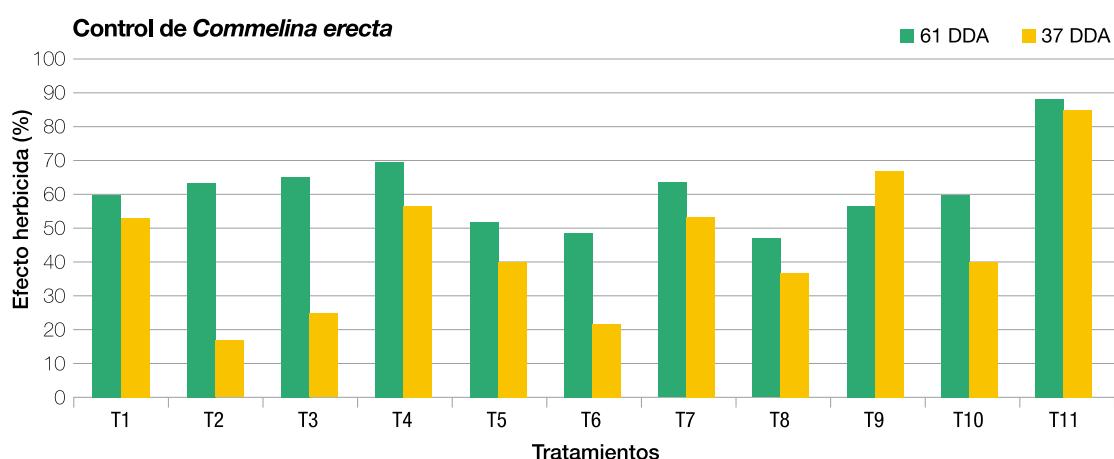


Figura 8. Efecto herbicida observado a los 16 y 37 días después de la aplicación para los distintos tratamientos herbicidas sobre *Commelina erecta* en barbecho.

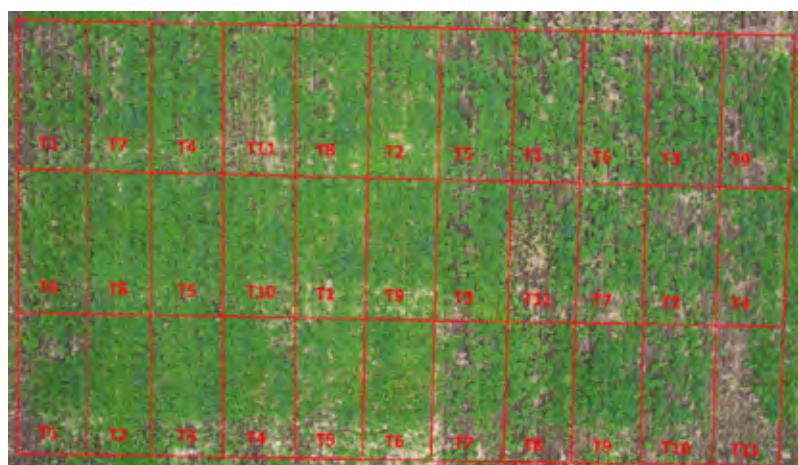


Figura 9. Vista aérea del ensayo de control de *Commelina erecta* a 37 días después de la aplicación, para los distintos tratamientos herbicidas en barbecho.

por su eficacia de control, como por el hecho que su modo de acción herbicida es particular y muy poco usado, permitirían disponer de una importante alternativa para aplicaciones selectivas en el control de Commelina. Por ello, se está evaluando su selectividad para poder ser aplicado en pre-emergencia de cultivo de soja y otros cultivos.

## ► Biotecnología

### ► Proyecto: Marcadores moleculares en soja

#### ► Plan: Evaluación y caracterización de genotipos de soja y patógenos relacionados para la identificación de segmentos de ADN asociados con características de interés agronómico

El objetivo general de este plan es evaluar y caracterizar genotipos de soja y patógenos relacionados para identificar segmentos o regiones de ADN asociados con características de interés agronómico. Las regiones genómicas pueden referirse a marcadores moleculares, QTLs o genes propiamente dichos que podrían utilizarse en el marco del SubPrograma de Mejoramiento Genético de la Soja (SPMGS) como herramientas para el desarrollo de nuevas variedades y/o para el desarrollo de tecnologías que incrementen la sostenibilidad del cultivo.

En el estudio del estrés hídrico tres genes diferencialmente expresados en Munasqa RR bajo estrés hídrico fueron clonados y enviados para su evaluación funcional en *Arabidopsis thaliana* mediante colaboración con el Instituto César Milstein. A su vez, se realizó un ensayo controlado en invernadero para comparar el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua de la línea R30-6 con triple apilamiento

de resistencia, mostrando un desempeño comparable al control tolerante (Figura 10) y se instalaron dos cámaras de cría con condiciones controladas (fotoperiodo extendido y alta temperatura) para avanzar en estrategias de cultivo acelerado (*speed breeding*), con buenos resultados iniciales en germinación y vigor de plántulas.

En resistencia a enfermedades, se avanzó en el desarrollo de líneas con apilamiento de genes de resistencia a MOR, SMS y CTS. Se destacan las líneas R30-6, R30-9, R30-11 y otras con distintos niveles de apilamiento y validación molecular.

En cuanto a la caracterización de la diversidad genética del BG de SPMGS, se integró la base de datos propia con información del GmHapMap y se reformateó una matriz de haplotipos centrados en genes. Esto permitió identificar haplotipos funcionales relevantes y diseñar marcadores proxy con potencial aplicación en estrategias de selección asistida. Además, se identificaron 32 SNPs del set oficial de INASE con vistas a brindar servicios de control varietal, tanto en soja como en garbanzo, a través de una posible futura prestación institucional.

En mapeo genético, se almacenó la generación F6 derivada del cruzamiento Munasqa RR × TJ2049 y se sembró la población Munasqa RR × DM6.2 para el estudio de resistencia a *Macrophomina phaseolina*. Se inició el análisis de segregación mendeliana de SNPs, detectándose una proporción relevante de loci con segregación distorsionada, lo que podría estar vinculado a regiones genómicas de interés. Se realizó un análisis complementario de distribución cromosómica, identificando posibles zonas de desequilibrio de segregación.

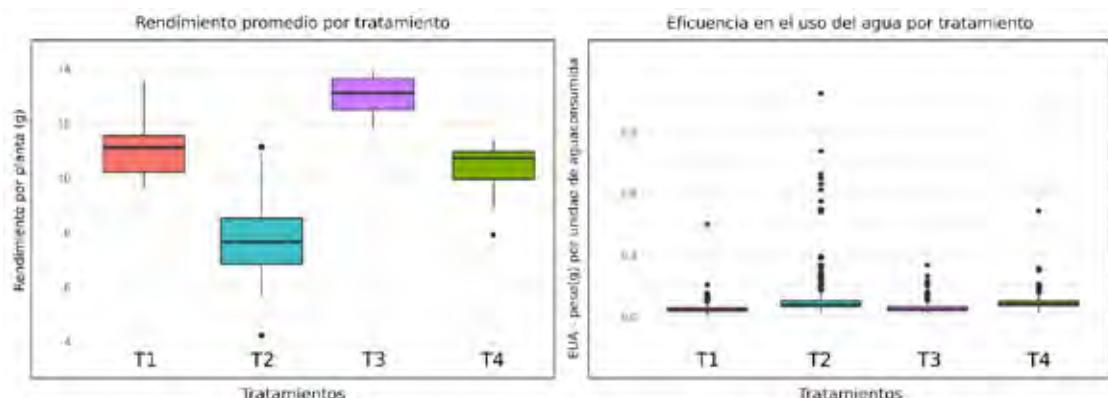
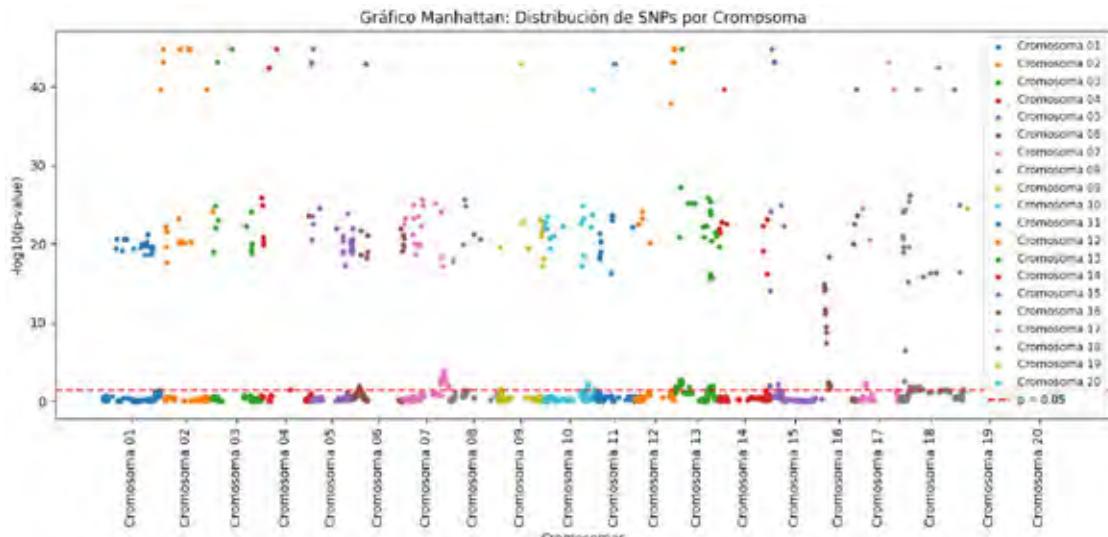


Figura 10. Comparación de tratamientos en rendimiento y eficiencia en el uso del agua (EUA).



**Figura 11.** Distribución de SNPs asociados por cromosoma. Gráfico Manhattan que muestra la distribución genómica de SNPs según su valor de significancia estadística ( $-\log_{10} p\text{-value}$ ) en un análisis de asociación.

### ► Proyecto: Ingeniería Genética en Soja

#### ► Plan: Generación de nuevo germoplasma mediante herramientas biotecnológicas

El objetivo general de este plan de trabajo es conocer en profundidad el genoma de variedades de soja representativas del NOA para profundizar en el conocimiento de sus secuencias, lo que permitirá llevar adelante estrategias basadas en Nuevas Técnicas de Mejoramiento genético (o “New Breeding Techniques”), como por ejemplo la edición de genomas.

Se evaluó la susceptibilidad a transformación y la capacidad embriogénica de distintos genotipos, identificando a Thorne, Jack y Munasqa como potenciales candidatos. Se multiplicaron plantas en invernadero con buenos resultados en Jack y Munasqa, y se prevé repetir la producción de Thorne en la próxima campaña.

### ► Proyecto: Biocontrol de Enfermedades en Soja

#### ► Plan: Desarrollo de bioproductos para mejorar la sostenibilidad agronómica del cultivo de la soja

El objetivo general es evaluar la actividad de bioproductos de origen vegetal y/o microbiano para el manejo fitosanitario (acción antimicrobiana directa o inductor de la defensa) y protección frente a estrés abiótico en soja y otros cultivos de granos.

En biocontrol, se evaluó el efecto del bioinsumo Howler sobre la tolerancia a sequía, observándose una mejora en la supervivencia en *Arabidopsis thaliana* y un efecto protector parcial en soja bajo condiciones de estrés hídrico. En tanto, PSP2 mostró actividad antifúngica *in vitro* frente a varios patógenos de suelo, y no afectó la germinación ni la nodulación en semillas tratadas, incluso en combinación con fungicida químico. En un ensayo a campo, los tratamientos con PSP2 mostraron una tendencia a mejorar la nodulación y el rendimiento, destacándose el tratamiento combinado PSP2 + fungicida. Finalmente, PSP2 mostró efecto parcial contra *F. tucumaniae* y un posible efecto promotor del crecimiento radicular en ausencia de inoculación. Se avanzó también en el desarrollo de un nuevo bioinsumo (PSP3) con compuestos inductores de defensa de origen fúngico, optimizándose su producción y estabilidad.





# Industrialización de la Caña de Azúcar



## Objetivo general

■ estudiar la obtención de derivados de la caña de azúcar con posibilidades de comercialización en los mercados interno y externo, seleccionando, ensayando, mejorando y, eventualmente, generando tecnologías que optimicen los balances energético y económico y minimicen el impacto ambiental para transferirlas al medio, propendiendo a mejorar la agroindustria de la caña de azúcar.

## Proyecto Estudios sobre Procesamiento de la Caña de Azúcar

### Plan: Estudios de la calidad industrial de caña de azúcar

**Objetivo:** evaluar la calidad de distintas variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar provenientes de diferentes zonas de la provincia.

#### Ensayos por método de prensa hidráulica

**Tabla 1.** Valores de parámetros de calidad analizados en ensayos realizados en 685 muestras procesadas por prensa hidráulica. Promedios, mínimos y máximos en %.

	Extracción (%)	Brix refrac. (%)	Pol jugo (%)	Pureza (%)	Pol caña (%)	Fibra caña (%)	Azúcar Recup. (%)
Promedio	74,8	19,37	17,37	89,49	14,74	12,11	11,82
Mínimo	45,09	13,51	8,51	63	7,07	8,81	3,14
Máximo	80,84	26,39	20,78	95	17,74	16,68	15,12

**Tabla 2.** Valores de azúcares por HPLC, pH y acidez promedios, mínimos y máximos de los ensayos realizados en 344 muestras procesadas por prensa hidráulica.

	Sacarosa g/100 g	Glucosa g/100 g	Fructosa g/100 g	pH	Acidez g HAc/100mL
Promedio	16,52	0,3	0,29	5,54	0,12
Mínimo	8	0,1	0,1	5,27	0,05
Máximo	20,15	1,72	1,15	5,97	0,26

Durante el año 2024 se continuaron los estudios del contenido de pol % caña en diferentes variedades comerciales y clones promisorios mediante el método de prensa hidráulica en el Laboratorio de Investigaciones Azucareras (LIA) de la Sección Química. Estos ensayos se realizaron en 685 muestras de material fresco, con tallos limpios y despuntados, evaluándose también otros parámetros azúcares y no azúcares de interés industrial como ser extracción, brix refractométrico en jugo, pol en jugo, pureza, pol en caña, pol en bagazo, fibra en caña, cenizas conductimétricas, azúcar recuperable, almidón, color, fosfatos y fenoles.

Se realizaron también estudios de la susceptibilidad a heladas en 344 muestras de diferentes variedades de caña de azúcar provenientes de zonas probables de ocurrir este fenómeno, analizando en todas ellas, además de los ensayos tradicionales, algunos indicadores de deterioro como pH, acidez y azúcares por HPLC. Los valores promedios, mínimos y máximos de algunos de los parámetros analizados se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

**Tabla 3.** Valores de almidón, color, fosfatos y fenoles promedios, mínimos y máximos de los ensayos realizados.

	Almidón mg/L	Color UI	Fosfatos mg/L	Fenoles mg/kg°Bx
<b>Promedio</b>	205	10675	907	2397
<b>Mínimo</b>	80	6454	256	526
<b>Máximo</b>	399	19457	1749	6085

Se realizaron ensayos de clarificación con el objetivo de comparar la clarificabilidad de la variedad TUC 08-10 con respecto a la variedad LCP 85-384. Luego de obtener el jugo primario se mezcló el bagazo con agua en una proporción de 30% en peso de caña, se prensó nuevamente y se mezclaron ambos jugos. Esto se denominó jugo mixto. Estos jugos fueron sometidos a dos procesos de clarificación empleando anhídrido sulfuroso y cal, semejantes a aquellos empleados por la industria para la obtención de azúcar blanco directo, usándose dióxido de azufre gaseoso y lechada de cal de 10°Be. Los tratamientos usados fueron: 1) Sulfo-encalación: Se añadió dióxido de azufre hasta una concentración aproximada de 500-600 mg/l, y luego se neutralizó con lechada de cal hasta alcanzar un pH de 7; 2) Encalación: Se añadió lechada de cal hasta alcanzar un pH de 7. Posteriormente se calentaron los jugos a ebullición durante 1 minuto para eliminar el aire que pudieran tener, se agregaron 3 mg/l de un polielectrolito floculante convencional (SEPARAN AP) y se transfirieron a probetas de vidrio de 500 ml graduadas, colocadas en un baño de agua termostatizado a una temperatura cercana a la ebullición para obtener jugos claros y lodos. Se determinó la cinética de decantación midiendo el volumen de lodos precipitados en el tiempo es decir la velocidad de sedimentación siguiendo la metodología propuesta por COPERSUCAR (2004). Los parámetros evaluados en jugos mixtos y clarificados fueron: brix, pol en jugo, pureza, pH, turbidez, color y azúcares por HPLC. En las Tablas 4, 5 y 6 se muestran algunos resultados.

Como tarea adicional se implementó la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) en este plan. Para ello se recolectaron los espectros de las muestras de caña desfibrada y jugos en el equipo NIR Bruker MPA II luego se llevaron a cabo las calibraciones y validaciones, seleccionando las más óptimas según los criterios de desempeño.

**Tabla 4.** Valores de velocidad de sedimentación en los ensayos de clarificación realizados con las dos variedades de caña de azúcar.

V (cm/min)	Sulfoencalado		Encalado	
	TUC 08-10	LCP 85-384	TUC 08-10	LCP 85-384
Mayo	44,83	26,87	30,67	26,14
Junio	39,91	56,94	23,24	28,85
Julio	47,12	64,76	27,85	77,32
Agosto	26,96	26,20	46,57	32,66
Septiembre	48,14	28,56	28,58	40,75
<b>Promedio</b>	41,39	40,67	31,38	41,14

**Tabla 5.** Valores de remoción de color en los ensayos de clarificación realizados con las dos variedades de caña de azúcar.

Remoción de color	Sulfoencalado		Encalado	
	TUC 08-10	LCP 85-384	TUC 08-10	LCP 85-384
Mayo	38,40	54,80	16,51	31,02
Junio	59,32	57,16	44,62	39,02
Julio	56,63	58,49	49,87	47,63
Agosto	59,52	60,98	40,6	45,46
Septiembre	44,35	26,06	28,78	3,45
<b>Promedio</b>	51,64	51,5	36,07	33,32

**Tabla 6.** Valores de turbidez en los ensayos de clarificación realizados con las dos variedades de caña de azúcar.

Turbidez (UI)	Sulfoencalado		Encalado	
	TUC 08-10	LCP 85-384	TUC 08-10	LCP 85-384
Mayo	70	80,9	100	111,6
Junio	36,8	56,65	83,5	93,65
Julio	69,75	78,5	83,15	97,75
Agosto	38,95	49,9	55,05	60,5
Septiembre	77	33,9	103,35	65,55
<b>Promedio</b>	58,5	59,97	85,01	85,81

La eficacia de un método cuantitativo se evalúa mediante los valores del error de predicción (RMSEP), sesgo ("bias") y desviación residual predictiva (RPD), considerando como ideal aquel con el RMSEP más bajo, el RPD más alto y un sesgo lo más próximo a cero. En la Tabla 7 se puede ver un resumen de los modelos de

**Tabla 7.** Resumen de los resultados de las ecuaciones de predicción para cada analito o variable para los sets de validación.

Muestra	Variable	Estadísticas de predicción			
		RMSEP	Coef. de correlación	RPD	Bias
Caña desfibrada	Brix ref	0,498	0,94	3,98	0,0246
	Pol jugo	0,581	0,93	3,77	-0,0134
	Pol caña	0,531	0,91	3,28	0,00569
	Fibra caña	0,812	0,71	1,84	0,0177
	Azúcar recuperado	0,61	0,89	3,05	-0,0244
Jugo	Brix ref	0,325	0,97	6,09	-0,0644
	Pol jugo	0,434	0,96	5,16	-0,0782
	Cenizas Cond.	0,101	0,71	1,85	0,00104

predicción de cada variable para los sets de validación tanto de caña desfibrada como de jugos extraídos por prensa hidráulica.

#### ► **Ensayos por método de digestión húmeda**

Comprendiendo la influencia que tiene la calidad de la materia prima en el proceso industrial de elaboración de azúcar y alcohol, en el año 2022 se decidió ampliar el objetivo de este plan ya que se considera necesario conocer la misma para prever su comportamiento en el proceso fabril. Por ello se está evaluando, durante todo el ciclo agronómico, la calidad industrial de las principales variedades comerciales de caña de azúcar y de algunas variedades promisorias, mediante determinaciones valoradas sobre por ciento de caña utilizando una adaptación y optimización del método de digestión húmeda. De esta manera la información obtenida permite un enfoque más completo, incluyendo un estudio en conjunto con personal de la sección Agronomía a fin de establecer las condiciones agronómicas de la caña (lugar de muestreo, condiciones agroecológicas y edad de la cepa) y posterior análisis global de los resultados.

Entre diferentes variables, el contenido de sacarosa, azúcares reductores totales (ART), fibra y humedad se determinaron en todo el ciclo de crecimiento, permitiendo establecer los rangos esperados bajo circunstancias normales de producción. Para ello se trabajó con muestras representativas de tallos limpios y despuntados, sometidas al proceso de desfibrado hasta un umbral que proporcionó un valor mayor a 92% de células abiertas.

Los ensayos experimentales se realizaron entre mayo y octubre del año 2024 en 270 muestras provenientes de zonas Norte, Centro y Sur de la provincia, analizando por triplicado las variedades LCP 85-384, TUC 95-10 y TUC 03-12, por método de digestión húmeda y teniendo en cuenta también el nivel productivo que presentaba cada variedad en cada zona geográfica (alto, medio y bajo). Los valores promedio y el rango obtenido de los parámetros analizados por el método de Digestión Húmeda para cada variedad bajo estudio se observan en las Tablas 8, 9 y 10.

Los valores obtenidos en el año 2024 fueron más bajos que los obtenidos en 2023 en cuanto a humedad y pureza y mayores en fibra debido a la presencia de heladas. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el entorno de programación estadística R, con el propósito de evaluar las diferencias entre las variedades bajo estudio en relación con todas las variables consideradas. Los resultados obtenidos revelaron de manera concluyente la existencia de diferencias significativas entre las diversas variedades, también teniendo en cuenta la región geográfica de la que provienen y el nivel productivo que presentan para cada una de las variables analizadas. En el futuro este monitoreo podrá rápidamente detectar desvíos e inducir estudios complementarios que expliquen el comportamiento y/o propongan mejoras para recuperar los valores estándares. También permitirá disponer de una base de datos históricos de la variación anual de cada parámetro en cada variedad que será de utilidad a la hora de solucionar problemas y/o dificultades de la industria sucroalcoholera.

Como tarea adicional se implementó la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) en este tipo de muestras. Para ello se recolectaron

**Tabla 8.** Valores porcentuales promedios y rangos de los ensayos realizados por el Método de Digestión Húmeda en 54 muestras de variedad LCP 85-384.

	Brix caña %	Pol caña %	Pureza caña	ART caña	Humedad caña	Fibra caña
<b>Promedio</b>	16,61	13,37	80,43	15,23	70,6	13,24
<b>Mínimo</b>	12,71	8,63	64,2	11,61	61,88	9,99
<b>Máximo</b>	21,82	17,84	92,63	20,02	75,12	16,57

**Tabla 9.** Valores porcentuales promedios y rangos de los ensayos realizados por el Método de Digestión Húmeda en 54 muestras de variedad TUC 95-10.

	Brix caña %	Pol caña %	Pureza caña	ART caña	Humedad caña	Fibra caña
<b>Promedio</b>	17,37	14,83	85,28	16,07	68,7	14,38
<b>Mínimo</b>	15,09	11,83	77,22	13,11	63,16	11,37
<b>Máximo</b>	21,22	18,16	91,78	20,32	74,39	19,07

**Tabla 10.** Valores de brix % caña, pol % caña, ART % caña, pureza % caña, humedad % y fibra % caña promedios y rangos de los ensayos realizados por el Método de Digestión Húmeda en 48 muestras de variedad TUC 03-12.

	Brix caña %	Pol caña %	Pureza caña	ART caña	Humedad caña	Fibra caña
<b>Promedio</b>	17,52	14,81	84,45	15,99	69,13	14
<b>Mínimo</b>	13,55	10,4	65,93	11,59	61,1	10,13
<b>Máximo</b>	21,94	18,62	93,88	20,85	73,49	20,98

los espectros de las muestras de caña desfibrada y extractos líquidos en el equipo NIR luego se llevaron a cabo las calibraciones y validaciones, seleccionando las más óptimas según los criterios de desempeño. En la Tabla 11 se puede ver un resumen de los modelos de predicción de cada variable para los sets de validación tanto de caña desfibrada como de los extractos líquidos resultantes de la digestión húmeda.

#### ► Impacto del trash

Por otro lado, se incluyó el estudio del impacto global del trash en la calidad industrial de las variedades, analizando los mismos parámetros macro en muestras con y sin trash. Dichas muestras fueron divididas en dos porciones. Una porción se procesó tal cual se obtuvo (muestra “con trash”) y otra porción se limpió (muestra “sin trash”), eliminando hojas, despuntos, tierra, etc., y se determinó por diferencia de peso el valor de trash. Se procesaron muestras pertenecientes

a ensayos internos de la EEAOC (caña entera) de las 3 variedades bajo estudio en distintos meses del año y también caña proveniente de distintos ingenios de la provincia (caña industrial obtenida mediante cosecha mecanizada). De esta manera se pudo llevar a cabo un estudio de la contribución del trash caracterizando al mismo para determinar su aporte a la muestra limpia o “sin trash”, dato que debería ser considerado muy importante en los ingenios que procesan muestras con modalidad de cosecha mecanizada o integral ya que el nivel de trash podría ocasionar pérdidas económicas importantes. Teniendo los valores que toma cada variable bajo estudio en las muestras con trash y sin trash es posible determinar el cambio en el valor de las mismas por cada punto de trash incorporado. Esto se puede calcular despejando la incógnita V2 de la siguiente ecuación:

$$100 * V1 \text{ sin trash (caña limpia)} + \%T * V2 \text{ (trash)} = (100 + \%T) * V3 \text{ con trash (caña sucia)}$$

Donde:

V1 = Valor de cada variable (Brix%caña, pol%caña, etc.) en la muestra sin trash.

%T = %trash determinado por diferencia de peso luego de limpiar la muestra.

V2 = Valor de contribución del trash a cada variable.

V3 = Valor de cada variable (Brix%caña, pol%caña, etc.) en la muestra con trash.

**Tabla 11.** Resumen de los resultados de las ecuaciones de predicción para cada analito o variable para los sets de validación.

Muestra	Variable	Estadísticas de predicción			
		RMSEP	Coef. de correlación	RPD	Bias
Caña desfibrada	Brix%caña	0,55	0,87	2,83	0,06
	Pol%caña	0,7	0,83	2,45	0,08
	ART%caña	0,74	0,8	2,24	0,09
	Humedad	0,85	0,83	2,48	-0,14
	Fibra	0,71	0,66	1,71	0,08
Extractos líquidos	Brix%caña	0,41	0,93	3,89	0,001
	Pol%caña	0,56	0,89	3,09	0,02
	ART%caña	0,58	0,89	2,97	-0,002

En la Tabla 12 se pueden observar los valores calculados con la ecuación antes mencionada para cada variable del trash en caña industrial de cosecha integral por cada punto de trash incorporado.

En la Tabla 13 se pueden observar los valores calculados con la ecuación antes mencionada para cada variable del trash en caña entera de ensayos internos de la EEAOC por cada punto de trash incorporado.

**Tabla 12.** Caracterización del trash. Cambio en el valor de la variable por cada punto de trash incorporado calculado con 90 muestras de caña industrial de cosecha integral.

	junio	julio	agosto	septiembre	Promedio
%trash	<b>12,08</b>	<b>8,59</b>	<b>9,26</b>	<b>7,17</b>	
Brix%caña	-0,04	-0,06	-0,04	-0,07	0,05
Pol%caña	-0,06	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09
ART%caña	-0,50	-0,10	-0,05	-0,07	-0,07
Pza%caña	-0,19	-0,23	-0,18	-0,19	-0,20
Humedad%caña	-0,05	-0,04	-0,12	-0,07	-0,07
Fibra%caña	0,05	0,08	0,14	0,15	0,11
No-Az%caña	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04

**Tabla 13.** Caracterización del trash. Cambio en el valor de la variable por cada punto de trash incorporado de 168 muestras de caña entera de ensayos internos de la EEAOC.

	jun	Jul	ago	sept	oct	Promedio
%trash	<b>22,98</b>	<b>22,24</b>	<b>15,09</b>	<b>14,10</b>	<b>13,93</b>	
Brix%caña	-0,06	-0,06	-0,05	-0,03	-0,01	-0,04
Pol%caña	-0,11	-0,12	-0,09	-0,04	-0,03	-0,08
ART%caña	-0,08	-0,11	-0,10	-0,10	-0,05	-0,09
Pza%caña	-0,44	-0,44	-0,43	-0,40	-0,34	-0,41
Humedad%caña	-0,04	-0,04	-0,18	-0,19	-0,18	-0,13
Fibra%caña	0,14	0,14	0,24	0,22	0,17	0,18
No-Az%caña	0,05	0,06	0,08	0,09	0,08	0,07

En la Tabla 14 se pueden observar las variaciones porcentuales y en valor absoluto en muestras con y sin trash de 168 muestras de ensayos internos de la EEAOC y 90 muestras de caña industrial.

**Tabla 14.** Variaciones porcentuales y en valor absoluto de las diferentes variables bajo estudio en 168 muestras con y sin trash de caña entera de ensayos internos de la EEAOC y 90 muestras con y sin trash de caña industrial de cosecha mecanizada.

	Caña EEAOC (entera)		Caña Industrial (mecanizada)	
	Δ%	V.abs	Δ%	V.abs
Brix%caña	6	-0,83	3	-0,46
Pol%caña	14	-1,9	5	-0,73
ART%caña	10	-1,56	4	-0,55
Pza%caña	10	-7,36	2	-2,11
Humedad%caña	4	-2,37	1	-0,65
Fibra%caña	26	3,11	10	1,04
No-Az%caña	60	1,07	14	0,28

Estas diferencias fueron mayores en el caso de las muestras de ensayos internos de la EEAOC debido a que se procesaron enteras y tenían mayor contenido de trash promedio (17,67%) que las muestras de caña industrial de cosecha mecanizada con menor valor promedio de trash (9,28%).

➤ **Plan: Estudio de pérdidas determinadas e indeterminada de sacarosa en la elaboración de azúcar mediante seguimiento y control analítico de corrientes de proceso**

**Objetivo:** Identificar y cuantificar las posibles causas en operatorias de proceso, fisicoquímicas y/o microbiológicas causantes de pérdidas de sacarosa en ingenios azucareros y destilerías de Tucumán como así también los productos secundarios por ellas formados.

Se realizaron una serie de muestreos de jugo y bagazo a la entrada y salida del primer y último molino del tandem de molienda de un ingenio del este de Tucumán para poder determinar el grado de eficiencia de extracción de jugo y humedad según los valores de reglaje establecidos para dicho tandem.

Para la determinación de estos parámetros se plantearon balances de materia de cada corriente de entrada y salida al molino estudiado como así también balances de Brix%, humedad%, pol% y ART%. Duplicados del material desfibrado se sometió a prensado

hidráulico con las prensas del laboratorio de caña de la EEAOC con el objeto de obtener un valor de extracción porcentual de referencia correspondiente al nivel de preparación de caña en desfibrador.

Se contrastaron, de igual manera, los valores de humedad porcentual realizando el proceso de secado en estufa con equipos pertenecientes al laboratorio del ingenio y estufas del laboratorio de caña de la EEAOC.

Como resultado, se obtuvo de los diferentes balances planteados un promedio de extracción de jugo relativamente bajo, como así también de la extracción obtenida mediante prensa del Laboratorio de la EEAOC, lo cual se atribuyó al nivel de preparación observado de la caña desfibrada. Para el caso de la determinación de humedad y pol porcentual que presentaban los bagazos extraídos del último molino, se observó que ambos reflejaban valores superiores a los esperados (52,05 humedad% promedio; pol%bagazo promedio 4,74%) dando como consecuencia pérdidas de sacarosa superiores a las esperadas y un material con mayor contenido de agua que disminuye su calidad energética.

Luego se realizaron correcciones en los equipos, a partir de lo cual se apreciaron mejoras, pero no se llegó a repetir los ensayos para constatar cuantitativamente las mejoras antes del final de la zafra.

➤ **Plan: Monitoreo de la calidad de los productos finales de la industria sucroalcoholera**

Este plan, introducido en el año 2021, tiene como objetivo medir aquellos parámetros que permiten tener un control ajustado de la calidad de los productos comerciales y de la materia prima de destilería en las industrias sucroalcoholeras para dar lugar a una intervención, por parte de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), en aquellos casos que lo requieran.

El esquema de trabajo propuesto para la zafra 2024 incluyó un muestreo diario de, según sea el caso, azúcar refinado, azúcar común tipo A (CTA), azúcar crudo, melaza y alcohol, producidos a lo largo de un período de quince días en dos ingenios (identificados como I3 e I4), y de un período de treinta días en otros dos ingenios (identificados como I1 e I2). Además, durante este período se le dio a optar a los ingenios por acceder a un paquete adicional

de análisis de metales pesados en melaza, paquete al que accedieron los cuatro ingenios participantes.

Las fracciones diarias de muestras, recolectadas a lo largo de estos períodos, se unificaron en una única muestra representativa que abarcaron desde la segunda quincena del mes de Mayo hasta la segunda quincena del mes de Octubre.

En la Tabla 15 puede observarse los parámetros de calidad asociados a cada matriz que fueron analizados de acuerdo a metodologías oficiales (ICUMSA y AOAC).

En este trabajo, las muestras procedieron de cuatro ingenios diferentes que correspondieron a tres modelos productivos de fábrica, dos de ellos (identificados como I1 e I2) con refinería y destilería, un tercer ingenio (I3) productor de CTA y alcohol, y un cuarto ingenio (I4) productor de azúcar común tipo A y crudo.

En la matriz de azúcar refinado, los ingenios participantes fueron el I1 e I2. Con azúcar CTA participaron los ingenios I1, I3 e I4. Los ingenios con refinería (I1 e I2) participaron, además, con azúcar crudo y alcohol. En cuanto a la matriz melaza, participaron los cuatro ingenios.

Se recolectaron un total de 9 muestras de azúcar refinada, 21 muestras de azúcar CTA, 9 muestras de azúcar crudo, 23 muestras de melazas y 12 muestras de alcohol (entre Industrial y Buen Gusto).

#### ► Azúcar refinado

Los ingenios participantes con refinería fueron dos y en la Tabla 16 se pueden observar los resultados obtenidos de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas realizadas durante las quincenas en estudio, por ingenio y con el número de muestras que aportaron. En ésta, se muestran el rango de los valores y el valor mediano para cada uno de los parámetros estudiados.

**Tabla 15.** Parámetros de calidad analizados de acuerdo a la matriz de las muestras recolectadas.

Azúcar	Melaza	Alcohol	Metales pesados en melaza
Color	Pol	Grado alcohólico	Cromo
Turbidez	Pol Clerget	Acidez total (como Acético)	Manganese
Pol	Azúcar Reductores Directos	Aldehído (acetaldehído)	Plata
Humedad	Azúcar Reductores Totales	Densidad	Zinc
Azúcar Reductores	Brix refractométrico	Alcoholes superiores	Hierro
Cenizas Conductimétricas	Brix densimétrico	Metanol	Cobre
Sulfito	Infermentescibles	Ésteres (acetato de etilo)	
Arsénico	Calcio	Furfural	
Cobre	Potasio	Acetona	
Hierro	Magnesio	Alcohol n-propílico	
Plomo	Sodio	Isobutanol	
Cadmio	Plomo	Alcohol n-butílico	
Zinc	Cadmio	Alcohol isoamílico	
Hongos	Arsénico	Alcohol amílico	
Aerobios Totales		Alcohol isopropílico	
Levaduras			
Sabor			
Olor			
Floculación			

**Tabla 16.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en azúcar refinado.

Muestras recolectadas	I1			I2		
	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor
AR (%)	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,01
Cenizas (%)	0,004	0,006	0,06	0,004	0,004	0,01
Color (UI)	9	30	43	22	25	47
Humedad (%)	0,004	0,029	0,062	0,013	0,015	0,055
Pol (°Z)	99,9	99,95	99,98	99,89	99,93	99,97
Sulfito (mg/kg)	No detecta			No detecta		
Turbidez (UI)	3	8	33	2	3	7
Aerobios m. totales (UF/10 g)	9	36	150	25	28	43
Mohos (UF/10 g)	<1	3	>10	1	5	>10
Levaduras (UF/10 g)	3	8	>10	<1	11	>10

En cuanto al análisis de metales no se encontraron cantidades significativas de hierro, cobre, arsénico o plomo tanto en I1 como en I2.

#### ► Azúcar CTA

El azúcar de calidad común tipo A fue producido por tres de los ingenios participantes con modelos productivos diferentes. I1 con refinería y destilería, I3 productor de azúcar directo y alcohol e I4 productor solo de azúcar directo.

En la Tabla 17 se muestran el rango de los valores obtenidos como, así también, el valor mediano de cada parámetro fisicoquímico y microbiológico y el número de muestras aportadas por cada ingenio.

Los valores de sulfitos encontrados en los I3 e I4, son valores típicos en los casos de fábricas sin refinería que producen azúcar blanco que se encuentran por debajo de los límites establecidos por El Código Alimentario Argentino (CAA) (un límite máximo de 20 mg de sulfito por kilogramo para azúcar de primera calidad y un límite máximo de 70 mg de sulfito por kilogramo para azúcar de segunda calidad).

Los análisis de metales realizados en muestras de

azúcar común tipo A revelaron concentraciones de hierro consideradas habituales para este tipo de producto. Durante la zafra 2024, se registraron valores comprendidos entre 0,9 mg Fe/kg y 2,3 mg Fe/kg. Estos niveles se encuentran dentro del rango normalmente observado en azúcares elaborados a partir de caña de azúcar, ya que el hierro puede incorporarse naturalmente durante las distintas etapas del proceso industrial.

El CAA no condiciona el contenido de Fe en azúcar, pero exige límites para el contenido de arsénico, plomo y cobre. En ninguno de los ingenios se encontraron presencia significativa de estos metales.

Las desviaciones encontradas en los análisis microbiológicos y de metales fueron comunicadas a los establecimientos correspondientes de acuerdo a lo acordado y subsanadas en los períodos posteriores.

#### ► Azúcar Crudo

En azúcar crudo participaron los dos ingenios (I1 e I2) que poseen refinería. Las muestras fueron tomadas entre la segunda quincena de junio y la segunda quincena de octubre. Los resultados más significativos se pueden ver en la Tabla 18.

**Tabla 17.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en azúcar CTA.

Muestras recolectadas	I1			I2			I3		
	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor
AR (%)	0,003	0,007	0,01	0,026	0,031	0,041	0,013	0,021	0,027
Cenizas (%)	0,011	0,014	0,017	0,043	0,053	0,055	0,019	0,024	0,03
Color (UI)	54	68	115	122	175	247	87	102	133
Humedad (%)	0,021	0,034	0,08	0,03	0,043	0,065	0,02	0,027	0,039
Pol (°Z)	99,87	99,9	99,97	99,77	99,87	99,88	99,88	99,92	99,95
Sulfito (mg/kg)	No detecta	<LC	0,4	<LC	3,3	10	1,3	1,9	4,4
Turbidez (UI)	28	49	100	199	243	301	19	57	115
Aerobios m. totales (UF/10 g)	28	59	>200	6	>200	>200	15	57	>200
Mohos (UF/10 g)	<1	6	7	<1	2	2	1	1	>10
Levaduras (UF/10 g)	<1	7	>10	1	>10		2	>10	

**Tabla 18.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en azúcar crudo.

Muestras recolectadas	I1			I2		
	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor
AR (%)	0,112	0,333	0,458	0,048	0,054	0,31
Cenizas (%)	0,097	0,11	0,158	0,051	0,062	0,218
Color (UI)	295	410	458	153	205	1086
Humedad (%)	0,135	0,259	0,416	0,087	0,124	0,201
Pol (°Z)	98,9	99,18	99,39	99,13	99,59	99,68
Sulfito (mg/kg)	No detecta	<LC	1,2	1,7	6,7	11
Turbidez (UI)	295	436	1437	146	251	629
Fe (mg/kg)	2,5	2,9	3,4	0,6	0,8	6,5
Aerobios m. totales (UF/10 g)	<10	20	82	20	27	345
Mohos (UF/10 g)		<10			<10	
Levaduras (UF/10 g)	<10	20	418	<10	>10	

En los análisis de metales realizados sobre las muestras no se detectaron concentraciones significativas de arsénico, cobre ni plomo. Debido a la naturaleza de esta matriz, solo se detectó hierro, cuyos valores —incluyendo su rango y mediana— pueden observarse en la Tabla 17, en conjunto con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Respecto al análisis sensorial, la totalidad de las muestras evaluadas se caracterizaron por estar libres de sabores extraños y olores desagradables. En todos los casos, las muestras de azúcar refinado y de azúcar CTA presentaron una apariencia normal. En el caso del azúcar CTA, también se observó un color y una turbidez moderados, y en algunos casos leves. En el caso del azúcar crudo, se observó un color y una turbidez moderados, lo cual es característico de este tipo de producto, y se detectó presencia de partículas extrañas en el 22% de las muestras analizadas.

El análisis de floculación realizado a los 10 días reveló que, en el azúcar refinado, durante el período comprendido entre mayo y finales de julio, el ingenio I1 produjo azúcar con comportamiento floc negativo. En el azúcar CTA, tanto el I1 como el I4 presentaron muestras con

comportamiento floc negativo; en el caso del I1, correspondientes al mes de julio, y en el caso del I4, a la segunda quincena del mismo mes. En contraposición, el azúcar crudo presentó comportamiento floc positivo en la totalidad de las muestras evaluadas.

#### ► Melazas

Los cuatro ingenios que colaboraron en este trabajo participaron con muestras de melazas, estas se tomaron a lo largo de la segunda quincena de mayo a la primera quincena de noviembre.

En la tabla 19 se pueden observar los valores del rango y la mediana de cada parámetro analizado para cada ingenio.

En ninguna de las muestras de melazas analizadas se detectaron cantidades significativas de plomo para ninguno de los ingenios participantes.

Distinto es el caso en el análisis de arsénico, para el cual se observó presencia en dos ingenios. En el ingenio I1, se observó presencia de As en las muestras de mayo y agosto. En el ingenio I4, el arsénico se hizo presente durante las 3 primeras quincenas del período de zafra

**Tabla 19.** Resultados de los parámetros analizados en melaza.

Muestras recolectadas	I1			I2			I3			I4		
	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor
ARD (%)	7,84	9,36	11,85	8,88	8,96	9,83	6,92	8,84	10,26	9,74	10,9	15,81
ART (%)	55,2	62,25	63,8	55,72	56,97	58,35	52,63	62,34	68,04	54,29	56,2	62,02
Brix densimétrico (%)	88,19	90,5	92,36	85,21	85,95	87,23	83,79	85,91	87,41	84,91	86,63	89,4
Brix refractométrico (%)	85	86,3	88,6	80,8	81	81,2	79,4	82,4	84	81,2	83	85,3
Infermentescibles (%)	1,26	2,59	3,06	2,59	2,78	2,78	0,73	1,79	2,5	2,71	3,4	4,58
Pol (%)	41,54	47,02	49,24	40,45	43,32	43,52	48,08	49,89	52,64	35	37,67	40,56
Pol Clerget (%)	45,1	51,01	52,32	44,66	47,02	48,04	51,13	52,7	54,45	41,38	42,66	45,11
Pureza aparente (%)	47,11	51,27	54,74	46,41	50,4	51,07	55,6	58,29	60,37	40,54	43,27	46,98
Pureza real (%)	52,69	58,44	60,41	55,13	57,9	59,45	61,23	64,63	65,78	49,74	51,79	54,02
Rend. alcohólico (L/T)	282	323	333	287	292	300	310	331	356	270	288	320
Ca (g/kg)	4,4	5,5	7,7	4,4	5,4	6,1	3,3	4,2	5,2	4,6	6,3	7,6
K (g/kg)	34	44	49	32	35	41	25	31	38	31	45	51
Mg (g/kg)	1,4	1,5	1,7	1,2	1,3	1,7	0,7	0,9	1	1,1	1,4	1,6
Na (mg/kg)	578	800	1341	198	203	282	120	179	225	146	206	283
Pb (mg/kg)	No detecta	<LC	No detecta	<LC	No Detecta	<LC	No detecta	<LC	No detecta	<LC		
Cd (mg/kg)	<LC	17	20	3	7	13	No Detecta	4	10	No Detecta	9	11
As (mg/kg)	No Detecta	<LC	2,9	<LC	No Detecta	<LC	No Detecta	<LC	<LC	No Detecta	<LC	0,9
Cr (mg/kg)	156	207	326	163	173	300	178	302	413	167	224	376
Mn (mg/kg)	9	14	17	8	9	12	10	12	18	9	11	15
Ag (mg/kg)	No Detecta	<LC	0,5	No detecta	<LC	No detecta	<LC	No detecta	<LC	No detecta	<LC	
Zn (mg/kg)	5,2	6,6	8,1	3,1	4,8	6	3,2	3,7	4,5	3,1	4,3	6,3
Fe (mg/kg)	65	98	176	64	74	95	102	116	146	81	93	142
Cu (mg/kg)	1,9	2,1	2,8	0,9	1,7	2	2,7	3,2	4,5	1,6	2,5	4,2

2024. En ambos casos este contenido se hizo despreciable en períodos posteriores.

#### ► Alcoholes

La última matriz a considerar en este trabajo es el alcohol producido en los ingenios con destilería. Este año participaron dos ingenios con esta matriz. Los ingenios I1 e I2.

El objetivo principal fue analizar y monitorear la producción de alcohol “buen gusto”, pero ante las necesidades planteadas por el ingenio I1, también se analizaron muestras de alcohol de calidad “industrial” para este. En la Tabla 20 se pueden ver los resultados de los parámetros analizados en esta matriz.

En los analitos butanol, furfural y alcohol amílico no se encontraron valores detectables por la metodología de cromatografía gaseosa. Por sus características, el alcohol industrial tiene mayores valores de los analitos en estudio.

#### ► Conclusiones

Con independencia del objetivo del monitoreo de los productos y subproductos de la industria sucro-alcoholera, en muchos casos se pudo observar algunas desviaciones a las normativas vigentes y a las exigencias de los clientes. En todos los casos, estas desviaciones fueron subsanadas, por las mismas fábricas, en las quincenas posteriores sin la necesidad de la intervención de la EEAOC.

## ► Proyecto Energía en la Industria Azucarera

### ► Plan: Evaluación y mejoras energéticas en la industria azucarera

**Objetivo:** analizar con técnicos de las fábricas azucareras y sucroalcoholeras de Tucumán, los sistemas de generación y consumo de energía de las mismas a efectos de proponer soluciones, de moderado costo, que mejoren su eficiencia energética, ayudando a un uso más racional de los recursos empleados y contribuyendo a disminuir y/o eliminar el empleo de combustibles fósiles y mejorar su perfil ambiental. Estudiar el consumo de vapor en fábrica y proponer estrategias para llevar a la práctica nuevos esquemas de operación más eficientes. Realizar monitoreo de emisiones de material particulado efluentes por chimeneas de calderas de vapor y proponer estrategias de regulación de los sistemas.

#### ► Estudios de evaluación energética en Evaporación

En 2024, se realizaron estudios para la evaluación energética de sistemas de Calentamiento y Evaporación en ingenios de Tucumán y Jujuy, con el objeto de conocer su estado operativo actual y proyectar posibles mejoras.

##### • Ingenio 1

Se realizó un convenio con un ingenio para la evaluación del “Uso racional de la energía en fábrica”. Se visitó la fábrica para relevar datos y realizar ensayos en el sistema de Calentamiento y Evaporación, luego se evaluó la performance del sistema y se propusieron mejoras a ser implementadas a futuro.

**Tabla 20.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en azúcar crudo.

Muestras recolectadas	I1*			I1**			I2		
	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor	menor	mediana	mayor
Acetona (g/l)	No detecta	0,001	No detecta	0,006	0,021	No detecta			
Acidez total (mg/l)	12,17	17,45	26	15,83	26,07	47,94	12	12,11	16,89
Alcohol isoamílico (g/l)	0,001	0,029	0,047	0,095	0,246	1,304	0,021	0,021	0,026
Isopropanol (g/l)	No detecta	0,002	0,003	No detecta	0,003	0,004			
Propanol (g/l)	No detecta	0,009	0,05	0,47	0,703	1,013			
Alcoholes superiores (g/l)	0,003	0,029	0,142	0,962	1,795	3,255	0,021	0,021	0,026
Aldehído - acetaldehído (g/l)	No detecta	0,01	0,016	0,088	0,13	0,188	0,029	0,05	0,082
Densidad (g/ml)	0,8065	0,8077	0,8077	0,8123	0,8133	0,8155	0,8073	0,8082	0,8089
Ésteres (g/l)	No detecta	0,012	0,018	0,079	0,112	0,272	No detecta	0,017	0,046
Grado alcohólico (%)	95,9	96,1	96,2	93,9	94,5	94,8	95,6	95,8	96
Isobutanol (g/l)	No detecta	0,006	0,028	0,385	0,706	1,966			
Metanol (g/l)	No detecta	0,02	0,03	0,003	0,022	0,035	No detecta		0,009

\*Alcohol calidad “Buen Gusto”. \*\*Alcohol calidad “Industrial”

El sistema de evaporación está formado por 4 etapas, cada una de ellas tiene un subgrupo de evaporadores de distinta tecnología, por ejemplo, evaporadores de película descendente, Fletchers y de placas. La primera etapa formada por el subgrupo de evaporadores de película descendente (EPD) y DUPLEX, consume vapor de 3,5 ata y genera vapor de 1,8 ata, el cual alimenta la segunda, tercera y cuarta etapa. El calentamiento de jugo encalado se realiza en cuatro etapas, los medios de calefacción, según la etapa, son flujos de condensados, vapores vegetales y vapor de 1,2 y 1,8 ata. El calentamiento de jugo claro se realiza en tres etapas, los medios de calefacción, según la etapa, son flujos de condensados de vapor de 3,5 ata y vapores de 1,8 y 3,5 ata.

Para determinar la eficiencia del sistema, se tomaron datos de presiones y temperaturas en las distintas etapas del proceso de evaporación y calentamiento, mientras duró cada ensayo. Además se tomaron muestras de jugo que luego se analizaron en los laboratorios del ingenio. También se midieron caudales de condensados, de jugo claro y jugo encalado y se constataron con los caudalímetros del ingenio. Luego se realizaron los balances de materia y energía empleando planilla Excel y el software SIMCE 3.0, que permite efectuar simulaciones en estado estacionario de sistemas de Calentamiento y Evaporación de la industria azucarera.

El consumo de vapor de 3,5 ata de ingreso a los EPD resultó en un valor promedio de 39,49 % caña y el de ingreso a los Dúplex resultó en un valor promedio de 4,31 %C. Estos resultados se encuentran en igual orden de magnitud a los consumos de una molienda nominal, 38,19 % caña para los EPD y 4,28 % caña para el Dúplex. Los caudales de condensados medidos de los EPD se correspondieron con los valores de consumo de vapor obtenidos por los balances. El caudal de jugo encalado medido por el caudalímetro de la EEAOC estuvo en el mismo orden de magnitud al registrado por el ingenio. Los valores de caudal de jugo claro medidos con el caudalímetro de la EEAOC, fueron un 8% mayor al valor registrado por el caudalímetro del ingenio.

Se analizaron dos alternativas, una de aumento de molienda y la otra de usar vapor vegetal generado en la primera etapa de los evaporadores Fletcher (último efecto) en reemplazo de vapor de 1,8 ata. En la alternativa 1, la superficie requerida para los evaporadores

estimada en base a los balances, sería menor a la disponible. Para los calentadores evaluados, se observa que se requeriría 59 m<sup>2</sup> más de superficie, para la cuarta etapa de calentamiento de jugo encalado y 23 m<sup>2</sup> extras de superficie, para la tercera etapa de calentamiento de jugo claro. La alternativa 2, produciría una disminución del vapor de 1,8 ata consumido total de 1,28% caña. Esta disminución basado en los principios de uso racional de la energía, produciría un ahorro de consumo de vapor de 3,5 ata de alrededor del 1%.

#### • Ingenio 2

En este caso se realizaron visitas técnicas a la fábrica para el relevamiento de datos y equipos, con el objetivo de conocer la performance actual del sistema de calentamiento y evaporación y estudiar la posibilidad de utilizar un porcentaje de vapor vegetal del segundo efecto para tachos de cocimiento.

El sistema de evaporación actual funciona habitualmente como cuádruple efecto, con respecto al vapor de calefacción y en cuádruple o quíntuple, teniendo en cuenta la circulación del jugo en el primer efecto de evaporación. El primer efecto se alimenta con vapor escape en paralelo. Los demás efectos se alimentan con vapor vegetal del efecto anterior.

Se realizan extracciones de vapor vegetal de todos los efectos. Los calentamientos de jugo mixto, encalado y claro se efectúan en intercambiadores de calor de tubos-caraza. El calentamiento de jugo mixto se realiza con vapor vegetal del cuarto (VG4) y tercer (VG3) efectos en los equipos calentador 1(C1) y calentador 2 (C2) para pasar a la sulfoencalación.

Durante los ensayos se midieron temperaturas de jugo claro, encalado y mixto, y temperatura de los vapores interviniéntes en las diferentes etapas de calentamiento y evaporación. Se midieron caudal de jugo claro de entrada al primer efecto. Asimismo, se tomaron muestras de la entrada de jugo claro al primer efecto y salidas de jugo en las cajas, que luego fueron analizadas con instrumentos propios del ingenio y del Laboratorio de Mediciones de la EEAOC para la determinación de Brix. Además, se midieron temperaturas de vapor de calefacción de todos los cuerpos y vapor vegetal del último efecto.

Los resultados de los ensayos arrojaron un consumo de vapor escape total de 41,21 %C. La temperatura de jugo claro que ingresa al

primer efecto es menor que la temperatura de saturación por lo que se produce un pequeño calentamiento antes de comenzar la evaporación. Bajo estas circunstancias el evaporador pierde eficiencia, ya que funciona parte como calentador y parte como evaporador. El caudal promedio de vapor vegetal del último efecto que ingresa al condensador barométrico es de 5,75 %C. El sistema tiene margen para aprovechar los vapores vegetales y reducir al mínimo este parámetro.

Desplazando de VG1 a VG2 un 5 y un 10% caña de extracción para tachos de coccimiento, el ahorro de vapor sería de 1,19 y 2,38% caña respectivamente con respecto al caso base.

#### • Ingenio 3

Al igual que el ingenio anterior, este ingenio solicitó realizar ensayos de calentamiento y evaporación para evaluar el consumo de vapor escape total y estudiar la posibilidad de colocar calentadores de jugo claro. Además se realizaron mediciones en el condensador barométrico para constatar caudales de agua de ingreso al condensador y verificar el vapor vegetal del último efecto de evaporación.

El sistema funciona como quíntuple efecto, teniendo a disposición un total de 8 cajas de evaporación denominadas: Pre 1, Pre 2, y cajas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Solo se realizan extracciones de vapores vegetales del primer, segundo y tercer efecto. Las extracciones del primer efecto se derivan a tachos de coccimiento, a refinería y calentamiento de jugo encalado. Las extracciones del segundo y tercer efecto abastecen a los calentadores de jugo encalado. Se utilizan calentadores regenerativos que trabajan con condensados de los vapores vegetales del 4er y 3to efecto. La función de los regenerativos es precalentar el jugo encalado antes de la etapa de calentamiento original.

Los resultados de los ensayos de medición determinaron que el consumo total de vapor escape para evaporación fue de 44,22% caña. En cuanto a los coeficientes globales de transferencia de

calor calculados para los evaporadores, se observó que en general presentan valores similares a los recomendados por bibliografía.

Con la propuesta de incorporar calentadores para recalentar el jugo claro antes de su ingreso al primer efecto de evaporación, se generaría un ahorro de vapor escape total de 0,23% caña y una disminución del vapor vegetal del último efecto de 0,34% caña con respecto al caso base. Esta propuesta requiere la inversión de dos recalentadores de jugo claro adicionales.

#### • Ingenio 4

Para este ingenio se realizó un estudio teórico de diferentes esquemas de evaporación destinados a mejorar la performance de la fábrica. El sistema funciona en quíntuple efecto con extracción de vapores vegetales del 1, 2 y 3 efecto para calentamiento de jugo encalado y claro. Se simularon 7 alternativas con cambio de molienda, cambio de Brix de salida y cambios en la presión de vapor escape. Se acordó para la zafra 2025 realizar ensayos de medición en la fábrica para constatar los cálculos teóricos obtenidos.

#### ► Artículos realizados

En relación a esta temática, se presentó en la XXIII Reunión de Técnicos de la Caña de Azúcar (SATCA 2024) el artículo “Mejoras en el sistema de calentamiento y evaporación en un ingenio de Tucumán, Argentina”, se preparó un trabajo para ser presentado como póster en el Congreso de la ISSCT 2025.

#### ► Estudios de eficiencia energética en calderas

En la Tabla 21 pueden verse los resultados de estudios realizados en calderas de vapor de la

**Tabla 21.** Resultados promedio de las características operativas de una caldera de vapor bagacera.

Unidades	Producción de vapor t/h	Presión de vapor ata	Temp vapor °C	Temp agua alimentación °C	Consumo combustible t/h	Rendimiento térmico %
Caldera 1	44,6	22,7	340,0	81,7	27,8	67,6
Caldera 2	28,8	22,2	354,7	81,7	23,7	69,0
Caldera 3	21,3	21,6	355,8	81,7	15,6	67,0
Caldera 4	8,7	7,5	350,0	81,7	8,6	63,1
Caldera 5	35,0	22,2	340,0	96,0	17,7	77,7
Caldera 6	108,5	29,25	426,0	83,4	66,1	79,6
Caldera 7	49,9	21,0	308,0	110,0	27,1	77,1
Caldera 8	15,2	19,5	362,4	68,0	11,3	60,8
Caldera 9	146,5	21,5	336,4	98,5	76,6	83,8
Caldera 10	104,2	20,1	320,0	101,0	53,7	68,3
Caldera 11	169,0	65,9	519,1	110,5	87,7	78,6

industria azucarera tanto de Tucumán como de Salta para determinación del rendimiento térmico. Estos estudios se llevan a cabo mediante ensayos y mediciones de las variables de proceso y el planteo de balances de masa y energía. Durante los ensayos se toman muestras de bagazo de caña de azúcar y se procesan en el Laboratorio de Ensayos y Mediciones Industriales (LEMI) de la EEAOC.

#### ► Lavadores de gases húmedos

En la Tabla 22 se observan las características promedio del funcionamiento de lavadores de gases húmedos (“scrubbers”), ensayados en ingenios tucumanos durante la zafra 2024. Además, se indican las variables operativas promedio de las calderas de vapor bagaceras y los índices de diseño de los “scrubbers” ( $i_{dis}$  [ $m^3/t$ ]), o sea, la relación del caudal del agua de lavado respecto a la producción de vapor de la caldera; y el índice de operación de los “scrubbers” ( $i_{op}$  [ $l/Nm^3$ ]), es decir, la relación del caudal del agua de lavado respecto al caudal de gases efluente por chimenea.

Asimismo, durante 2024 se siguió con el monitoreo de la calidad del agua en los “scrubbers”, instalados en los generadores de vapor de la industria azucarera. El estudio se realizó tomando muestras de agua en la entrada y en la salida de los filtros húmedos. Se analizó la acidez del agua (pH), la conductividad eléctrica (CE) y la cantidad de sólidos suspendidos totales (SST). En la Tabla 23 se observan los resultados promedio de dichas determinaciones.

La Tabla 24 muestra las relaciones de las concentraciones promedio de partículas emitidas ( $C's_{MPT}$ ), respecto a la concentración de sólidos suspendidos totales a la salida (SSTs) de los “scrubbers” ensayados.

Estos resultados coinciden en igual orden de magnitud con los datos observados durante zafras anteriores.

#### ► Determinaciones fisicoquímicas y energéticas del bagazo de caña de azúcar

Durante la zafra 2024, se realizaron 247 determinaciones fisicoquímicas y energéticas del bagazo de la caña de azúcar. En la Tabla 25 pueden verse los resultados de las determinaciones de contenidos de humedad (W), cenizas (CZ), sólidos volátiles (SV), carbono fijo (CF), cloro (Cl), azufre (S), poder calorífico superior (PCS), carbono (C), hidrógeno (H) y nitrógeno (N) de 34 muestras de bagazos analizados durante el 2024. Asimismo, pueden observarse los valores mínimos y máximos encontrados y la correspondiente desviación estándar. En la Tabla 26 se observa una comparación de las características combustibles del bagazo en relación a zafras anteriores.

En relación a esta temática, se publicaron en RIAT trabajos sobre “Características de las cenizas de bagazo y de residuos agrícolas de cosecha de la caña de azúcar (RAC) de Tucumán, Argentina”; “Sensibilidad de los componentes mayoritarios en la fusibilidad de cenizas de bagazo y RAC de caña de azúcar

**Tabla 22.** Características promedio de funcionamientos de “scrubbers” de ingenios azucareros de Tucumán durante 2024.

	Unidades	Promedio	mín	máx
Producción de vapor de la caldera	t/h	64,02	8,40	186,33
Presión de vapor de la caldera	ata	21,35	12,00	44,80
Caudal de agua de lavado en scrubber (Gag.scr.)	$m^3/h$	120,04	26,00	264,90
Temperatura de los gases efluente por chimenea	°C	84,65	56,20	135,80
Caudal de gases efluente por chimenea	$Nm^3/min$	2902,45	872,90	7543,40
Concentración de material particulado total en los gases efluente ( $C's_{MPT}$ )	$mg/Nm^3$	528,04	27,80	3972,10
Emisión de material particulado total	kg/h	99,52	6,80	958,00
Índice de diseño scrubbers ( $i_{dis}$ )	$m^3/t$	2,18	0,53	5,54
Índice de operación scrubbers ( $i_{op}$ )	$l/Nm^3$	0,82	0,12	1,74

**Tabla 23.** Parámetros promedio de la calidad del agua de “scrubber” de ingenios azucareros de Tucumán durante 2024.

pH [u.pH] (26°C)		CE [mS/cm]		SST [mL/L]	
Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
7,43	7,82	2,55	3,28	6,58	83,59

**Tabla 24.** Valores promedio de MPT, Gag.sc., MPT/SS y Gag.sc./SSs determinados para los “scrubbers” estudiados en Tucumán durante 2024.

$C's_{MPT}$ [ $mg/Nm^3$ ]	Gag.sc. [ $m^3/hr$ ]	$C's_{MPT} / SSTs$ [ $mg.L/Nm^3.mL$ ]	Gag.sc. / SSs [ $m^3.h^{-1}(mL.L^{-1})$ ]
528,04	120,04	10,12	1,84

**Tabla 25.** Resultado promedio de la caracterización energética de bagazos de Tucumán analizados durante 2024.

Muestra	W [%]	CZ [%] b.s.	SV [%] b.s.	CF [%] b.s.	CI [%] b.s.	S [%] b.s.	PCS [kJ/ kg] b.s.	C	H	N
Promedio	52,52	6,00	78,00	15,96	0,18	0,14	17561	43,27	6,53	0,24
Desviación estándar	5,30	1,68	1,48	0,74	0,21	0,07	460	0,81	0,14	0,09
Valor mínimo	41,35	3,24	75,02	13,76	0,05	0,04	16557	42,12	6,34	0,11
Valor máximo	65,89	9,17	80,90	17,43	1,00	0,30	18497	0,81	0,14	0,09

**Tabla 26.** Parámetros promedio de la calidad del agua de “scrubber” de ingenios azucareros de Tucumán durante 2023.

Promedio Bagazo	W [%]	CZ [%] b.s.	SV [%] b.s.	CF [%] b.s.	PCS [kJ/kg] b.s.
2020	52,90	4,80	77,90	17,10	17.885
2021	54,32	7,55	76,08	16,88	17.189
2022	53,68	5,67	77,30	17,12	17.372
2023	51,58	8,99	75,14	16,02	17.401
2024	52,52	6,00	78,00	15,96	17.561

de Tucumán, Argentina”, y “Caracterización y clasificación del bagazo y RAC de caña de azúcar, según índices de comportamiento a partir de su composición química elemental”. Además se presentaron cinco trabajos científicos en XXIII Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar.

#### ► Capacitaciones brindadas

Se realizaron diferentes capacitaciones destinadas a la industria azucarera y a una empresa de venta de equipos para la industria azucarera, sobre diferentes tópicos como termodinámica, proceso de obtención de azúcar, evaporación, calidad de la materia prima, cocimientos, operación y mantenimiento de calderas e intercambio térmico en el proceso sucro-alcoholero.

#### ➤ Plan: Racionalización del manejo de aguas y efluentes industriales

**Objetivo:** Analizar técnicas de disminución de flujos que permitan reutilizar las diferentes corrientes en el sistema minimizando la toma global de agua fresca y la generación de efluentes.

#### ► Consumo de agua fresca de condensadores

Durante la zafra 2024, en los meses de julio y octubre, se realizaron mediciones en un ingenio azucarero de la región con el objetivo de analizar el consumo de agua fresca en los condensadores de fábrica, ya que estos representan uno de los procesos con mayor

demandas hídrica.

Los resultados indican que en julio, la demanda promedio fue de 1,67 m<sup>3</sup> por tonelada de caña procesada, mientras que para octubre aumentó a 2,3 m<sup>3</sup> por tonelada de caña. Este incremento en el consumo se atribuyó principalmente al aumento de la temperatura ambiente propia del cambio estacional.

#### ► Disminución de agua mediante termocompresión

Se realizó un estudio sobre la “Disminución de la captación de agua a condensadores barométricos de evaporación por termocompresión de vapores de último efecto en un tandem de evaporación”. Para ello se tomó como base una fábrica tipo de azúcar blanco directo capaz de procesar 10.000 toneladas de caña por día (TCD), con destilería anexa capaz de procesar toda la melaza producida consumiendo vapor de escape. Dos escenarios fueron propuestos y posteriormente sometidos a evaluación: un sistema de evaporación de 4 efectos y otro de 5 efectos.

La estrategia de recompresión de vapor consistió en tomar el vapor que va a los condensadores del sistema de calentamiento y evaporación y termocomprimirlo hasta las condiciones del vapor vegetal del primer efecto (VG1), de manera tal, de aprovechar el mismo para satisfacer las necesidades energéticas de los consumidores de VG1.

Realizando balances de materia y energía, se estimaron los caudales de agua empleados en los condensadores barométricos (m<sub>agua</sub><sub>fria</sub>) de los sistemas de evaporación a partir de los caudales de vapor a condensar. Los resultados se expresaron en metros cúbicos por tonelada de caña y se muestran en la Tabla 27. Posteriormente se aplicaron diferentes metodologías para calcular: vapor de escape a evaporación, laminación de vapor vivo, venteo vapor de escape, vapor vivo para termocompresión, bagazo excedente. Los resultados de esto pueden verse en la Tabla 28.

**Tabla 27.** Cantidad de agua necesaria en condensadores barométricos de evaporación.

	VG último efecto [%C]	m agua fría [m <sup>3</sup> /h]
4 efectos	4,66	1,1165
5 efectos	4,75	1,187

**Tabla 28.** Consumo % Caña de variables en cuestión para los casos contemplados en el sistema de 4 efectos.

	Vapor de Escape a evaporación	Laminación de vapor vivo	Venteo Vapor de Escape	Vapor Vivo para Termocompresión	Bagazo Excedente
4 efectos Original	37,09%	16,40%	0,00%	0,00%	4,69%
4 efectos Solución	19,47%	0,00%	17,70%	17,06%	4,39%
5 efectos Original	34,92%	14,31%	0,00%	0,00%	5,75%
5 efectos Solución	18,19%	0,00%	15,78%	13,86%	5,99%

En lo que respecta al consumo de agua en condensadores, tanto para el caso del sistema de 4 efectos, como para el de 5 efectos, se tendrían consumos de agua a condensadores de evaporación de 116,5% caña y 118,75% caña respectivamente, los cuales se anularían completamente en el caso de termocomprimir, lo que implicaría una disminución de la captación de agua fresca en igual cantidad. En relación al balance energético, este no se ve comprometido.

#### ➤ Plan: Optimización del procesamiento de la caña de azúcar para la producción integrada de azúcar y alcohol

**Objetivo:** evaluar el proceso de industrialización de la caña de azúcar a fin de optimizar la producción integrada de azúcar y alcohol, identificando los procesos y/o procedimientos productivos factibles de mejorar a fin de asegurar la conservación de los elementos fisicoquímicos que favorecen la obtención de azúcar y alcohol, minimizando la formación

de inhibidores; y estudiar nuevas alternativas productivas que puedan mejorar los costos de la producción dual de azúcar y alcohol.

Dentro de este marco conceptual, se partió de la premisa de las dificultades que se esperarían en la zafra 2024 producto de las heladas las cuales deterioran la caña. En este aspecto se acordó un trabajo en conjunto con un ingenio de la provincia en el que se planificaron una serie de muestreos a lo largo de la zafra a los fines de estudiar el impacto sobre el sistema de clarificación y la concentración de algunos cationes que influyen en la viscosidad del melado, la eficiencia del proceso, la agotabilidad de las mieles finales y la calidad del producto final.

Entre los meses de junio y agosto de 2024, se realizaron muestreos de las corrientes de jugo mixto, jugo sulfo-encalado, jugo claro y melado, y se determinó Ca, Na, K, Mg, Bx y viscosidad. En la Tabla 29 se muestran los resultados promedios correspondientes en base Bx y, en la última columna, la viscosidad del melado a 60°C.

**Tabla 29.** Valores promedio en base Bx de las determinaciones.

	Muestra	mg Ca/kg/Bx	mg Mg/kg/Bx	mg Na/kg/Bx	g Ka/kg/Bx	μ (cp) % Bx
Junio	Jugo mixto	7,78	7,67	7,53	0,24	
	Sulfo encalado	50,7	8,5	1,54	0,19	
	Jugo claro	14,5	6,83	1,48	0,17	
	Melado	31,78	6,2	1,56	0,19	35,97
Julio	Jugo mixto	6,9	16,86	2,14	0,2	
	Sulfo encalado	13,25	7,61	1,69	0,14	
	Jugo claro	11,47	6,4	1,81	0,16	
	Melado	15,08	4,94	1,86	0,16	49,51
Agosto	Jugo mixto	7,8	12,34	1,7	0,12	
	Sulfo encalado	17,11	9,16	2,17	0,12	
	Jugo claro	9,38	6,88	2,74	0,13	
	Melado	18,38	6,87	4,61	0,16	106,41

Puede notarse que el calcio en jugo mixto se mantuvo prácticamente constante a lo largo de toda la zafra, y tanto el sodio como el potasio disminuyeron con el transcurso de la zafra.

Al momento de analizar la influencia sobre la clarificación se confirmó el aumento de calcio en el melado producto de la falta de control en el encalado, mientras que la viscosidad mostró una marcada influencia por la presencia de sodio en el melado, como se muestra en la Figura 1.

En resumen, si bien el seguimiento catiónico ha proporcionado cierta información relevante, no ha resultado ser un indicador por sí solo suficiente para extraer conclusiones definitivas sobre las causas de este aumento de viscosidad en el melado. Por lo tanto, se considera fundamental la implementación de un seguimiento más exhaustivo, esto implicaría la inclusión de un mayor número de variables a analizar, permitiendo una comprensión más profunda de los factores que influyen en la viscosidad del melado y, en consecuencia, facilitando la implementación de medidas correctivas o preventivas más efectivas.

#### ➤ Plan: Subproductos de la Caña de Azúcar

**Objetivo:** Desarrollar y optimizar procesos de obtención de nuevos productos derivados de la industria azucarera, bajo el concepto de biorrefinería.

Durante el año 2024 se continuaron los estudios a escala de laboratorio para la obtención de fructooligosacáridos (FOS) mediante la enzima KestoZyme, desarrollada por el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Cuba, a partir de un nuevo lote recibido.

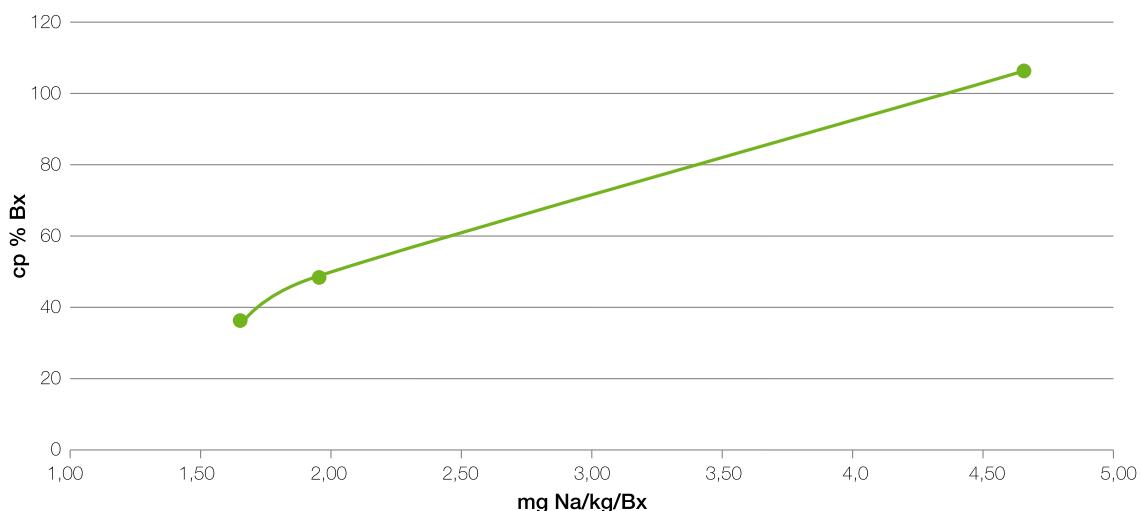
Para ajustar las concentraciones de enzima a utilizar en cada ensayo, se optimizó la técnica de cuantificación enzimática proporcionada originalmente por el CIGB. Esto fue posible gracias a la incorporación de un nuevo lector de microplacas por parte del Laboratorio de Microbiología Investigación (LIM), lo que permitió desarrollar un protocolo original, más rápido y sencillo, que redujo la cantidad de insumos utilizados y mejoró los tiempos de reacción.

Una vez obtenidos los valores de actividad enzimática de los diferentes lotes recibidos, se llevaron a cabo numerosos ensayos de producción de FOS.

Con el objetivo de comprobar la capacidad de síntesis de fructooligosacáridos (FOS) de la enzima recombinante fructosiltransferasa KestoZyme a partir de altas concentraciones de azúcar refinada, se evaluó el curso temporal de la reacción utilizando distintas concentraciones de catalizador y comparando dos lotes de enzima.

Se realizaron ensayos en los que se estudió la conversión de sacarosa a FOS catalizada por KestoZyme, bajo las siguientes condiciones operativas: 45 °C, pH 5,5, en un reactor tanque agitado discontinuo de 1 L, a partir de una solución de sacarosa de 600 g/L (p/v). Se probaron dos concentraciones enzimáticas (4000 U/L y 900 U/L) y se siguió el curso temporal de la reacción durante 7 o 16 horas, según la concentración empleada.

La cuantificación de la mezcla de carbohidratos obtenida (sacarosa, kestosa, nistosa, fructosa y glucosa) se realizó mediante HPLC. A partir



**Figura 1.** Viscosidad del melado en función de la concentración de Na.

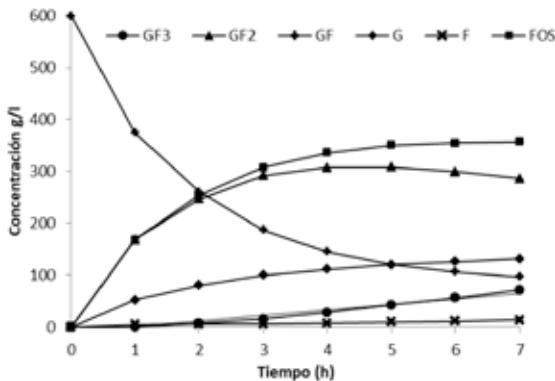
De estos datos se calcularon los rendimientos en FOS y la productividad, considerando las velocidades de consumo del sustrato y de formación de productos.

Las Figuras 2 y 3 muestran los resultados de uno de los ensayos realizados con concentración de enzima de 4000 y de uno de los ensayos realizados con 900 U/L, respectivamente, como así también los datos teóricos correspondientes (proporcionados por el CIGB), que permiten la comparación con los resultados obtenidos en el LIM.

En los diferentes ensayos realizados con 4000

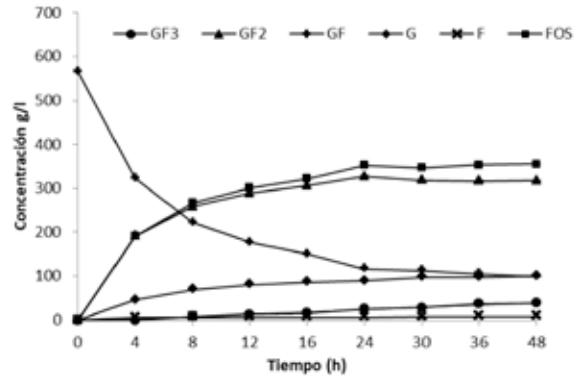
U/L de enzima se observó que, en general, la composición de fructooligosacáridos totales en la mezcla de reacción de 55-60% (330-360 g/L) se alcanzó aproximadamente a las 4 horas. En este intervalo de tiempo la concentración de 1-kestosa fue de 335 g/L, la de sacarosa fue 145 g/L y la fructosa fue indetectable.

En cuanto a los ensayos realizados con 900 U/L de enzima se observó en general que alrededor de las 16 hs se alcanzó el máximo de 1-kestosa y la concentración de FOS total, mayor al 55%. En este intervalo de tiempo la concentración de 1-kestosa fue de 305 g/L y la sacarosa fue 150 g/L.



	9ºExp (4h) g/l		Teóricos	
FOSmáx (%deCHs)	335,6	56%	55-60%	56-59%
G	111,5	19%	20-25%	19-21%
F	7,4	1%	<0,3%	<0,1%
GF	145,5	24%	15-20%	21-24%
GF2 (%deCHs)	307,4	51%	49,5-54%	53-54%
GF3 (%deCHs)	28,2	5%	5,5-6%	3-5%
GF2 (%deFOStotal)	307,4	92%	90%	90-95%
GF3 (%deFOStotal)	28,2	8%	10%	5-10%

Figura 2. Resultados de uno de los ensayos realizados con la mayor concentración.



	8ºExp (16h) g/l		Teóricos	
FOSmáx (%deCHs)	322,0	57%	55-60%	56-59%
G	86,5	15%	20-25%	19-21%
F	6,5	1,2%	<0,3%	<0,1%
GF	150,0	27%	15-20%	21-24%
GF2 (%deCHs)	305,6	54%	49,5-54%	53-54%
GF3 (%deCHs)	16,3	3%	5,5-6%	3-5%
GF2 (%deFOStotal)	305,6	95%	90%	90-95%
GF3 (%deFOStotal)	16,3	5%	10%	5-10%

Figura 3. Resultados de uno de los ensayos realizados con la menor concentración.



# Programa Industrialización de Cítricos



El Programa de Industrialización de Cítricos fue creado en el año 2022 con la intención de englobar planes de investigación que se venían desarrollando dentro de otros Programas, Proyectos Independientes y nuevos planes originados en concordancia con temas de interés vigentes.

## Objetivo general

Generación de conocimiento y transferencia de estrategias industriales para la optimización de los procesos, manteniendo el compromiso con el cuidado del medioambiente: la reducción de las emisiones de carbono y el uso responsable y eficiente del agua y la energía. Teniendo presente los conceptos de Economía Circular, se desarrollan planes de trabajo enfocados en la búsqueda de nuevos productos con mayor valor agregado, sin perder de vista la evaluación de impacto ambiental de sus procesos de producción.

## Optimización de procesos

**Objetivo:** Analizar el estado actual de la industria citrícola en Tucumán, y detectar, junto con los técnicos de cada fábrica, las necesidades y oportunidades de mejora en los procesos involucrados. Proponer soluciones que mejoren la operatividad de la planta, teniendo en cuenta el uso racional de la energía y del agua.

**Líneas de trabajo:** Optimización de Procesos, Optimización del Uso del Agua y Eficiencia Energética.

### 1. Estudio del sistema de concentración de jugo

Durante el año 2024 se realizaron cuatro ensayos en el sistema de concentración de

jugos de una citrícola. Se midieron caudales de jugo de entrada y salida del sistema, de condensado de vapor de caldera y de entrada de agua en el condensador barométrico. Se midieron temperaturas de todas las corrientes involucradas con pirómetro óptico y cámara termográfica. Se tomaron muestras por duplicado de jugo para analizar brix y densidad. Se analizaron y procesaron los datos obtenidos. Con el método de reconciliación de datos se determinaron los parámetros de operación de cada ensayo y su eficiencia. Se compararon los ensayos y se plantearon observaciones.

### 2. Estudio en el sistema de secado

Se realizó un estudio teórico del uso de gases de combustión provenientes de caldera para calentamiento del aire en secaderos con datos obtenidos de ensayos anteriores.

### Producción de pectina, flavonoides, fibra cítrica y otros subproductos

**Objetivo:** Optimizar las operaciones productivas de los compuestos mencionados realizando las experiencias a nivel planta piloto, a fin de conocer las principales variables operativas a controlar, definir las operaciones y equipamientos necesarios.

#### Pectina

Durante el año 2024 se realizó la evaluación de las condiciones de extracción, la caracterización de los extractos y se exploró la posibilidad de obtener pectinas de bajo metoxilo, dado que las pectinas extraídas por hidrólisis ácida a partir de cáscara de limón presentan un alto contenido de metoxilo. Para ello, se modificaron las condiciones del proceso, variando el tiempo, la temperatura y utilizando un medio básico. Como resultado, se logró reducir el contenido

de metoxilo del 70% al 50%. Sin embargo, este proceso implicó un alto consumo de solvente y generó una cantidad considerable de efluentes.

#### ► Flavonoides

Se puso a punto de metodología de análisis de flavonoides y se continuaron los ensayos de actividad neuroprotectora con el Instituto de Medicina Molecular y Celular Aplicada (IMMCA). Se probó actividad con un estándar de hesperidina y se descartó su actividad, sin bien en bibliografía se cita la actividad de la aglicona hesperetina y de los extractos con mayor contenido de eriocitrina.

Se llevó a cabo un ensayo en la empresa SFE Process de extracción de flavonoides a partir de cáscara empleando la tecnología de Extracción de Fluidos Supercríticos. Se partió de cáscara húmeda de limones sometidos a distintas condiciones de temperatura, presión y despresurización. No se obtuvieron resultados satisfactorios de estos ensayos. Se propone repetir el ensayo con cáscara seca y optimizar las condiciones.

- **Possibles nuevos usos de subproductos o innovaciones tecnológicas aplicadas al sector citrícola:**

Se llevaron a cabo en la empresa SFE Process ensayos de separación de componentes de aceite esencial de limón por cromatografía con fluidos supercríticos. Se observó la separación de los hidrocarburos monoterpénicos limoneno y beta-pineno de nerol y geranial, en dos fracciones con pureza mayor al 90%. Si bien se obtiene una buena separación, las cantidades que se pueden procesar son pequeñas, por lo que para contar con cantidad de productos es necesaria la inyección repetitiva de muestra, haciendo de esta técnica una herramienta eficaz pero para obtención de compuestos de alto valor agregado. Será necesario esperar el desarrollo de esta tecnología a mayor escala.

- **Producción de fibra dietaria**

- Se evaluaron diferentes corrientes del proceso de industrialización de limón a fin de caracterizarlas como posibles materias primas para la obtención de fibra dietaria

- Producción de fibra dietaria a partir de la cáscara de limón: se evaluaron condiciones de tiempo, temperatura, agregado de medio básico y alcohol. Se eliminaron así casi todos de los compuestos amargos presentes en ella

- Después de los procesos de extracción de flavonoides y pectina, se obtuvo un residuo fibroso.

Se evaluó el potencial energético de esta fibra: buenos valores de ceniza y poder calorífico superior (PCS), muy similares a los del bagazo. La desventaja es que se obtiene una cantidad reducida de este material después del proceso de extracción.

#### ► Caracterización de Materia Prima y Subproductos Tradicionales y Nuevos. Estudio de Potenciales Usos

**Objetivo:** Caracterización fisicoquímica y organoléptica de materia prima y de subproductos tradicionales (jugos, aceites esenciales, cáscara), productos intermedios o actualmente de desecho y de otros productos con potencial interés comercial.

En 2024 se realizó el segundo relevamiento de calidad de jugo, aceite esencial y cáscara de las principales variedades de limón, en esta campaña se evaluaron las variedades Génova, Limoneira y Lisboa. Esta tarea se llevó a cabo en conjunto con la empresa JBT bajo un convenio de cooperación. En fruta se determinó contenido de aceite esencial por el método Scott y Clevenger (Figuras 1 y 2). Se empleó una extractora de aceite More para obtención de fruta sin aceite de la que se obtuvo jugo y cáscara, asemejando la producción en fábrica. En cáscara se determinó pectina y fibra dietaria (Figuras 3 y 4). En jugo se analizó sólidos solubles (brix), acidez, ratio, vitamina C, ácido cítrico (GPL), sacarosa, fructosa, glucosa, cenizas, fosfatos, potasio, sodio, calcio, magnesio, alcalinidad, hesperidina y pulpa centrifugable (Figuras 5 a 21). Se puso a punto la técnica de análisis de limonina por cromatografía líquida con doble detección de masas tipo triple cuadrupolo (LC-MS/MS) (Fig. 22). En el caso del aceite esencial, debido a su baja concentración en la emulsión producida en la extractora More se empleó la cascarilla (frit) producida en la extractora de jugo, empleando fruta sin previo procesado en More. Posteriormente se empleó una prensa de tornillo para obtener el aceite esencial. Se realizaron análisis fisicoquímicos: densidad, índice de refracción, rotación óptica, citral y línea CD (Figuras 23 a 27). Además se obtuvieron los perfiles cromatográficos (Figuras 28 a 33).

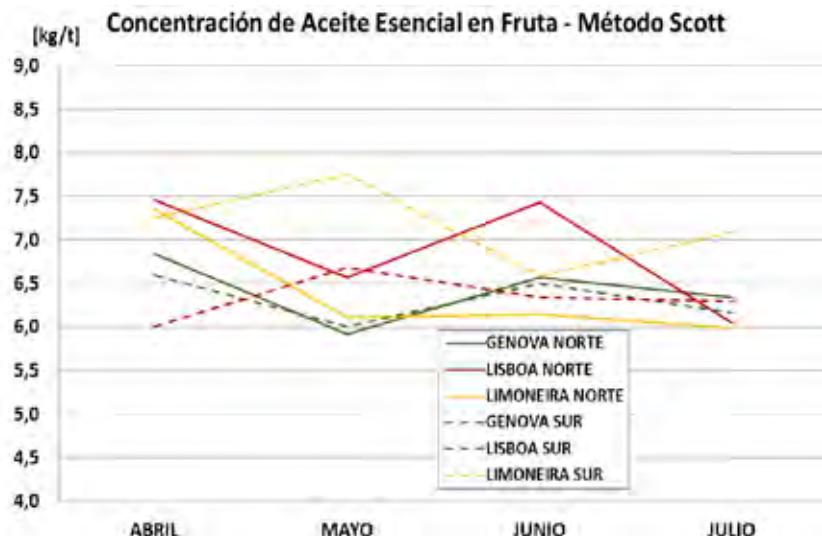


Figura 1. Concentración de Aceite Esencial en Fruta 2024 - – Distintas variedades y zona - Método Scott.

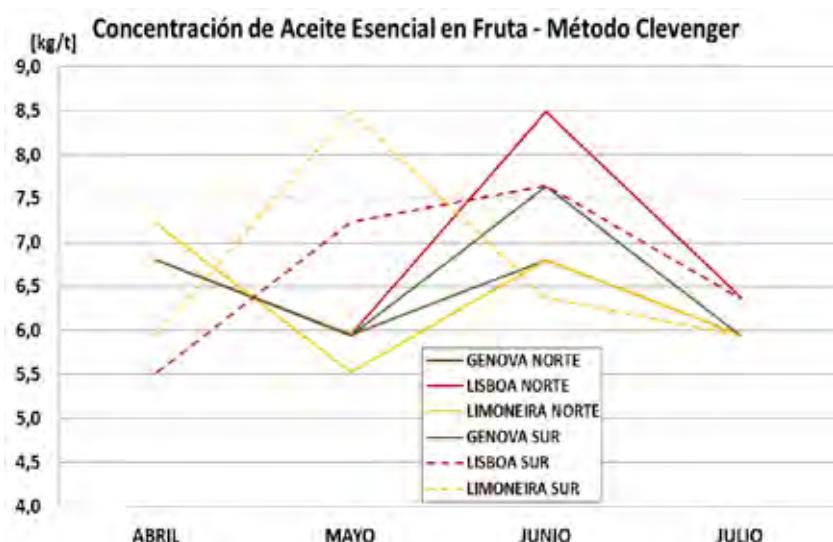


Figura 2. Concentración de Aceite Esencial en Fruta 2024 - – Distintas variedades y zona – Método Clevenger.

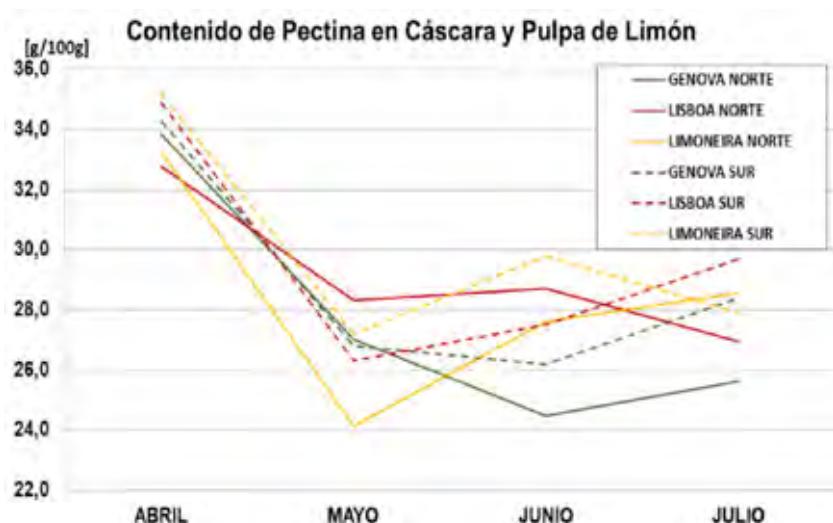


Figura 3. Contenido de Pectina en Cáscara y Pulpa de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

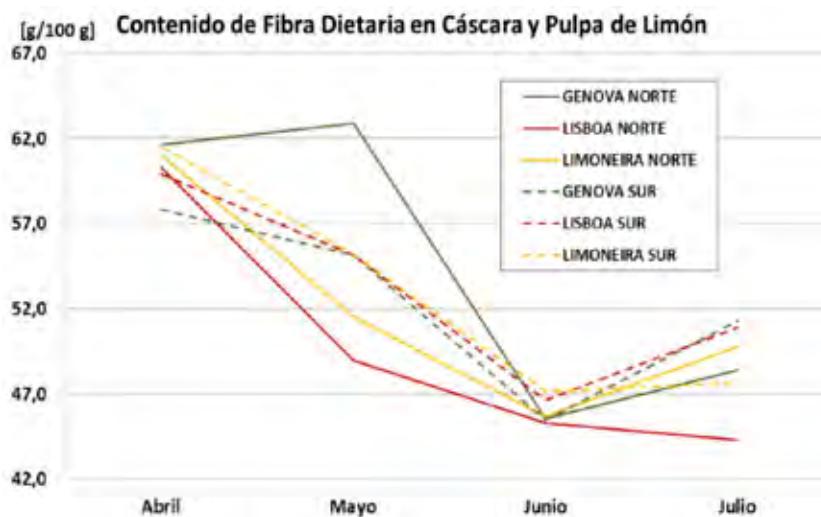


Figura 4. Contenido de Fibra Dietaria en Cáscara y Pulpa de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

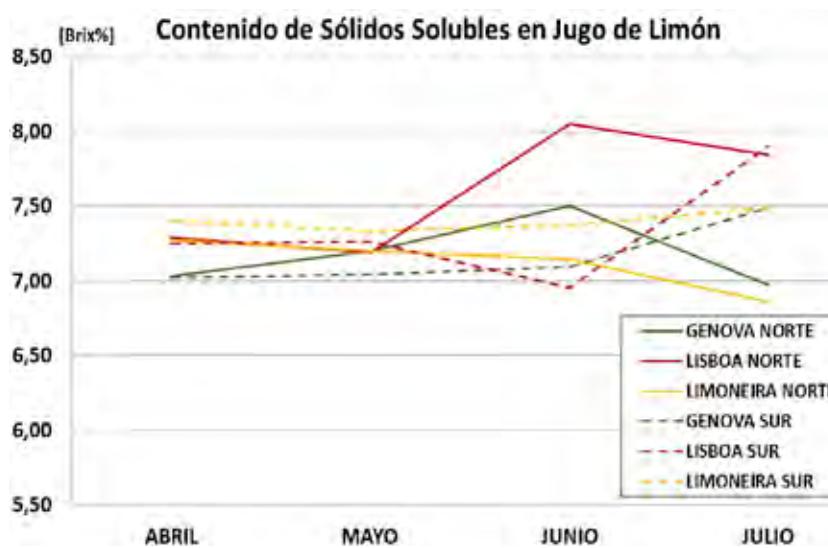


Figura 5. Contenido de Sólidos Solubles en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

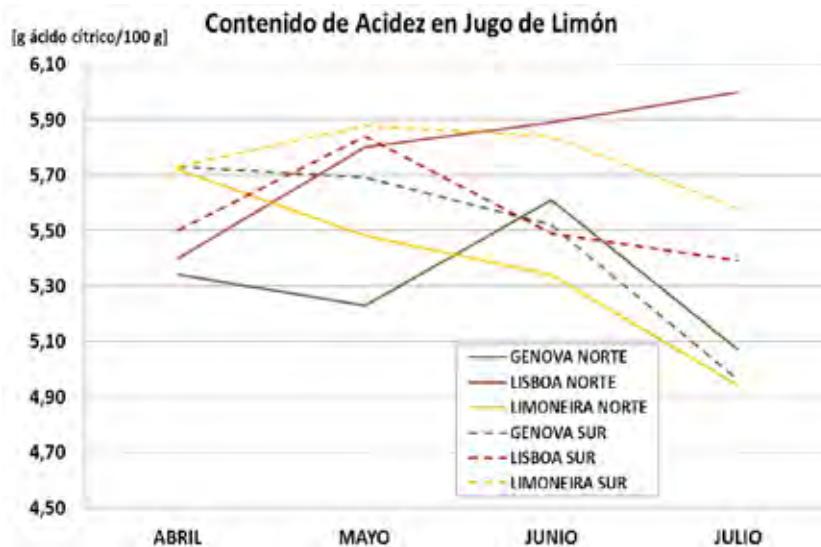


Figura 6. Contenido de Acidez en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

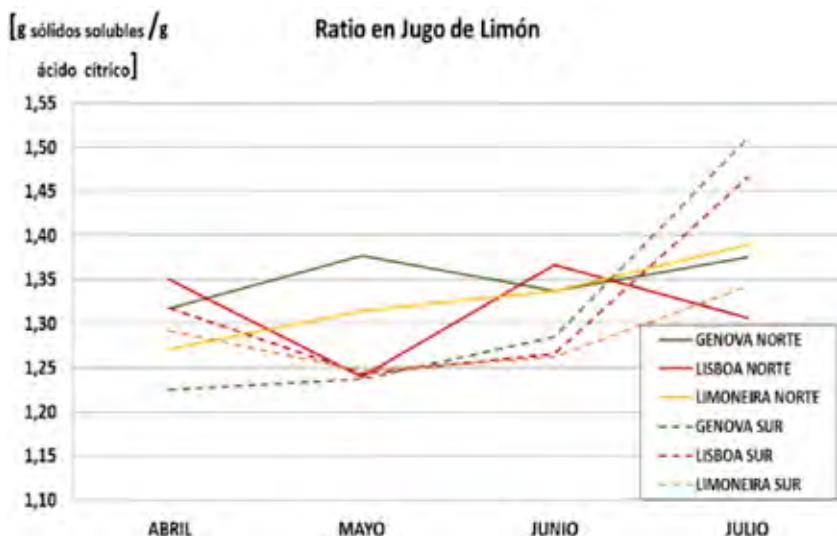


Figura 7. Ratio en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

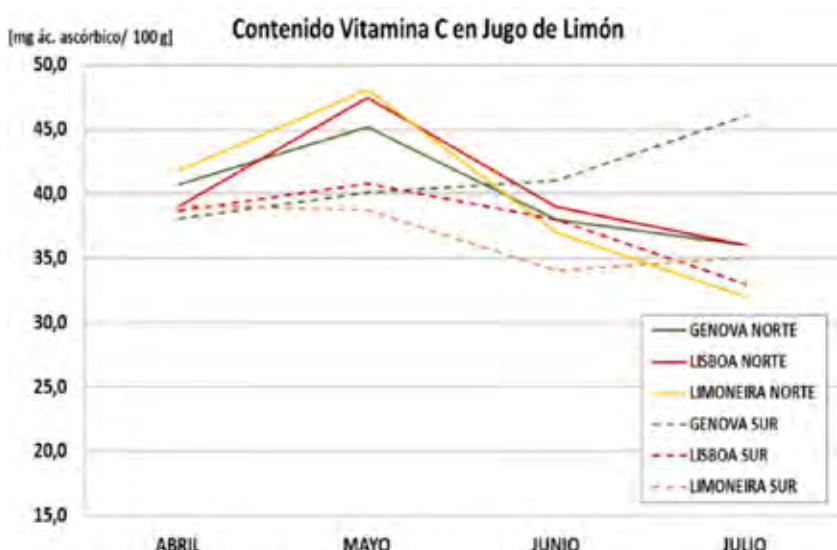


Figura 8. Contenido de Vitamina C en Jugo de Limón 2024 - - Distintas variedades y zona.

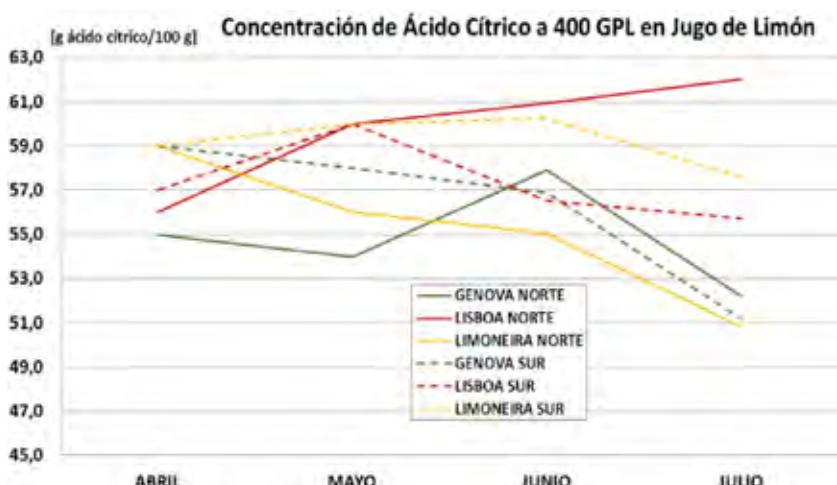
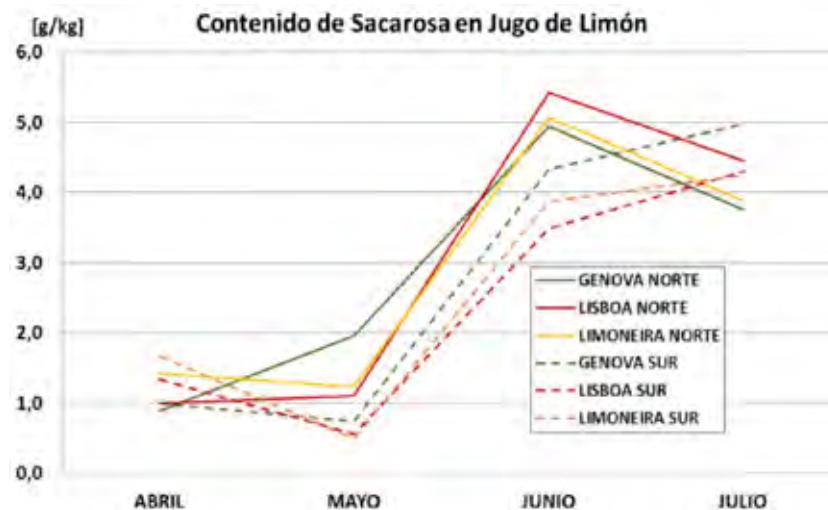
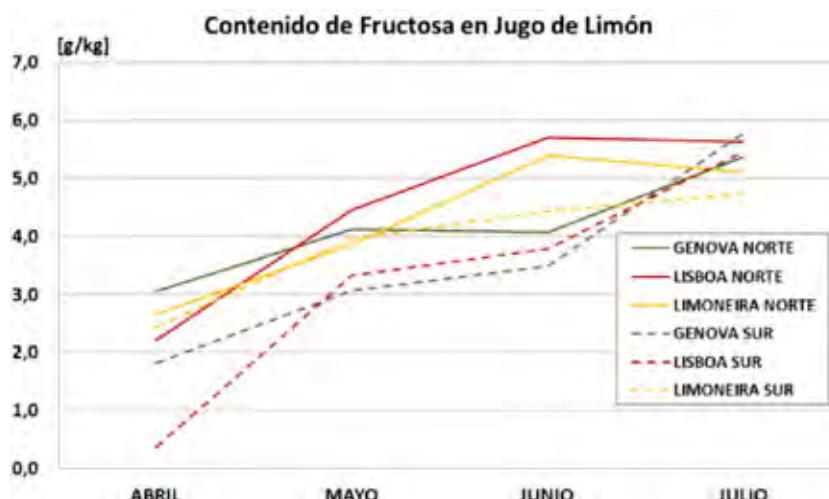


Figura 9. Concentración de Ácido Cítrico en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 10.** Contenido de Sacarosa en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 11.** Contenido de Fructosa en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 12.** Contenido de Glucosa en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

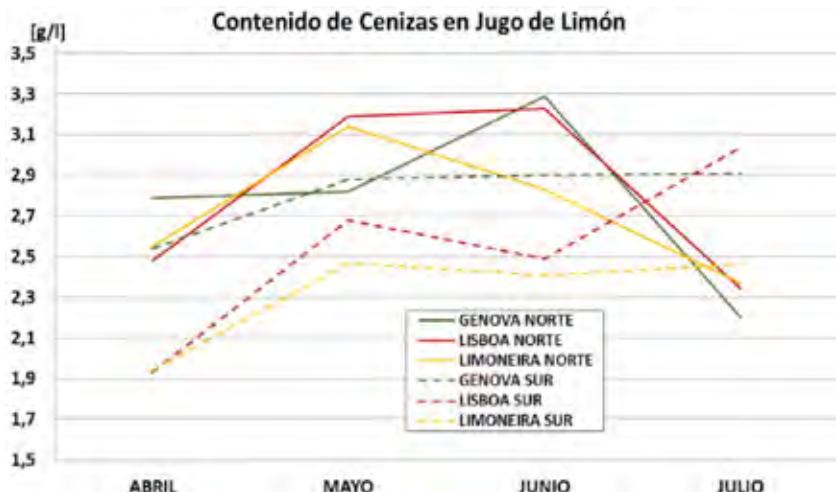


Figura 13. Contenido de Cenizas en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

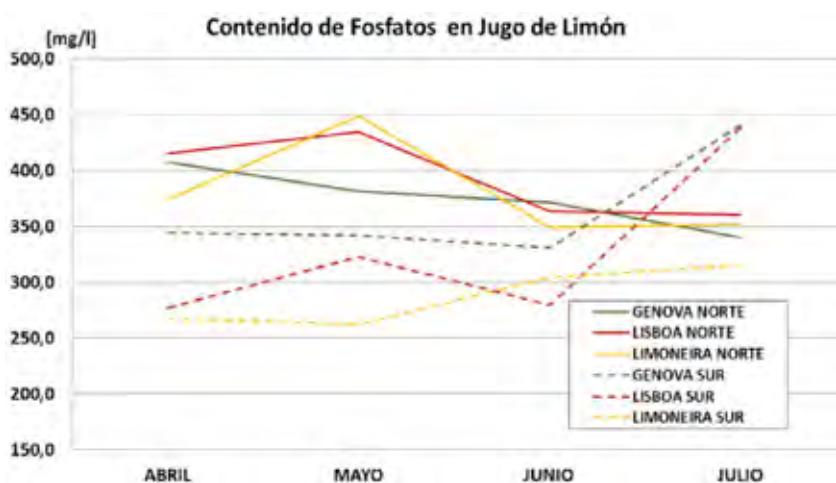


Figura 14. Contenido de Fosfatos en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

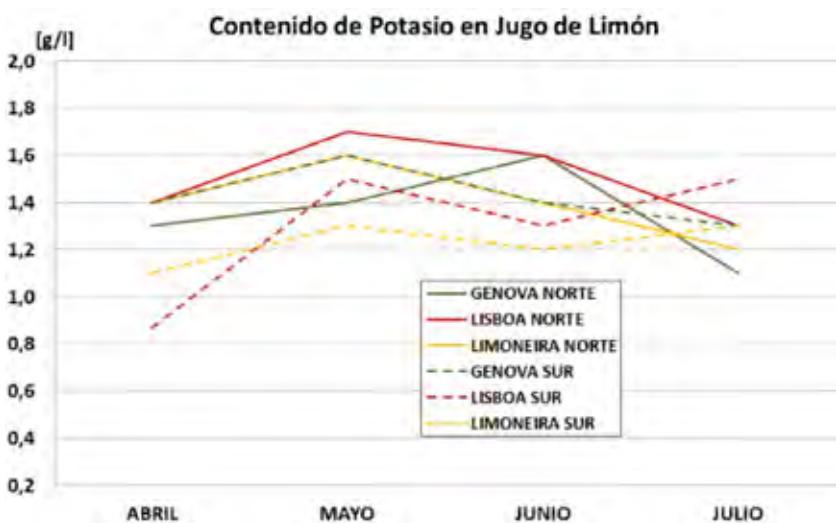


Figura 15. Contenido de Potasio en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



Figura 16. Contenido de Sodio en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



Figura 17. Contenido de Calcio en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

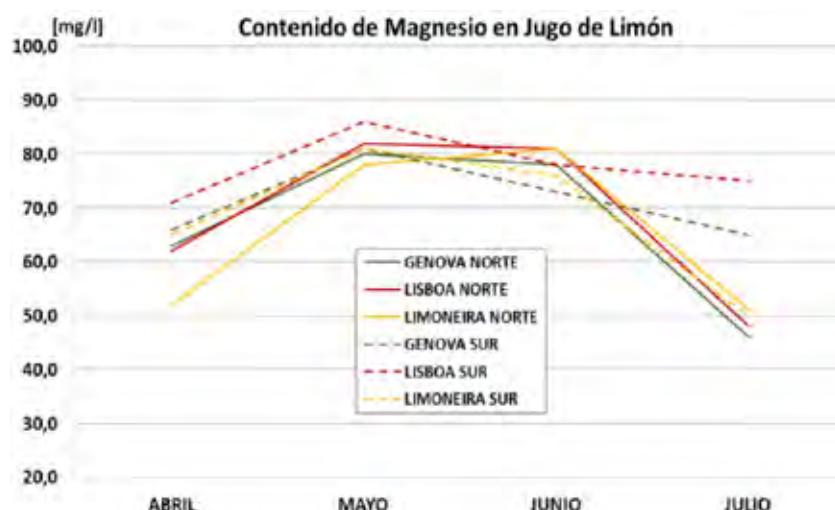


Figura 18. Contenido de Magnesio en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

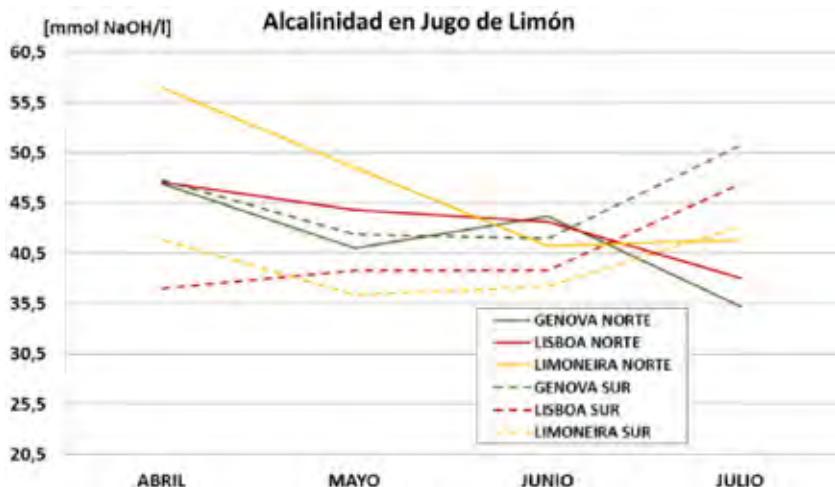


Figura 19. Alcalinidad en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

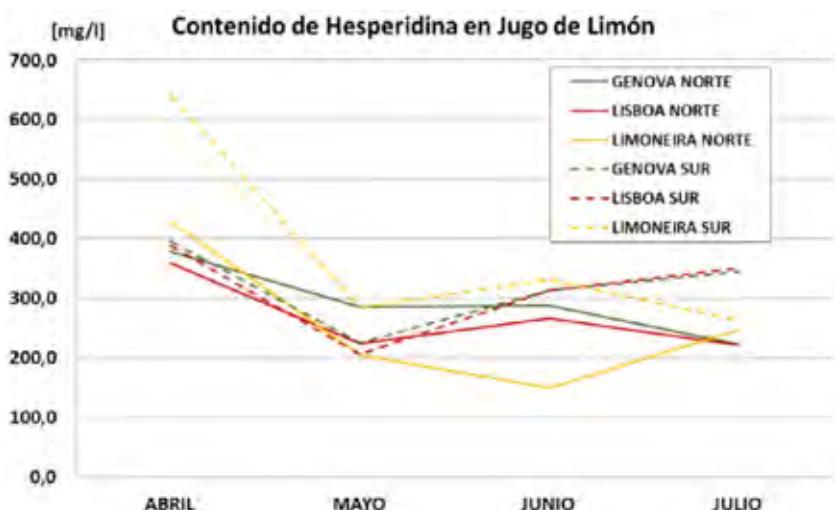


Figura 20. Contenido de Hesperidina en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

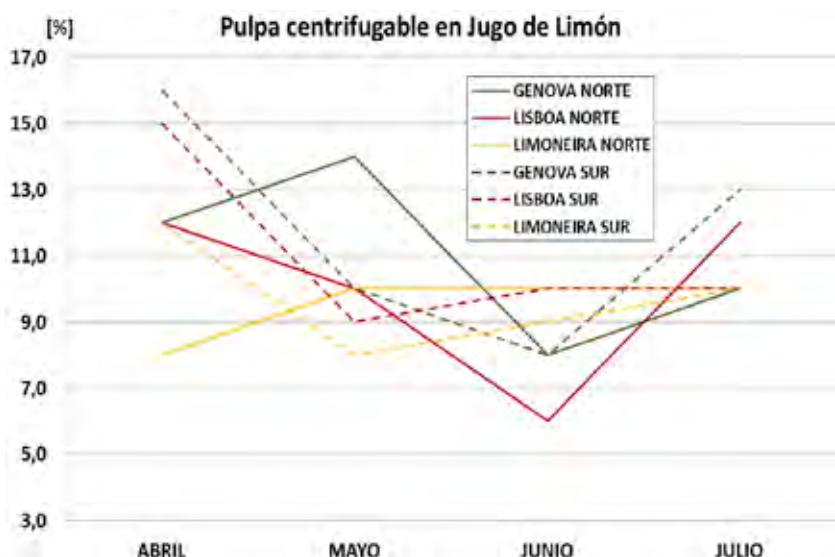
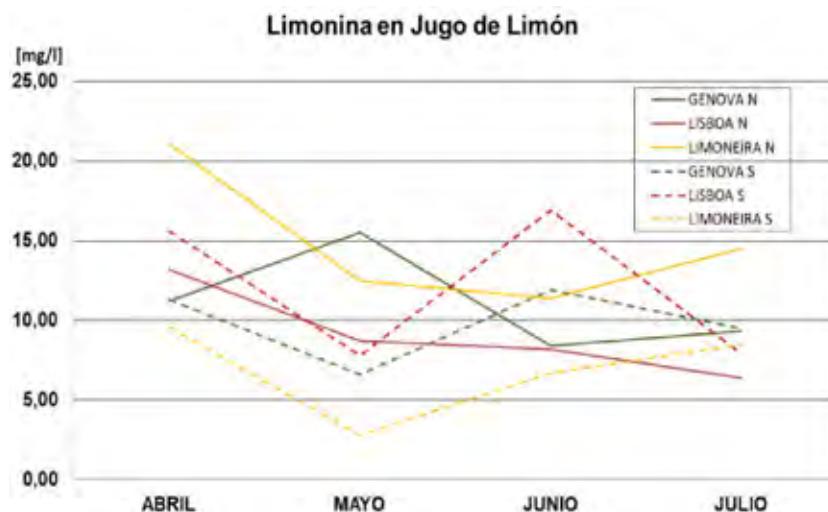
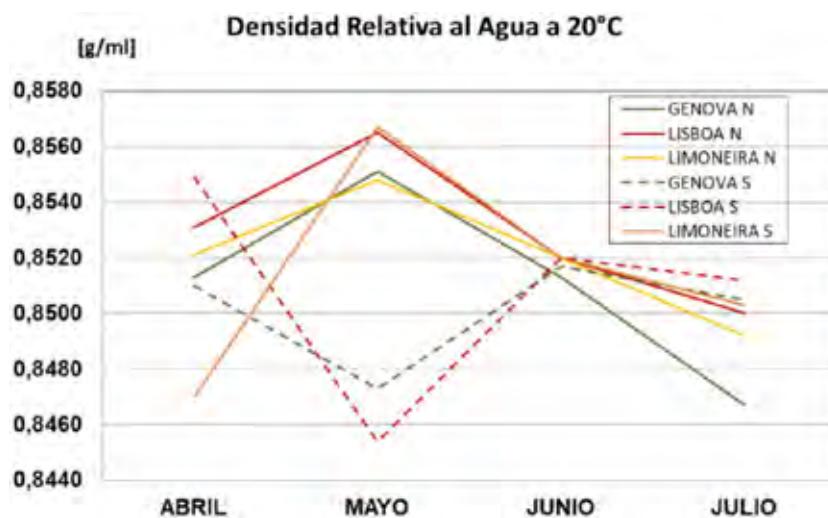


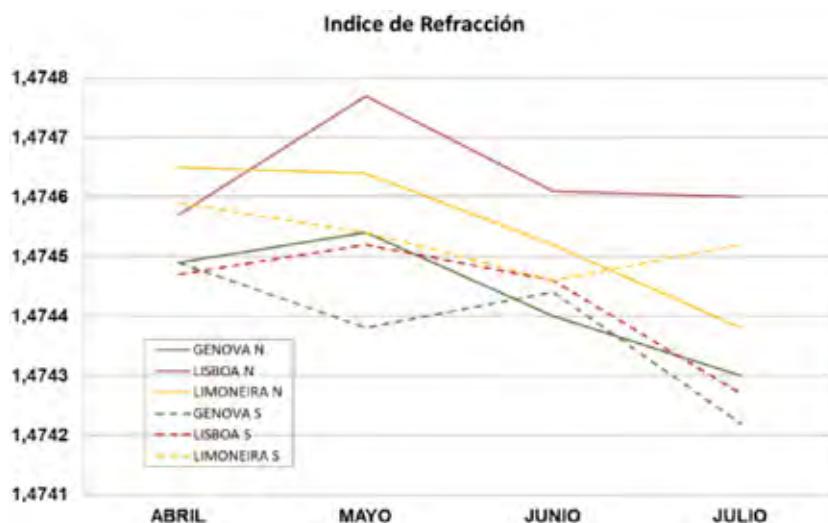
Figura 21. Contenido de Pulpa Centrifugable en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 22.** Contenido de Limonina en Jugo de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 23.** Densidad de Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 24.** Índice de Refracción de Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

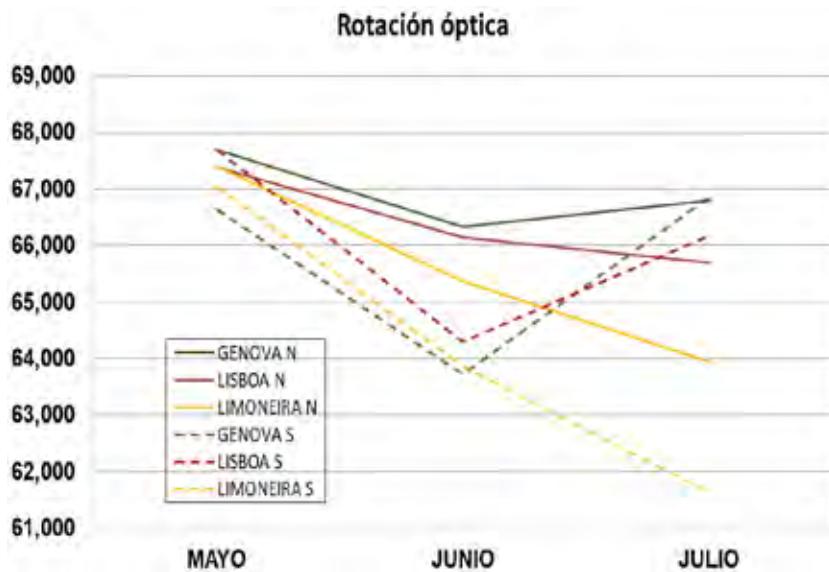


Figura 25. Rotación Óptica de Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

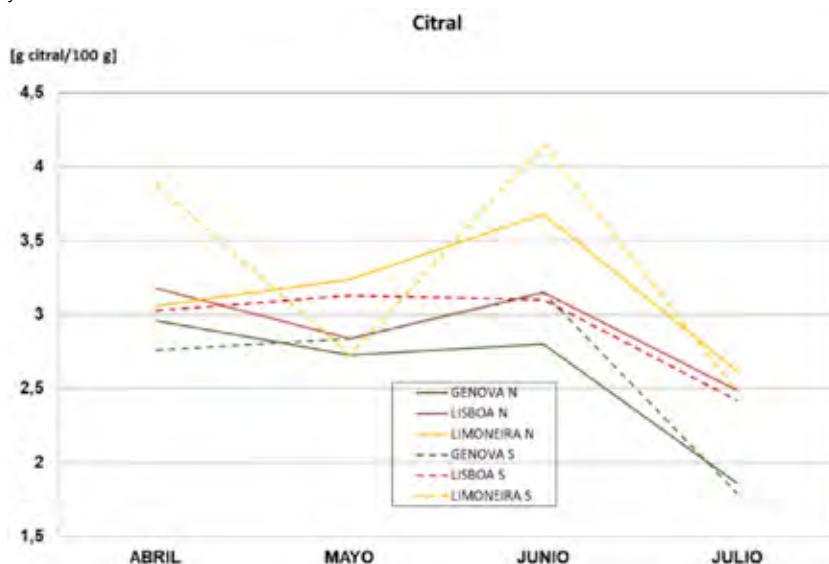


Figura 26. Citral de Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

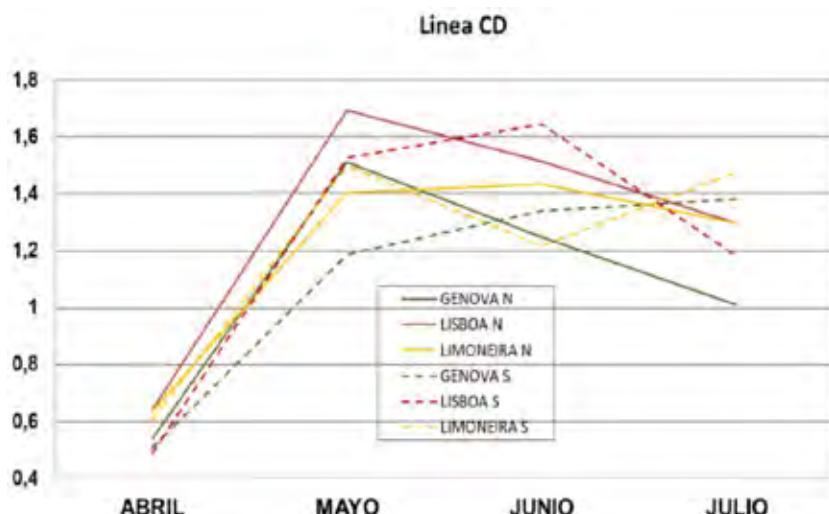
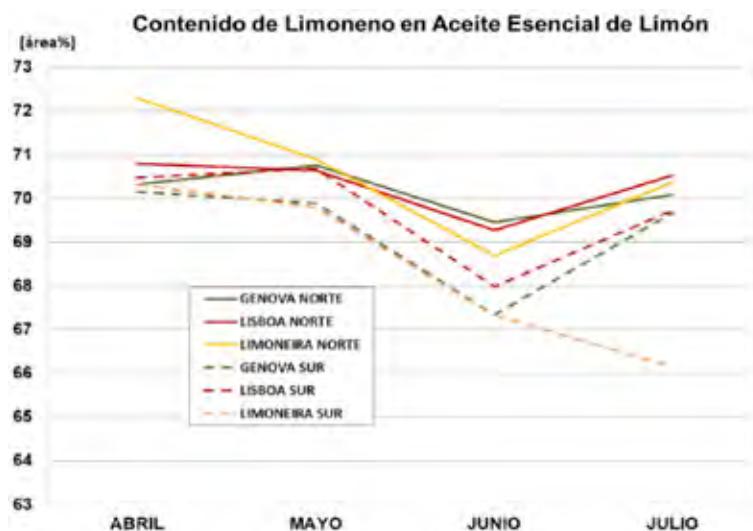
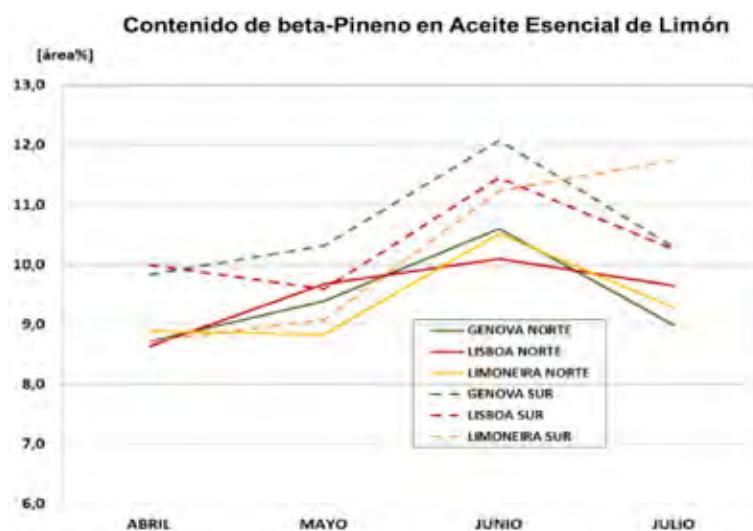


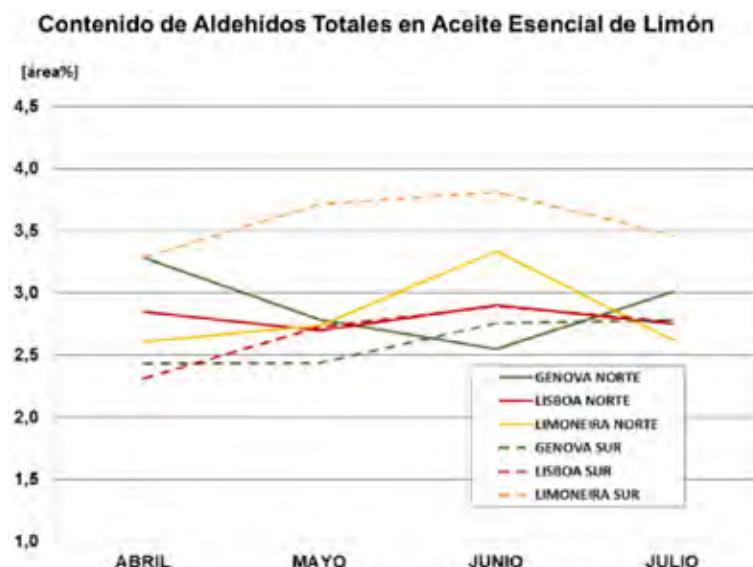
Figura 27. Línea CD de Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 28.** Contenido de Limoneno en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 29.** Contenido de beta-Pineno en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.



**Figura 30.** Contenido de Aldehídos Totales en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

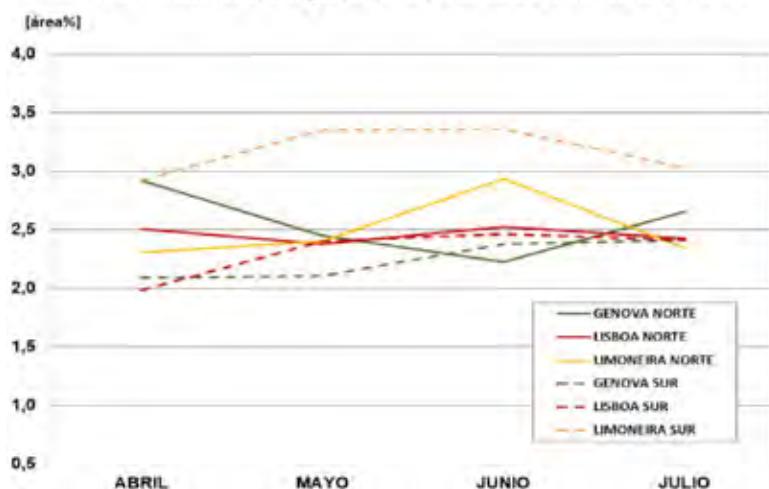
**Contenido de Neral y Geranial en Aceite Esencial de Limón**

Figura 31. Contenido de Neral y Geranial en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

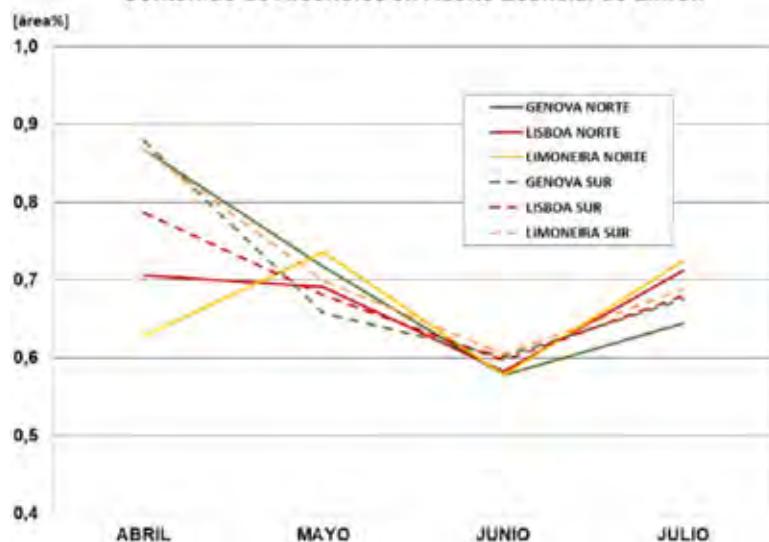
**Contenido de Alcoholes en Aceite Esencial de Limón**

Figura 32. Contenido de Alcoholes en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

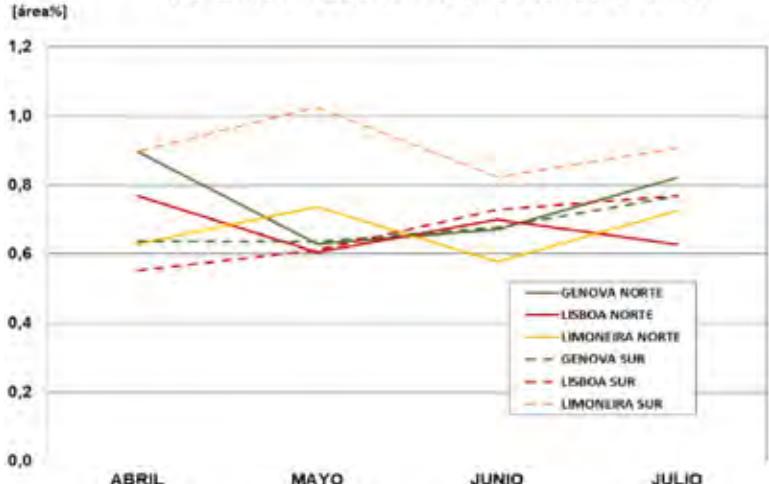
**Contenido de Ésteres en Aceite Esencial de Limón**

Figura 33. Contenido de Ésteres en Aceite Esencial de Limón 2024 - Distintas variedades y zona.

► **Aceite de semillas de limón:**

Se repitieron las extracciones empleando una prensa de tornillo para obtener aceite de semilla y expeller. Se realizaron pruebas de extracción de limonoides a partir de expeller. Se obtuvo un sólido blanco que se encuentra en proceso de identificación.

► **Plan Producción Orgánica - Contaminaciones cruzadas que se detectan en el aceite esencial de limón**

Durante el año 2024 se encaró el estudio de aceites esenciales de hojas de limonero, para detectar la presencia/ausencia de Atrazina, considerando la posibilidad de que la contaminación provenga del suelo o del agua de riego, y que, por ser un herbicida sistémico, pueda llegar a través del xilema hasta las hojas.

El análisis dio No Detectado (LD: 0,020 mg/Kg). No se encontró presencia de atrazina en una muestra puntual.

► **Logros**

Dentro de los logros más importantes se destaca el mayor acercamiento a la actividad citrícola de la provincia en forma directa y a través del Comité Industrial Citrícola, que

permitió guiar los ensayos de nuevos planes de trabajo, fortalecer los planes existentes de optimización de procesos y encarar la búsqueda de alternativas de producción y usos de subproductos. Se destaca también la participación en eventos internacionales que permitieron obtener información y entablar una importante relación con organizaciones como la Asociación Internacional de Jugos de Frutas y Vegetales (IFU) y Safe-Global-Fair (SGF) y empresas como JBT y SFE Process.

Otros logros importantes fueron:

- La ejecución del segundo ensayo conjunto con la empresa JBT, para la caracterización de materia prima (distintas variedades de limón de dos zonas geográficas de la provincia).
- La ampliación y estandarización de los análisis de materia prima para el Plan de Caracterización. Entre ellos, la determinación de limonina por LC-MS/MS
- Las visitas técnicas a la empresa SFE Process y a la exposición internacional SIAL, que permitieron la observación y aprendizaje de nuevas tecnologías promisorias para aplicar en la industria cítrica.



# Programa Bioenergía



## › Objetivo General

■ estudiar las posibilidades de producción de diversas formas de energía renovables ■ que puedan obtenerse, tanto a partir de materias primas vegetales y animales, como de otras fuentes, analizando sus efectos energéticos, ambientales, económicos y sociales de manera de poder ofrecer al sector productivo opciones que permitan generar ofertas sustentables de energías no convencionales. Se analizará las diferentes etapas que constituyen la cadena de valor en todos los casos estudiados y se buscará definir opciones tecnológicas que maximicen la producción neta de energía, su rentabilidad y sus efectos sociales positivos, y disminuyan sus impactos ambientales.

## › Proyecto Cultivos Energéticos

### › Mejora y aprovechamiento de la productividad bioenergética de la caña de azúcar y de otros cultivos tradicionales

### › Aprovechamiento de los residuos de la cosecha de caña

En el año 2024, continuamos con las evaluaciones de campo sobre el manejo y aprovechamiento de los residuos agrícolas de cosecha (RAC), con el propósito de analizar

la eficiencia de las máquinas enfardadoras disponibles y estimar la cantidad de RAC que puede ser recolectada en nuestra provincia.

Estos estudios se llevaron a cabo en colaboración con la Sección de Ingeniería y Proyectos, con el fin de determinar los rendimientos de RAC (kg/ha) y caracterizar su calidad industrial en distintas zonas agroecológicas.

Las evaluaciones se realizaron en la localidad de LULES, Tucumán, en campos pertenecientes a un productor cañero. Las mediciones en campo se efectuaron sobre el RAC generado por el cultivar TUC 95-10, obteniendo en este lote en particular un rendimiento de 10,5 t/ha de RAC.

Para este ensayo, se utilizó la enfardadora Massey Ferguson 2250, propiedad de la EEAOC y actualmente arrendada a una empresa de servicios.

Se determinaron el peso, la cantidad promedio de fardos obtenidos por hectárea, cuantificando así la eficiencia de recolección tras el proceso de enfardado, dando resultados similares a los de años anteriores. También se estimó la cantidad potencial de RAC recolectable en la campaña 2024 en Tucumán, mediante el aporte de datos de la sección de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica de la EEAOC (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estimación del RAC seco factible de recolectar (sin considerar la quema) en cada zona agroecológica del área cañera tucumana durante la zafra 2024.

Región agroecológica	Zafra 2024		
	Sup. cosechable	Rto cultural provincial (t caña/ha)	RAC recolectable
Pedemonte	67.728	53,4	162.750
Llanura Chaco pampeana	185.516	53,4	983.458
Llanura deprimida	41.225	53,4	93.662
Total Tucumán RAC seco (t/año)			2.358.704
Total Tucumán RAC recolectable seco (t/año)			1.302.005

Los resultados obtenidos en estas evaluaciones complementan la información generada en años anteriores, reafirmando que es posible mantener los rendimientos del cañaveral sin comprometer su productividad y, al mismo tiempo, minimizar la necesidad de recurrir a la quema del lote ante posibles incendios intencionales.

La estimación del potencial de recolección indica que la provincia de Tucumán dispone de un volumen significativo de RAC aprovechable, alcanzando aproximadamente 1.302.005 toneladas anuales. Este recurso representa una alternativa sustentable como biocombustible, con el potencial de sustituir el uso de gas en los ingenios azucareros de la provincia, además de contribuir a la cogeneración de energía eléctrica. Su aprovechamiento eficiente no solo favorecería la sostenibilidad del sector agroindustrial, sino que también ayudaría a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de los recursos disponibles.

#### ► Evaluación de cultivos no tradicionales para la producción de biocombustibles

Durante la campaña 2024, se continuó con los ensayos experimentales en microparcelas del cultivo de *Brassica carinata*, con el objetivo principal de determinar las fechas de siembra más adecuadas y evaluar el comportamiento agronómico de dos híbridos con ciclos de crecimiento diferentes: uno de ciclo intermedio y otro de ciclo intermedio-largo. Estos ensayos se llevaron a cabo en dos zonas agroecológicas representativas de la provincia de Tucumán: Las Talitas-Tafí Viejo y Los Quemados, en el departamento de Leales.

El manejo del cultivo se realizó siguiendo las recomendaciones comerciales establecidas por la empresa Nuseed, con el fin de optimizar su desarrollo y rendimiento en las condiciones agroclimáticas locales.

Además desde el punto de vista energético, es un cultivo de bajos requerimientos en términos de agroinsumos, lo que permite una producción más eficiente y amigable con el medioambiente.

El control de malezas en los ensayos se llevó a cabo de manera uniforme en ambas localidades, mediante la aplicación de Trifluralina (LE 45%) como herbicida preemergente, en una dosis de 2 litros por hectárea de producto comercial. A lo largo del ciclo del cultivo, no se realizó fertilización, ya que su manejo se basa en principios de sustentabilidad, minimizando el uso de insumos externos y promoviendo una producción más eficiente y rentable para los productores locales.

Durante esta campaña, no se registraron problemas significativos de enfermedades de importancia que pudieran comprometer los rendimientos del cultivo. En cuanto a las plagas insectiles presentes, se observaron la polilla de las coles (*Plutella xylostella*) y el pulgón ceniciente (*Brevicoryne brassicae*), cuyos niveles de infestación fueron monitoreados de manera constante. Para su control, se realizó únicamente una aplicación de pirimicarb en una dosis de 100 g de principio activo por hectárea, aplicada en los momentos críticos del ciclo del cultivo, con el objetivo de minimizar el impacto de estas plagas sobre la producción y garantizar un adecuado desarrollo de las plantas.

En la Tabla 2, se muestran los componentes de rendimientos obtenidos en la campaña 2024, observando una cantidad de granos por hectáreas aceptable para las condiciones registradas en la Localidad de Las Talitas.

En ambas localidades donde se llevaron a cabo los ensayos, se lograron rendimientos importantes tanto en granos como en biomasa, los cuales estuvieron en concordancia con las condiciones climáticas prevalecientes durante la campaña 2024.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar el entorno climático al momento de definir estrategias de manejo agronómico para maximizar la productividad.

Dentro de los materiales evaluados, el cultivar Nujet 350 se destacó por su alto potencial de

**Tabla 2.** Rendimiento de grano (kg/ha) de Carinata. Las Talitas. Tucumán-Argentina.

Fechas de siembra	Fecha siembra 1	Fecha siembra 2	
Híbridos	Nujet 400	Nujet 350	Nujet 400
Altura (m)	1,65	1	1,45
Diámetro (cm)	12	11	11
Granos (kg/ha)	1308	1536	887
Residuos cosecha (t/ha)	6	4.9	4,4
			1054
			3,8

rendimiento en granos. Su principal ventaja radicó en su ciclo vegetativo y reproductivo más corto en comparación con Nujet 400, lo que le confirió una mayor capacidad de adaptación a distintos escenarios ambientales.

En lo que respecta al sistema radicular, ambos materiales demostraron un óptimo desarrollo, evidenciando una buena exploración del suelo y una adecuada distribución de las raíces en profundidad. Esta característica es fundamental para mejorar la absorción de agua y nutrientes, lo que contribuye a una mayor estabilidad del cultivo frente a condiciones ambientales adversas, como períodos de sequía o exceso de humedad.

Además, se observó que las raíces presentaron una buena arquitectura, con un crecimiento vigoroso y sin signos de restricciones significativas en su desarrollo. Esto sugiere que las condiciones del suelo fueron favorables para la expansión radicular, lo que a su vez puede mejorar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. La profundidad alcanzada por las raíces también juega un papel clave en la resistencia del cultivo a la compactación del suelo, favoreciendo su adaptación a distintos

escenarios productivos.

Estos resultados resaltan la importancia de mantener prácticas de manejo adecuadas, como una correcta densidad de siembra y una adecuada rotación de cultivos, que permitan potenciar el desarrollo radicular y optimizar la productividad del sistema agrícola (Figura 1).

► **Estudios económicos y de mercado de la producción de biocombustibles y de nuevas tecnologías**

Se actualizaron, para la campaña 2024, precio, producción y ventas al mercado interno y externo, consumo y stock del biodiesel y bioetanol (fuente: la Secretaría de Energía de la Nación, USDA).

Se colaboró, además, en la actualización del costo de bioetanol de caña de azúcar. Se realizó actualizaciones periódicas de los costos de producción de caña de azúcar, maíz, soja y sorgo, materias primas para la generación de energías alternativas. Se actualizaron inventarios para determinar la huella de carbono en trigo, maíz y soja en Tucumán, considerando el período 2022-2024.

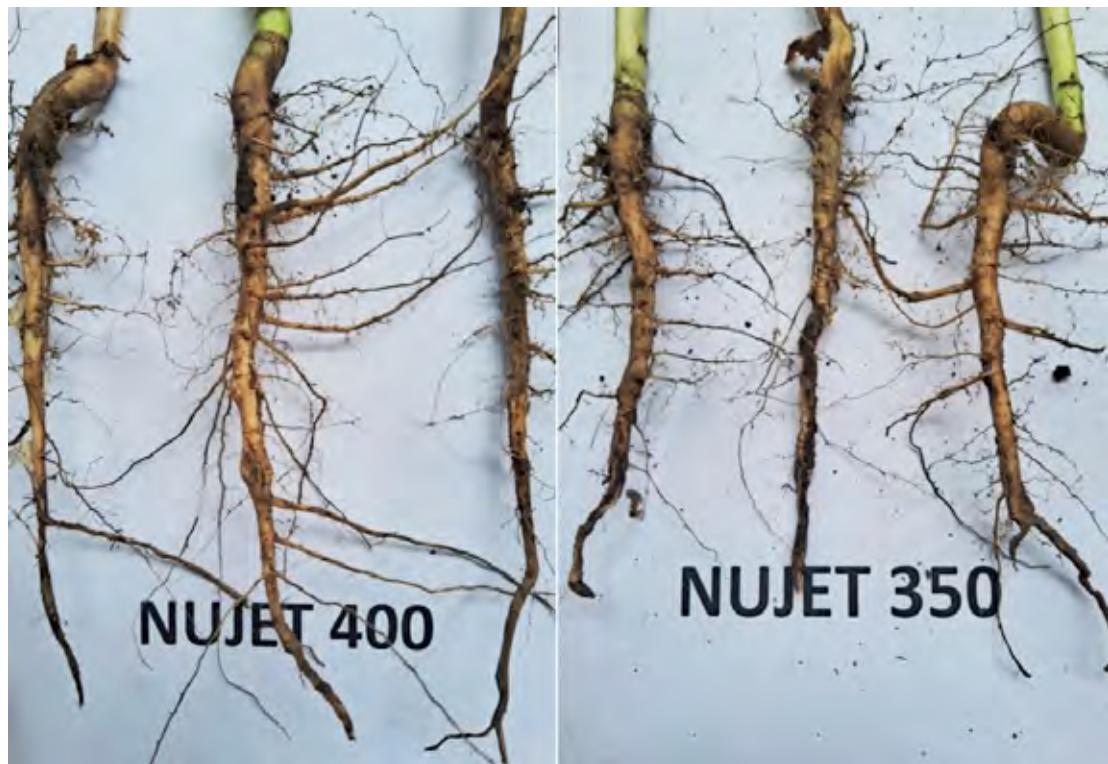


Figura 1. Sistema radicular de los híbridos analizados.

## › Proyecto: Industrialización y Aprovechamiento de los Cultivos Energéticos

### › Producción de energía en la agroindustria mediante procesos no convencionales

Durante el año 2024 se realizó la puesta en marcha del reactor de gasificación de biomasa de lecho fluidizado, instalado en el Laboratorio de Ensayos y Mediciones Industriales (LEMI), de la EEAOC. Este reactor fue diseñado oportunamente por técnicos de la Sección Ingeniería y Proyectos Agroindustriales de la EEAOC, con el objetivo de estudiar la tecnología de gasificación de biomasa como alternativa energética para aprovechar los residuos agrícolas de cosecha de la caña (RAC) y bagazo. El equipo fue pensado como planta piloto demostrativa, dotada de un sistema de control y adquisición de datos (SCADA) para regular la relación aire-combustible en el interior del reactor y la correspondiente temperatura de reacción. Este sistema controla inicialmente la temperatura por medio de la regulación estequiométrica del proceso de combustión que utiliza gas natural como combustible. Una vez alcanzada la temperatura de trabajo ( $\sim 900^{\circ}\text{C}$ ), el sistema modifica el ingreso de gas natural por biomasa manteniendo constante la temperatura del reactor.

La puesta en marcha del reactor se logró en conjunto con el sistema de acondicionamiento y limpieza de los gases producto, el mismo fue diseñado para mantener los gases combustibles a temperatura baja ( $< 60^{\circ}\text{C}$ ), libre de impurezas como material particulado y alquitranes, componentes perjudiciales para

el aprovechamiento del gas combustible en equipos de generación de energía eléctrica.

En la Figura 2 puede verse el reactor de gasificación durante su puesta en marcha. La Figura 3 muestra una imagen del SCADA que regula el perfil de temperaturas en el interior del reactor. La imagen corresponde al punto de operación óptimo logrado durante el ensayo de puesta en marcha. Se alcanzaron temperaturas de hasta  $935^{\circ}\text{C}$  durante 1 hora de trabajo.

Asimismo, durante el 2024 la EEAOC continuó estudiando la pirolisis de RAC y bagazo, con el agregado de vinaza seca como agente promotor de las reacciones, en un reactor



Figura 2. Reactor de gasificación de biomasa diseñado por técnicos de la EEAOC.

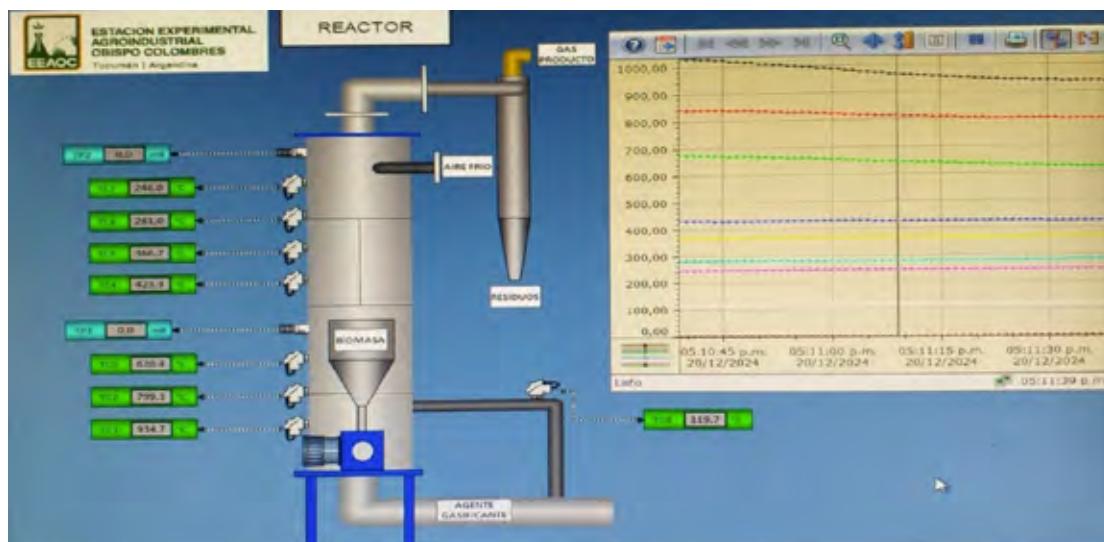


Figura 3. SCADA de regulación y control del reactor de gasificación de biomasa diseñado por técnicos de la EEAOC.

piloto perteneciente a la Institución. Se lograron realizar 10 (diez) ensayos de pirolisis de RAC y mezclas de RAC y vinaza seca. A partir de los mismos se lograron determinar los rendimientos de productos (BioOil, char y gas) y las correspondientes cantidades de alquitranes y aceites (Oil) que posee el BioOil separado. La Figura 4 muestra los mejores resultados de los ensayos realizados, se puede ver que el agregado de vinaza seca (30%pp), aumentó la cantidad de alquitranes y la producción de gas combustible.

Durante el 2024 se presentó en la XXIII Reunión Nacional de Técnicos de la caña de azúcar, el trabajo “Caracterización energética de los productos de la pirolisis de vinaza de caña de azúcar de Tucumán, Argentina”, cuyos autores fueron: Zamora Rueda, G. del H.; Gutiérrez, C.E.; Reynoso, A.; Morales, W.D.; Golato, M.A.; Feijóo, E.A. y R. M. Ruiz.

#### ➤ Aprovechamiento energético de biomasas residuales de cultivos agroindustriales y forestales

##### ➤ Aprovechamiento energético del residuo agrícola de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC)

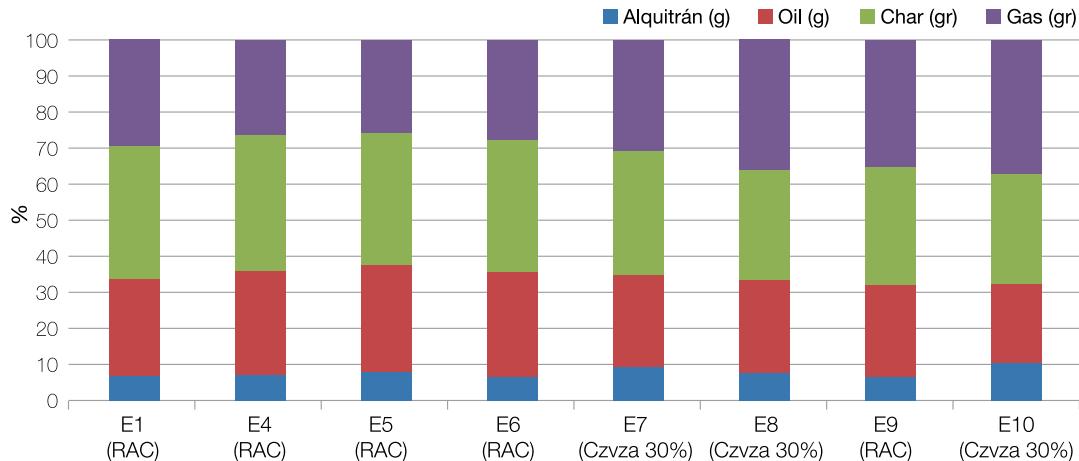
Durante la zafra 2024 se recolectaron 18

muestras de RAC de diferentes campos cañeros de la provincia de Tucumán. A dichas muestras se analizó contenidos de humedad (W %), volátiles (SV %), carbono fijo (CF %) y cenizas (CZ %), cloro (Cl %), azufre (S %), poder calorífico superior (PCS kJ/kg) y materia orgánica por mediante termogravimetría. La Tabla 4 muestra los valores promedio en base seca (b.s.) obtenidos.

Los valores promedio obtenidos se encuentran dentro del rango de los resultados registrados en zafras anteriores, lo que confirma la consistencia en la calidad del RAC como recurso bioenergético.

#### ➤ Aprovechamiento energético de la biomasa residual del cultivo del limón

Se realizó, un estudio de la caracterización fisicoquímica y energética de 15 muestras de un híbrido comercial de tipo Siler (alta fibra) de sorgo fibroso y 4 muestras de tallos de tabaco proveniente de la campaña 2023/2024 con el propósito de evaluar el potencial uso como combustible alternativo en calderas bagaceras. A estas muestras se analizó contenido de materia orgánica por termogravimetría, poder calorífico superior (PCS), contenidos de azufre (S) y cloro (Cl) y fusibilidad de sus cenizas. Los resultados promedios reflejan que tanto



**Figura 4.** Rendimiento de productos de la pirolisis de RAC y RAC+vinaza seca obtenidos durante ensayos realizados en la EEAOC.

**Tabla 4.** Resultados promedio de la caracterización fisicoquímica y energética de las muestras de RAC de Tucumán, encontrados durante la zafra 2024.

Muestra	Cz % b.s.	SV % b.s.	CF % b.s.	Cl % b.s.	S % b.s.	PCS kJ/kg b.s.
Promedio	14,77	69,63	15,60	0,34	0,18	16.138
MAX	34,00	75,93	17,03	0,83	0,33	17.776
MIN	9,50	54,40	9,64	0,11	0,05	11.823
DESV	5,54	4,71	2,05	0,21	0,08	1.337



Figura 5. Ensayo de combustión de mezcla de bagazo con tallo de tabaco en caldera bagacera.

el sorgo fibroso como los tallos de tabaco presentan condiciones energéticas similares al bagazo de caña de azúcar (PCS de 17.448 kJ/kg b.s. para el sorgo y 17.619 kJ/kg b.s. para tallo de tabaco) pero altos contenidos de cloro (0,26% para el sorgo y 0,51% para tallos de tabaco) que puede causar corrosión a largo plazo en calderas. Los resultados del estudio de fusibilidad muestran que las cenizas de sorgo y de tabaco presentaron bajos puntos de fusión, posiblemente debido a la presencia de compuestos alcalinos en las mismas, lo que sugiere que el uso como combustible alternativo de ambos sería viable solo en mezclas con bagazo.

Durante la zafra 2024 se realizó un ensayo de combustión en una caldera bagacera alimentando una mezcla de bagazo con tallo de tabaco picado en una relación de: 85% bagazo + 15% tallo de tabaco. Los tallos de tabacos fueron procesados con una picadora de forrajes marca Jumil propiedad de la EEAOC. Durante el ensayo de combustión se alimentaron 5.300 kg de tallo de tabaco picado con una humedad del 15%.

Debido a la limitada disponibilidad de biomasa de tabaco, el ensayo se realizó en un período breve, lo que permitió únicamente la realización de mediciones de gases de combustión en la salida del intercambiador de calor de aire de la caldera. Las primeras mediciones se realizaron alimentando solamente bagazo a la caldera y luego alimentando la mezcla de bagazo con tallo de tabaco. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos en las mediciones.

Se observó que el comportamiento de la mezcla (85% bagazo y 15% tallo de tabaco) como combustible es similar al del bagazo puro (100%). Este resultado favorable abre la posibilidad de realizar nuevos ensayos de mayor duración y con diferentes proporciones de mezcla.

#### ► Aprovechamiento energético de la biomasa residual del cultivo del limón

En el año 2024 se realizaron ensayos de cuantificación y caracterización físico-química y energética de la biomasa producto del arranque de árboles de limón.

Tabla 5. Resultados promedio de los análisis de gases de combustión.

Combustible	Bagazo	Bagazo + Tallo de tabaco	Unidad
Factor de dilución	1,17	1,21	-
Concentración de dióxido de carbono	17,62	17,16	%
Concentración de oxígeno	3,11	3,60	%
Concentración de monóxido de carbono	1.801	1.099	ppm
Concentración de monóxido de nitrógeno	54	42	ppm
Concentración de dióxido de nitrógeno	3	2	ppm
Concentración de óxido de nitrógeno	57	44	ppm
Concentración de dióxido de azufre	1	0	ppm
Temperatura de los gases	177,9	172,8	oC
Rendimiento de la combustión	89,5	90,6	%

Los ensayos dieron inicio en el mes de abril de 2024 y finalizaron en diciembre del mismo año. Se extrajeron un total de 32 plantas de limoneros ubicadas en zonas del norte y centro/sur de la provincia de Tucumán, con marco de plantación convencional. La selección incluyó árboles con edades comprendidas entre 3 y 25 años.

#### ► **Caracterización físico-química y energética de la biomasa**

Se realizó la caracterización de muestras de cada parte de los árboles por medio de determinaciones de análisis inmediato (humedad, cenizas (Cz), carbono fijo (CF) y sólidos volátiles (SV)), fusibilidad de cenizas y poder calorífico superior (PCS). Todos estos análisis tienen por objetivo determinar la calidad de la biomasa para ser utilizada en calderas de biomasa.

A continuación, la Figura 6 muestra los resultados promedios del poder calorífico superior por parte constitutiva del árbol.

También se realizó el modelado de la cadena de suministro de la biomasa generada por el monte citrícola de la provincia para su consumo en ingenios y citrícolas mediante el uso del software GAMS. Se planteó la recolección de la materia prima, el procesamiento de la biomasa con dos tipos de tecnología (chipeado y pelletizado) y dos tipos almacenamiento, uno para la materia prima y otro para los productos. Se desarrollaron diferentes escenarios que consideran la variación en la disponibilidad de la biomasa y el precio del gas natural. La función objetivo se determinó como el máximo beneficio económico.

#### ► **Factibilidad técnico –económica de producción de Bioetanol**

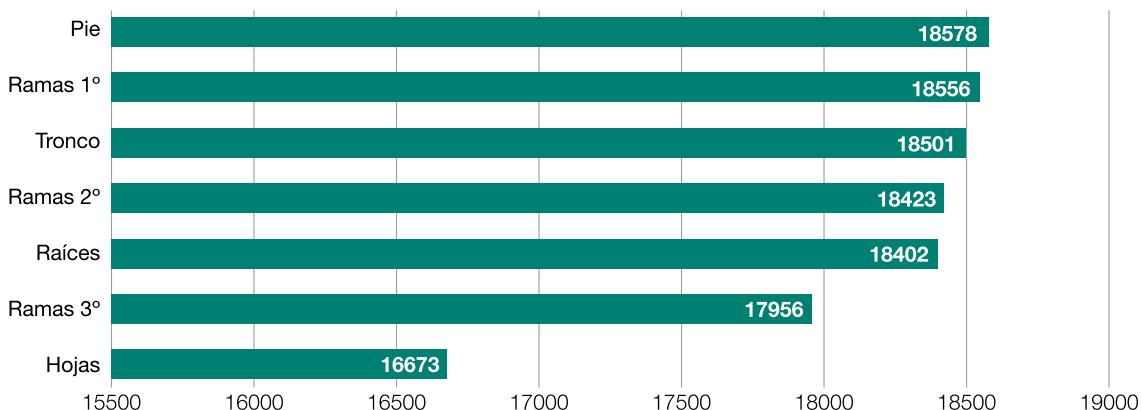
Durante el año 2024, se realizaron estudios

enfocados en la optimización de recursos involucrados en los procesos de destilación de vinos. Se tomó como caso de estudio, una destilería de la provincia, donde se llevó a cabo un relevamiento del esquema productivo. Se realizaron mediciones de caudales y se tomaron muestras para determinar grados alcohólicos en las distintas corrientes de la planta de producción.

Haciendo énfasis en el estudio de las columnas destiladora, depuradora y rectificadora, se calculó, mediante balances de materia y energía, los flujos y propiedades térmicas de las corrientes involucradas en el proceso de fabricación, pudiendo ajustar las corrientes internas y determinar los caudales de vapor consumidos por metro cúbico de alcohol anhídrico producido en cada columna y en toda la planta, además el consumo de agua de enfriamiento de los condensadores.

También se empleó una herramienta de simulación para estudiar y comprender mejor las diferentes estrategias de destilación. Considerando que la simulación incorpora en su algoritmo diversos paquetes termodinámicos que incluyen las ecuaciones de equilibrio termodinámico en cada plato, seleccionado cuidadosamente para sustancias polares (etanol y agua) trabajando a bajas presiones (menores de 10 atmosferas), y que contempla las desviaciones en la fase vapor e idealidad en la fase líquida, éste, permitió estimar diferentes parámetros para la resolución de los balances.

En la tabla 6, se muestra el consumo de vapor con respecto al alcohol producido, calculado y ajustado mediante los balances para las diferentes columnas en una fábrica localizada en la provincia.



**Figura 6.** Resultados promedio de poder calorífico superior por parte constitutiva de las plantas, expresados en [kJ/kg] en base seca (b.s.).

**Tabla 6.** Consumo de vapor calculado en cada columna.

Consumo específico de vapor (kg/m <sup>3</sup> de etanol)	
Destiladora	1542,79
Depuradora	299,18
Rectificadora	329,02

En la tabla 7, se presenta de manera comparativa el agua de enfriamiento necesaria para los condensadores, tanto medidas como calculados.

**Tabla 7.** Consumo de agua en condensadores.

Condensador Depuradora	Condensador Rectificadora
Caudal de agua medido (m <sup>3</sup> /hr)	Caudal de agua medido (m <sup>3</sup> /hr)
70,6	199,6
Caudal de agua calculado (m <sup>3</sup> /hr)	Caudal de agua calculado (m <sup>3</sup> /hr)
31,32	156,36

En la tabla 5, la diferencia entre el agua utilizada con respecto a la calculada es debido a la baja eficiencia de los condensadores.

Los balances calculados junto con la simulación se ajustaron adecuadamente, lo que permitió verificar el método de cálculo utilizado para la determinación de las magnitudes de flujos de los procesos industriales.

➤ **Mejoramiento de la sostenibilidad de la producción de alcohol combustible: fermentación de azúcares provenientes de materiales azucarados y de la degradación de la lignocelulosa**

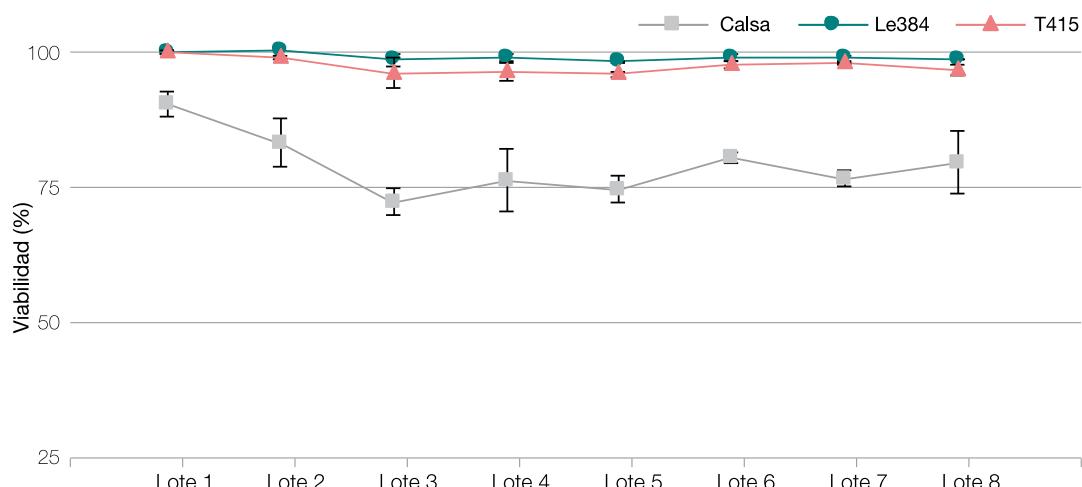
➤ **Aislamiento, caracterización y selección de genotipos de levaduras con óptimas**

**capacidades fermentativas, provenientes de destilerías de Tucumán**

Durante la zafra 2024 se ha realizado un estudio sobre poblaciones de levaduras autóctonas en procesos de fermentación industrial de caña de azúcar en Tucumán, que permitió la selección de seis cepas de *Saccharomyces cerevisiae* con alta capacidad productora de bioetanol. Estas cepas demostraron tolerancia a factores de estrés abiótico, tales como pH, temperatura, concentración de etanol y presión osmótica, evaluada mediante microbiología predictiva. Además, se constató su capacidad de mantener la viabilidad celular a lo largo de cinco fermentaciones por lotes con reciclaje celular. Comparadas con la levadura de panadería ampliamente utilizada en la industria (*S. cerevisiae* Calsa), estas cepas autóctonas demostraron superioridad en términos de propiedades tecnológicas, fisiológicas y ecológicas.

Dado que el objetivo es seleccionar las cepas con potencial para ser utilizadas como iniciadoras en tanques de fermentación industrial, se realizaron ensayos para evaluar su capacidad fermentativa y persistencia a lo largo de sucesivos reciclados de fermentación sumergida.

Se evaluaron dos cepas autóctonas productoras de bioetanol y una cepa comercial de panadería utilizada habitualmente como iniciador en procesos industriales. Los ensayos se llevaron a cabo durante ocho lotes de fermentación consecutivos de 20 horas cada uno, en condiciones que simulan las operativas de destilerías industriales y utilizando inóculos propagados a partir de colonias.



**Figura 7.** Viabilidad celular de tres cepas de levaduras (dos cepas industriales de bioetanol y una cepa comercial de panificación) en ocho lotes de fermentación de melaza de caña de azúcar. Los valores corresponden a promedios de experimentos realizados por triplicado.

Las cepas autóctonas de bioetanol Le385 y T415 presentaron una mayor población de organismos viables al cabo de ocho lotes de fermentación (20 h cada uno) en comparación con la levadura de panificación (Figura 7). En las pruebas de fermentación sumergida por lotes con reciclaje celular, utilizando materias primas azucaradas, las cepas seleccionadas presentaron valores de eficiencia fermentativa del 90%, lo que permitió la producción de un 8% de etanol a partir del 22% de azúcares reductores totales presentes en la melaza de caña de azúcar. La concentración de azúcares residuales en cada lote de fermentación fue de 1,2 g/100 mL.

A partir de estos ensayos, se demostró que las cepas industriales Le385 y T415 mantienen una alta densidad poblacional viable y sus genotipos persisten tras ocho ciclos de fermentación. Por lo tanto, estos aislados de *S. cerevisiae* pueden considerarse óptimos para la producción industrial de bioetanol.

Con el fin de evaluar la dominancia de las cepas seleccionadas y su potencial como iniciadoras de procesos industriales de bioetanol, actualmente se están realizando pruebas de cinéticas de fermentación en un reactor Biostat B (Sartorius) bajo condiciones controladas, con monitoreo del proceso mediante mediciones en línea. La proyección de este estudio contempla la realización de pruebas de fermentación en reactores a partir de cocultivos de cepas de levaduras industriales.

#### ► Estudios de contaminantes bacterianos en fermentación alcohólica

Con el objetivo de aportar conocimiento sobre la biodiversidad bacteriana que habita los nichos ecológicos que constituyen las fermentaciones industriales, se llevó a cabo la identificación filogenética basada en la secuenciación del gen 16S del rRNA. Este estudio se realizó sobre 12 cepas seleccionadas, atendiendo a los siguientes criterios: la clasificación como Gram positivas o Gram negativas, su susceptibilidad a antibióticos comerciales, y la indeterminación del presunto género mediante las pruebas fisiológicas.

Las pruebas fenotípicas y fisiológicas utilizadas para la identificación inicial de bacterias en los sistemas de fermentación continua, resultaron útiles para clasificaciones iniciales, pero insuficientes para discernir entre géneros filogenéticamente cercanos. Esto se evidenció en las discrepancias observadas entre estas

identificaciones y los resultados obtenidos mediante la secuenciación del gen 16S rRNA.

La incorporación de herramientas genotípicas permitió confirmar y, en algunos casos, corregir las clasificaciones preliminares, destacándose la reasignación de especies del género *Lactobacillus* a nuevos géneros como *Lactiplantibacillus* y *Schleiferilactobacillus*, en línea con los cambios taxonómicos recientes. Esto refleja una evolución en la comprensión de la biodiversidad bacteriana en procesos fermentativos industriales.

Los resultados obtenidos evidencian una elevada diversidad microbiana en los sistemas de fermentación estudiados. Este ecosistema incluye bacterias lácticas predominantes, como *Lactobacillus* y *Enterococcus*, además de otros microorganismos, como *Leuconostoc* y *Enterobacter*, cuya presencia puede impactar negativamente la eficiencia del proceso.

Continuando con la línea de investigación para la elaboración de un prototipo antibacteriano a base de lúpulo, se consiguió financiamiento de la Secretaría de Economía, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Con el mismo se adquirió un equipo de sonicación importado de Alemania, para poder escalar la producción del bioinsumo, una vez que se obtenga el prototipo optimizado.

Teniendo en cuenta la notable actividad biológica del lúpulo (producto comercial) frente a aislados bacterianos resistentes, se optó por plantear el desafío de la elaboración de un bioinsumo propio a base de lúpulo, con el objetivo de aprovechar el potencial antimicrobiano de esta especie vegetal, y evaluar su viabilidad como alternativa natural para el control de la contaminación bacteriana en sistemas de fermentación.

Hasta el momento se han preparado extractos con 2 variedades de lúpulo diferentes (*Cascade* y *Nugget*), a escala laboratorio, mediante maceración con distintas concentraciones de solvente (40, 60 y 80° solución hidroalcohólica), asistida con tecnología de ultrasonido (EAU).

Se optimizaron las técnicas de concentración de extractos mediante rotavapor, de filtración (para obtención limpida de la fase que contiene los principios solubles - PS), de evaluación rápida de actividad biológica (por técnica de difusión en agar - Antibograma) y de cuantificación de compuestos fenólicos totales (CFT).

Dado que el objetivo final de esta investigación es la elaboración de un bioinsumo que pueda ser utilizado en las fábricas de bioetanol para el control bacteriano, es pertinente evaluar la actividad antifúngica del mismo. Para ello se sometió a la levadura usada como control, la cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* de CALSA, al prototipo elaborado a partir de etanol 60°. El ensayo con este producto demostró que no tuvo actividad antifúngica. Con este resultado prometedor, se proyectan continuar las investigaciones.

## ➤ Biogás

### ► Investigación y Desarrollo

En el año 2024 se continuó con la construcción de la planta generadora de biogás a partir de residuos de la industria sucroalcoholera para ser usado en el comedor comunitario Pueblo de Dios en Cruz Alta, Proyecto (PFI 2023) financiado por el Mincyt. Como así también con la construcción de la planta piloto generadora de biogás demostrativa en el CIAT, Tafi Viejo. Proyecto Impactar 2022.

Se construyó una sala de biodigestión donde se realizaron ensayos con distintas materias primas para la producción de biogás y compostaje.

Se dictaron capacitaciones sobre digestión anaerobia y manejo de bioreactores a personal de la Cítrícola Acheral.

Personal técnico realizó el curso de Capacitación en el manejo de bioreactores y asistió al congreso de Producción de biogás de Red BIOLAC en Santiago de Chile (Red BIOLAC).

También integrantes del grupo de trabajo dictaron el módulo Producción de biogás en el postgrado de Ingeniería Bioenergética en la UTN, y asistieron al I Simposio internacional de BIOGAS 2024 en Río IV, Córdoba.

Se presentó el trabajo “Cogestión cachaza vinaza para la obtención de biogás” en la SATCA 2024.

## ➤ Sustentabilidad en la agroindustria

En el marco del acuerdo entre la EEAOC y ACNOA, se presentó el informe final titulado “Huella de carbono del limón de exportación y productos industrializados en la región NOA”. En continuidad con este estudio, se llevaron a cabo ensayos de arranque de limoneros durante el año 2024 con el propósito de caracterizar y

cuantificar el contenido de biomasa y determinar la absorción de carbono del cultivo de limón en todo su ciclo de vida. Este trabajo contó con la colaboración del sector privado, que aportaron plantas de diferentes edades y zonas de cultivo, además de personal técnico y maquinarias para asistir en la ejecución de los ensayos. Se extrajeron un total de 32 plantas de limoneros, de fincas ubicadas en zonas del norte y centro/sur de la provincia de Tucumán, con marco de plantación convencional. La selección incluyó árboles con un rango de edades comprendidas entre 3 y 25 años. El proyecto implicó actividades como la selección de plantas, la cosecha de frutos, la extracción de árboles, la clasificación de biomasa y el acondicionamiento de muestras para su análisis en el Laboratorio de Ensayos y Mediciones Industriales (LEMI) de la EEAOC. Estos análisis incluyeron determinaciones de análisis inmediato (humedad, cenizas (Cz), carbono fijo (CF) y sólidos volátiles (SV)), composición elemental (contenido de carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y cloro), fusibilidad de cenizas y poder calorífico superior (PCS).

La EEAOC participó en IFU Technical Workshop, destacado evento internacional del sector de jugos de frutas y verduras, con la ponencia Carbon footprint calculation in the Argentinean lemon juice production. Se presentaron los resultados de la huella de carbono (HC) del jugo de limón, como así también la HC de fruta fresca de exportación, cáscara deshidratada y aceite esencial, para las condiciones de la región NOA.

En el ámbito de la agroindustria sucroalcoholera, se desarrolló una planilla en Excel sobre el cálculo de huella hídrica (HH) siguiendo las directrices de la Water Footprint Network y se determinó el indicador para el cultivo de caña de azúcar en las condiciones agroecológicas de Tucumán. Para el análisis, se emplearon datos propios de estudios fenológicos y de producción cultural en la variedad TUC 03-12. Para el cálculo de la HH verde y HH azul, se empleó el software CROPWAT 8.0, desarrollado por FAO (Food and Agriculture Organization). Los datos agroclimáticos fueron tomados de la estación meteorológica de la EEAOC ubicada en El Colmenar. La información relacionada al cultivo, como fecha de plantación y duración de las etapas de crecimiento fueron relevadas de la EEAOC. La HH verde resultante fue 118,8 m<sup>3</sup>/t y la HH gris fue 678 m<sup>3</sup>/t. La HH azul resultó muy baja, en condiciones de cultivo de secano, porque solo está asociada al agua de dilución y

aplicación de agroquímicos. La HH gris presenta valores altos debido al uso de herbicidas a base de triazinas. Los resultados de esta evaluación constituyen un escenario de referencia para avanzar hacia el cálculo de HH de las otras etapas de la cadena productiva del bioetanol de caña como investigación futura.

Se trabajó en la determinación de la huella de carbono (HC) del bioetanol de caña de azúcar en Tucumán. Para ello, se formularon planillas específicas para el relevamiento de datos agroindustriales y el cálculo de la huella de carbono de productos, siguiendo la norma ISO 14067:2019. Entre las principales fuentes de emisiones identificadas podemos mencionar (a) el uso de combustibles fósiles en operaciones agrícolas, (b) el consumo de gas natural en los ingenios azucareros y (c) las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) derivadas de los fertilizantes nitrogenados. Para reducir estas emisiones se propuso sustituir los combustibles fósiles como el diésel y el gas natural por fuentes de energía renovables, y reemplazar los fertilizantes

sintéticos nitrogenados por alternativas sostenibles, como los bioproductos. Estas estrategias no solo contribuyen a la reducción de la HC, sino que también mantienen y potencian los rendimientos de la caña de azúcar.

Como resultado de las investigaciones realizadas, se elaboraron artículos para revistas nacionales e internacionales, como también, trabajos técnicos para ser presentados en congresos especializados. Entre ellos se destacan cinco trabajos propuestos para el XXXII Congreso de la ISSCT - Centennial Congress 2025: “Water footprint of sugarcane cultivation in Tucumán, Argentina”, “Carbon footprint of sugarcane-based bioethanol in Tucumán, Argentina”, “Estimation of the carbon footprint of sugarcane cultivation using drip irrigation in Tucumán, Argentina”, “Sustainability studies in small-scale sugarcane growers in the province of Tucumán, Argentina. Programa GIRSAR” y “Greenhouse gas emissions from agricultural practices in sugarcane: a bioenergy approach in Tucumán, Argentina”.





## Programa de Servicios

### Aseguramiento de la calidad de la EEAOC



#### ➤ Plan AC-I1: IMPLEMENTACIÓN DE BPL-OCDE

En 2024 se continuó con el procesamiento de las muestras del primer estudio bajo los principios BPL-OCDE, mediante un convenio con la The Minor Use Foundation (MUF). En dicho estudio participó INTA-Yuto en la fase de campo y la Sección Química de la EEAOC, en la fase laboratorio. En octubre de 2024 se envió el borrador del informe de laboratorio y quedaron pendientes los ensayos de estabilidad a realizarse en el mes de abril de 2025, según lo planificado.

En junio, la Lic. Mariana Alva asistió a un entrenamiento de fase laboratorio impartida por la MUF en la ciudad de Bogotá, Colombia.

En diciembre de 2024, el personal del laboratorio de la Sección Química recibió un entrenamiento teórico-práctico de la fase laboratorio para estudios BPL-OCDE, impartido por el Dr. Wayne Jiang, de la Universidad de Michigan

Para 2025 se planea participar realizar un ensayo completo, fase campo y laboratorio en cumplimiento con los Principios BPL-OCDE. Está planificado, también, un entrenamiento para el Rol de Aseguramiento de Calidad en Costa Rica, organizado por la MUF en Costa Rica..

#### ➤ Plan AC-III2: SISTEMAS DE CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE LA EEAOC

Durante 2024 se mantuvieron las certificaciones y reconocimientos de los distintos laboratorios, de acuerdo al siguiente detalle:

- Certificación ISO 9001:2015 del sistema de gestión de calidad de todos los procesos del Laboratorio de la Sección Química de Productos Agroindustriales para ensayos externos

- Certificación ISO 9001:2015 del sistema de gestión de calidad del proceso de producción de vitroplantas de caña de azúcar de calidad sanitaria y pureza genética garantizadas, que involucra a los laboratorios de la Sección Biotecnología y Fitopatología

- Reconocimientos en la Red de Laboratorios del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA):

- En la categoría de “Laboratorio Fitosanitario” se encuentran:

- El Centro de Saneamiento de cítricos con el diagnóstico de enfermedades de los cítricos: tristeza, viroides y psorosis de los cítricos.

- El Laboratorio de Zoología inscripto en siete rubros para la determinación taxonómica de enfermedades.

- *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* (moscas de los frutos) en plantas, trampas e insectos en alcohol.

- *Diaphorina citri* en plantas (cítricos) y otros, y en insectos en alcohol.

- *Planococcus citri* (cochinilla harinosa) en plantas (cítricos) y otros.

- *Aonidiella aurantii* Mask. (cochinilla roja australiana) en plantas (cítricos) y otros.

- *Brevipalpus* spp. (ácaro) en plantas (cítricos) y otros.

- *Lobesia botrana* (polilla de la vid) en plantas y trampas.

- *Heterodera glycines* (nematodo del quiste en soja) en semilla de soja y otras.

• En la categoría de “Laboratorio Reconocido”, se encuentran:

- Los laboratorios de la Sección Química en los rubros microbiología y análisis fisicoquímicos para azúcar común y refinada, jugos cítricos, aceite esencial cítrico, granos y derivados.

- El laboratorio de la Sección Fitopatología, en los rubros de diagnóstico: enfermedades de cancrosis de los cítricos (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), mancha negra de los cítricos (*Guignardia citricarpa*) y HLB (ex Greening)

• En la categoría de “Laboratorio Autorizado” se encuentran:

- Los laboratorios de Residuos de Plaguicidas y de Análisis de Metales de Sección Química, en los rubros determinación de residuos de plaguicidas en material vegetal y determinación de contaminantes inorgánicos (cobre y plomo en frutas cítricas)

■ Reconocimientos por el Instituto Nacional de Semillas (INASE):

- El Centro de Saneamiento de Citrus es referente y único “Laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades de Plantas Cítricas de Vivero y sus partes” para el NOA. En cumplimiento a la normativa obligatoria en vigencia (Resolución 149/98 de INASE y complementarias).

- El laboratorio de la Sección Zoología Agrícola, habilitado para realizar diagnóstico nematológico en papa semilla.

- El Laboratorio de la Sección Semillas, habilitado para realizar análisis de pureza física botánica, peso de mil semillas y germinación en la República Argentina.

■ Acreditación de ensayos con Norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 de los laboratorios de Análisis de Metales y Residuos de plaguicidas de la Sección Química. Durante el año 2024, se

mantuvo en el alcance las determinaciones de:

- Determinación de Multiresiduos de Plaguicidas en Aceite esencial de Frutas Cítricas.

- Determinación de Multiresiduos de plaguicidas por LC y GC MS/MS (Frutas y hortalizas con alto contenido en agua, frutas con alto contenido de ácido, pulpas y jugos).

- Determinación de Multiresiduos por LC y GC - MS/MS (Alimentos con bajo contenido de agua y tabaco).

- Cobre total por Espectrometría de Absorción Atómica (frutas cítricas).

### ➤ Plan AC-III3: PARTICIPACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PRUEBAS DE APTITUD (INTERLABORATORIO)

#### ► Participación en pruebas de aptitud

##### ■ A. LGC

###### • Sugar Chemistry (SUPSCHEM)

El LFQ participó en dos rondas de pruebas de aptitud LGC. En las rondas 267 y 269. En la ronda 267 se trabajó con muestra de azúcar blanco de remolacha, en la cual se analizó sólidos insolubles, obteniendo un resultado cuestionable.

En la ronda 269 se trabajó también con una muestra de melaza a la que se le analizó sacarosa (dos metodologías), azúcares reductores, azúcares fermentables, color, pH, azúcares totales como azúcares invertidos, azúcares totales como azúcares reductores y sustancia seca (por dos métodos). Se obtuvieron resultados satisfactorios en todas las metodologías excepto en azúcares totales como azúcares invertidos, azúcares totales como azúcares reductores, azúcares fermentables y color, donde el número bajo de participantes no permitió realizar la evaluación correspondiente.

Por otra parte, el LIA obtuvo un resultado satisfactorio en la metodología de sacarosa por HPLC, una de las dos metodologías de sacarosa en melaza con las que se participa en estos interlaboratorios.

El LAM participó en la ronda 269 en melaza para el análisis de cenizas sulfatadas y azúcar para el análisis de arsénico, cadmio, cobre, hierro y plomo obteniendo resultados satisfactorios.

• **Water Microbiology (QWAS)**

El Laboratorio de Microbiología (LM) participó en la ronda WT339 del Ensayo de Aptitud Interlaboratorio para agua potable. Los parámetros analizados fueron: recuento y NMP de coliformes totales, recuento y NMP de coliformes fecales, NMP y recuento de *Escherichia Coli* y Detección de *Salmonella* sp. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en todos los casos a excepción de la prueba de detección de *Salmonella* sp.

• **Sugar (SUPS)**

El Laboratorio de Microbiología (LM) no llegó a participar en la ronda SM268 por retrasos en el arribo de las muestras, y quedó fuera de los plazos de presentación de resultados. No obstante, el laboratorio realizó las pruebas con las muestras recibidas, las que fueron comparadas con los resultados finales de la ronda y, en todos los casos, los resultados fueron satisfactorios. Los parámetros analizados fueron: recuento de aerobios mesófilos totales, recuento de mohos, recuento de levaduras y recuento de especies de *Alycyclobacillus*.

■ **B. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)**

El LAM participó en la ronda “Aguas-Parámetros Básicos” en aguas, Ensayo N° 11/2024, para el análisis de calcio, magnesio, sodio y potasio obteniendo resultados satisfactorios.

El Laboratorio de Aguas y Efluentes (LAE) participó para la determinación de cloruros, nitratos, sulfato, conductividad, pH, alcalinidad total, dureza total y sólidos totales a 105°C, con resultados satisfactorios para todos los parámetros evaluados.

■ **C. Programa para el Mejoramiento de la Evaluación de Forrajeras y Alimentos - Facultad de Agronomía de la UBA (PROMEFA)**

El Laboratorio de Bromatología participó en tres rondas en nueve matrices diferentes para los parámetros de Materia seca, Cenizas, Nitrógeno total, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Extracto etéreo, con resultados satisfactorios.

➤ **Organización de pruebas a de aptitud**

Durante el año 2024 se organizaron dos rondas interlaboratorios para la industria azucarera y citrícola.

• **Décimo séptima ronda de interlaboratorio de Azúcar**

Participaron 10 laboratorios de los distintos ingenios azucareros, incluyendo el Laboratorio de Ensayos Fisicoquímicos de azúcar de la EEAOC.

Se analizaron dos muestras: una de azúcar blanco y otra de azúcar crudo, y se realizaron las determinaciones de azúcares reductores, color, cenizas conductimétricas, polarización, turbidez y sulfito.

Se analizó, además, una muestra de melaza para determinar los siguientes ensayos: azúcares reductores directos, azúcares reductores totales, brix refractométrico, brix densimétrico, pol directa y cenizas conductimétricas. Los resultados se analizaron mediante Z score, considerando todos los participantes.

En las muestras de azúcar blanco, los resultados fueron aceptables excepto un laboratorio para pol, un laboratorio para color y un laboratorio para sulfito.

En las muestras de azúcar crudo, los resultados fueron aceptables excepto un laboratorio para pol y un laboratorio para cenizas conductimétricas.

En las muestras de melaza, todos los resultados fueron aceptables excepto dos laboratorios en Pol directa, dos laboratorios en azúcares reductores totales y un resultado cuestionable en Brix densimétrico.

• **Décimo quinta ronda Interlaboratorio para la Industria Citrícola**

Participaron 15 laboratorios, incluyendo los laboratorios de Bromatología y Análisis de Metales de la EEAOC.

Se analizaron en muestras de jugos concentrados turbios y clarificados: Brix, acidez, Brix corregido por acidez, GPL y sodio, y una muestra de aceite esencial de limón en la que se determinaron índice de refracción, rotación óptica y citral. Los resultados se analizaron mediante Z score, considerando todos los participantes.

En la muestras de jugo concentrado turbio, todos los resultados fueron aceptables; en la muestra de jugo concentrado clarificado, un participante obtuvo resultados anómalos en Brix refractométrico, acidez, Brix corregido por acidez y GPL.

En la muestra de aceite esencial de limón, los resultados fueron aceptables para todos los laboratorios, excepto un participante con resultado anómalo en índice de refracción.

• **Segunda ronda Interlaboratorio para la Industria Citrícola: Determinación de residuos de Plaguicidas.**

Participaron cuatro laboratorios de diferentes citrícolas de la región, más el laboratorio de Residuos de Plaguicidas de la EEAOC, que participó como referente.

La matriz en estudio fue aceite esencial de limón, en la cual se analizaron 147 analitos y cuatro fueron detectados.

Se toman como valores de referencia los obtenidos por la EEAOC para ser comparados e interpretados con los obtenidos por cada citrícola. Se informa promedio y desviación estándar de los resultados observados de 10 replicados de la muestra en estudio.



## Servicios de las secciones



### › Sección Caña de Azúcar

- Servicio permanente de asesoramiento para la producción eficiente de caña de azúcar. Los técnicos y productores realizan directamente la consulta en la sede central de la EEAOC y eventualmente, cuando es necesario, los investigadores analizan los problemas en el mismo campo.
- Servicios de consultoría a empresas agroindustriales locales y de otras zonas cañeras.
- Provisión de caña semilla de nuevas variedades recomendadas por la EEAOC.
- Monitoreo sanitario y de pureza varietal en semilleros de la provincia de Tucumán.
- Servicio de identificación y recomendaciones para el control de plagas y enfermedades.
- Muestreos prezafra con estudios discriminados de producción cultural y fabril de variedades y localidades.
- Servicio de asesoramiento ante problemas de competencia de malezas y deficiencias nutricionales en caña de azúcar.

### › Sección Centro de Saneamiento de Citrus

- Venta de semillas certificadas de portainjertos cítricos.
- Diagnóstico del virus de la psorosis de los cítricos en plantas madre semilleras (portainjertos).
- Diagnóstico de virus y viroides en plantas cítricas de productores y viveristas.

- Cuarentena Vegetal Post-entrada para la introducción de material de propagación cítrico.

### › Sección Fruticultura

- Asesoramiento técnico sobre cultivos de cítricos y palta.
- Análisis de madurez de cítricos y palta.
- Apoyo técnico a la actividad citrícola y a instituciones específicas en las gestiones para la apertura de nuevos mercados.

### › Sección Granos y Cultivos Industriales

- Evaluación de líneas avanzadas y materiales precomerciales de semilleros privados.
- Evaluación de cultivares comerciales de semilleros privados y públicos en macro y microparcelas.
- Evaluación de inoculantes comerciales.
- Ensayos de fertilizantes foliares.
- Ensayos de bioestimulantes y hormonas.

### › Sección Horticultura

- Asesoramiento técnico sobre los principales cultivos hortícolas.
- Certificación de calidad en áreas semilleras.
- Evaluación de variedades de los principales cultivos hortícolas.
- Evaluación de agroquímicos para cultivos hortícolas.

- Introducción, evaluación y adaptación de nuevos cultivos hortícolas.

## › Sección Semillas

### › Laboratorio de Semillas - servicios

- Análisis de pureza físico-botánica.
- Energía y poder germinativo con o sin fungicida curasemillas.
- Peso de 1000 granos.
- Prueba de tetrazolio (vigor y viabilidad en soja).
- Evaluación de daños climáticos/ambientales por test de tetrazolio en soja.
- Evaluación de daños mecánicos por test de tetrazolio en soja.
- Evaluación de daños por plagas por test de tetrazolio en semillas/granos de soja.
- Caracterización y cuantificación del daño causado por *Rhysomatus subtilis* (picudo negro de la vaina) en semilla/grano de soja.
- Evaluación de daños mecánicos por test de hipoclorito en soja y garbanzo.
- Pureza varietal en soja por peroxidasa, color de hilo y color de hipocotilo.
- Determinación de otras especies en número.
- Determinación de grano brotado en trigo.
- Evaluación de la calidad de la semilla de *Salvia hispánica* (chía).
- Calidad comercial en chía. Protocolo ajustado por el laboratorio.
- Calibrado de semillas/granos según zarandas.
- Evaluación de fungicidas e insecticidas.
- Evaluación de la calidad de la semilla de acuerdo a protocolos específicos de las empresas solicitantes.
- Asesoramiento técnico mediante atención personalizada, envío de información por correo electrónico, reuniones, talleres, medios gráficos, etc.

## › Sección Ingeniería y Proyectos Agroindustriales

### › Asesoramiento Energético

- Estudios de reducción del consumo energético en el proceso de industrialización de la caña de azúcar y de cítricos, mediante el uso de simuladores.
- Cálculos y desarrollos de balances de masa y energía para diferentes esquemas de operación de los sistemas de calentamientos, evaporación y cocimientos en la industria azucarera.
- Evaluación del rendimiento operativo de máquinas y equipos de procesos a través de mediciones de las principales variables características de operación (caudal, presión, temperatura, humedad, etc.).
- Estudios para la racionalización del consumo de agua en plantas fabriles, por medio del análisis de los procesos y mediciones de los flujos de aguas influentes y efluentes de fábrica.
- Estudios de eficiencia térmica de procesos y de equipos industriales.
- Estudios de la calidad de la combustión en calderas humotubulares y acuotubulares.
- Regulación de la relación aire-combustible para la mejora de la eficiencia de la generación de vapor.
- Estudios de caracterización de biomasas para su aprovechamiento energético como combustible de uso adicional.
- Diseño y puesta en marcha de sistemas de secado de bagazo por transporte neumático.

### › Asesoramiento Ambiental

- Colaboración en el control del biorreactores y análisis de materias primas y microorganismos metanogénicos en la industria citrícola de la provincia.
- Servicio de actualización en legislación ambiental.
- Determinación de la línea de base ambiental para cursos de agua superficiales.
- Servicio de mediciones de higiene y seguridad industrial.

- Servicio de evaluación de pasivos ambientales.
- Asesoramiento en el diseño de una planta de tratamiento de efluentes para la industria citrícola.
- Ensayos de actividad metanogénica específica de lodos de reactores anaeróbicos.
- Ensayos de biodegradabilidad anaeróbica de distintos efluentes.

### ➤ Gestión y Auditorías Ambientales

- Auditoria de residuos peligrosos y plan para residuos peligrosos, gestión de residuos peligrosos.
- Relevamiento de corrientes líquidas efluentes y sistematización para su manejo y el aprovechamiento de aguas limpias desechadas.

### ➤ Sección Química de Productos Agroindustriales

- Determinación de la calidad industrial en caña de azúcar.
- Análisis fisicoquímico y bacteriológico en azúcares, productos azucarados (mieles, melados, melazas) y en productos alimenticios.
- Determinación de la calidad de alcohol buen gusto y alcohol anhídrido.
- Análisis de calidad en productos de la industrialización de citrus.
- Caracterización fisicoquímica y microbiológica de efluentes industriales y aguas residuales.
- Análisis de calidad en granos, tabaco y productos frutihortícolas
- Determinación de la calidad nutricional de forrajes.
- Determinación de pureza en productos químicos usados como insumos industriales y agrícolas.
- Análisis bacteriológico de aguas para aptitud de consumo humano.
- Determinaciones microbiológicas en alimentos (vegetales, almidón, harinas, jugos)
- Evaluaciones sensoriales de azúcares y otros agro-alimentos.

- Determinación de metales pesados en aguas, efluentes, suelos, productos alimenticios, productos y subproductos derivados de la industria de la caña de azúcar, material inorgánico y extractos vegetales.
- Determinación de residuos de plaguicidas clorados, nitrogenados, fosforados, carbamatos, mancozeb, en citrus y productos derivados de la industria cítrica, aguas, azúcar y productos frutihortícolas.

- Determinación de multiresiduos de plaguicidas por CG-MS/MS y LC-MS/MS en tabaco, frutas y hortalizas, jugos y pulpas.
- Auditorias de BPM en industrias agroalimentarias.
- Monitoreos microbiológicos ambientales, en equipos y en procesos.
- Control y Verificación de Equipos de laboratorio de industrias agroalimentarias.

### ➤ Sección Fitopatología

- Diagnóstico convencional.
- Patología de semillas. Diagnóstico de roya en soja y otros cultivos.
- Diagnóstico molecular de enfermedades en cítricos y caña de azúcar.
- Diagnóstico molecular de HLB.
- Evaluación de agroquímicos en campo.
- Diagnóstico serológico RSD y escaldadura.
- Eficacia de fungicida en laboratorio "in vivo"
- Monitoreo de enfermedades de los cítricos.

### ➤ Sección Zoología Agrícola

- Análisis de muestras de cítricos para determinación de presencia y niveles de ácaros y cochinillas.
- Análisis de muestras para determinar la identificación y cuantificación de nematodos en

diferentes cultivos.

- Identificación de plagas en general en distintos cultivos.
- Monitoreo de plagas en cítricos, granos, caña de azúcar y otros cultivos.
- Evaluación de insecticidas/acaricidas/nematicidas en diferentes cultivos.
- Desarrollo de tratamientos cuarentenarios para moscas de los frutos.
- Identificación de insectos, ácaros y nematodos para procesos de certificación de exportación en cultivos de interés regional.

### › Sección Suelos y Nutrición Vegetal

A pesar de que este año resultó atípico debido a la situación epidemiológica covid-19, las actividades del Laboratorio de Suelos relacionadas con servicios a terceros y ensayos se desarrollaron casi con normalidad. Recepción de muestras, entrega de resultados a término y demás actividades fueron ejecutadas bajo los protocolos preestablecidos.

Se continuó trabajando en implementación de un Sistema de Calidad para el Laboratorio, en el marco de la política establecida por la EEAOC.

El Laboratorio de Suelos participa en el Programa Nacional de Interlaboratorios de Suelos Agropecuarios (PROINSA), organizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación, Ronda 2019. Los resultados obtenidos para todos los parámetros evaluados fueron tan satisfactorios como en las rondas anteriores, cuyos informes respectivos fueron presentados oportunamente. La ronda 2020 se suspendió debido a la pandemia covid-19.

Laboratorio adherido a la red Sistema de Apoyo Metodológico para Laboratorios de Análisis de Suelos, Aguas, Vegetales y Enmiendas Orgánicas, (SAMLA), dependiente de la Dirección de Agricultura de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos (SAGPyA).

Servicios:

- Análisis físico químico de muestras de suelos: caracterización y evaluación de aptitud agrícola.
- Análisis químico de aguas: caracterización y evaluación de aptitud para riego, pulverizaciones y bebida animal.

- Análisis químico de material vegetal: concentración de macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

- Caracterización físico química de enmiendas agrícolas y compost.

- Los servicios del laboratorio presentaron un notable incremento en cuanto a número de muestras analizadas, tipos de muestras y clases de análisis.

### › Sección Manejo de Malezas

- Ensayos de evaluación de herbicidas a campo y en laboratorio.
- Consultorías y asesoramientos específicos en manejo y biología de malezas, tecnologías de aplicación y uso seguro de fitoterápicos.
- Evaluación de sintomatologías causadas por herbicidas.
- Reconocimiento de malezas.
- Capacitaciones teóricas y prácticas.

### › Sección Agrometeorología

En el presente año se continuaron prestando los servicios de información meteorológica en tiempo real publicados en la página web de la Sección Agrometeorología, en donde también se publicaron informes de lluvias, heladas meteorológicas y publicaciones varias de la sección. La página web se vale de datos provistos por la red de estaciones meteorológicas automáticas que opera la EEAOC y que consta de más de 40 estaciones distribuidas estratégicamente en toda la provincia y áreas de influencia, las cuales envían -con lapsos de 15 minutos- datos de las principales variables meteorológicas. Además, la Sección Agrometeorología administra la información generada por la Red Provincial de Mediciones Climáticas, en la que se integran organismos provinciales y nacionales y particulares.

La información obtenida permite:

- Apoyar a las investigaciones de otros Programas de la EEAOC y de otras instituciones que trabajan en la provincia o la región.
- Aportar a los productores información útil para la planificación y operatividad de los sistemas productivos.

- Colaborar en el seguimiento y evaluación de situaciones de emergencia provocadas por fenómenos meteorológicos.
- Suministrar información a empresas o instituciones no vinculadas a la producción agropecuaria.
- Aportar información meteorológica a través de su página Web, ya sea en tiempo real (consulta online de datos meteorológicos de la red de estaciones meteorológicas automáticas) o mediante informes periódicos de comportamiento de las principales variables meteorológicas.

Permanentemente en línea. Consultas

### › **Sección Sensores Remotos y SIG**

- Relevamiento expeditivo de fincas: medición del terreno e inventario de bienes y recursos a partir de imágenes satelitales y fotografías aéreas.
- Desarrollo de aplicaciones SIG en fincas, orientado a la implementación de agricultura de precisión.
- Digitalización y georreferenciación de planos de mensura e imágenes (fotos aéreas, satelitales, etc.).
- Estimación de áreas sembradas e implantadas, pronósticos y seguimientos de cosechas, etc.
- Discriminación e inventario de áreas cultivadas, bosques implantados, bosques naturales y monitoreo de la deforestación.
- Detección de prácticas de irrigación.
- Cálculo de superficie y elaboración de mapas de áreas afectadas por fenómenos naturales o inducidos (sequías, granizo, inundaciones, incendios, etc.).
- Elaboración de mapas de uso de la tierra a nivel de parcela o región.
- Relevamientos aerofotográficos a distintas escalas.
- Actualización de cartografía preexistente.
- Estudios expeditivos de pendientes de suelo a partir de imágenes RADAR (SRTM).

### › **Sección Biotecnología**

- Servicio de saneamiento y micropropagación de caña de azúcar y frutilla.
- Servicio de análisis molecular de patógenos y cultivos de interés: determinación de diversidad y pureza genética.
- Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en muestras de caña de azúcar, soja y maíz. Evaluación de la presencia de los transgenes *epsps* y *Cry1Ab*.

### › **Sección Economía y Estadísticas**

- Determinación de la Unidad Económica. Opinión técnica de la EEAOC en referencia a la Ley 3658 y sus decretos sobre los principales cultivos de la provincia.
- Márgenes brutos y costos de producción de los principales cultivos de la provincia de Tucumán y nuevas alternativas productivas.
- Informes sobre producción de los principales cultivos de la provincia de Tucumán y nuevas alternativas productivas (datos de superficie, rendimiento, precios, mercado, etc.).
- Informes de coyuntura y/o análisis económicos para otras Organizaciones Estatales.
- Actualización de base de datos sobre superficie sembrada, producción, rendimientos, valor de la producción de los principales cultivos de la provincia de Tucumán y nuevas alternativas productivas

### › **Biblioteca**

- Consulta en sala de las colecciones impresas de libros y revistas.
- Servicio de reprografía.
- Búsqueda y obtención de bibliografía en repositorios digitales internacionales.
- Distribución de publicaciones impresas de la EEAOC.
- Producción editorial de la Revista Industrial y Agrícola de Tucumán.

### › **Sección Comunicaciones**

- Coordinación de la difusión de las actividades,

avances y logros de la EEAOC a través de los medios de informaciones locales, nacionales e internacionales.

- Organización de los actos institucionales y recepción de visitas oficiales y delegaciones.
- Coordinación y logística para la realización de reuniones técnicas, charlas, talleres, jornadas, simposios, visitas y días de campo organizados por los programas y secciones de la institución.
- Realización del diseño, diagramación y compaginación de todo el material de difusión de la EEAOC.
  - Rev. Ind. y Agrícola de Tucumán.
  - Revista Avance Agroindustrial.
  - Informe Anual.
  - Publicaciones Especiales.
  - Misceláneas y Boletines.
  - Pósteres, afiches, carteles, etc.
  - Transparencias para charlas y conferencias.
  - Folletería e invitaciones para diferentes eventos.
- Colaboración con los investigadores y técnicos en la preparación de exposiciones audiovisuales y pósteres para congresos y encuentros científicos.
- Generación y actualización de las bases de datos del medio productivo, entidades, empresas, técnicos y autoridades gubernamentales nacionales y provinciales.
- Producción y actualización de contenidos del sitio web e Intranet de la EEAOC.
- Implementación de metodología SciELO (Scientific Electronic Library Online) en la edición de la Revista Industrial y Agrícola de Tucumán para la biblioteca on line [www.scielo.org.ar](http://www.scielo.org.ar).

#### ► Centro de Servicios Informáticos

► Esta área brinda respuestas a las necesidades surgidas conjuntamente con el crecimiento de la institución y a su concomitante necesidad de aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías.

Actualmente, es la encargada del funcionamiento de la red de datos y de los sistemas de infraestructura y de comunicación en su conjunto, que fueron incorporados como una moderna e indispensable herramienta en las tareas que lleva adelante este establecimiento agro-industrial.

#### ► Contribuciones dentro de proyectos y planes de investigación

- Aumento del ancho de banda de internet y cableado por fibra óptica.
- Implementación de un servidor de control de contenido web.
- Implementación del Sistema de Administración de Planes de Trabajo dentro del SIGA.
- Puesta en producción y manejo de Fuentes de Financiamiento para el módulo de Presupuestos.
- Implementación de Impuesto a las Ganancias para el Módulo de Personal.
- Participación activa del Programa del Plan de Mejora Institucional.

#### ► Actividades de transferencia

- Soporte y capacitación del personal de la institución en el uso de la consola de Antivirus, dada por una empresa del medio.
- Asesoramiento técnico al personal de la institución para la adquisición de equipo informático y de red.
- Transferencia de los conocimientos adquiridos en cursos, seminarios y conferencias a los miembros de la sección y algunos miembros de la institución.
- Manejo del Impuesto a las Ganancias del Módulo de Liquidaciones de Sueldos para la Sección Personal.
- Manejo del Módulo de Administración de Planes de Trabajo para los respectivos responsables de cada sección.

#### ► Actividades en servicios y gestión

- Administración y mantenimiento de los servidores de internet, e-mail e infraestructura correspondiente.
- Administración de los celulares institucionales.
- Administración y mantenimiento del Sistema Integral de Gestión Administrativa.
- Instalación, configuración y mantenimiento de sistemas operativos en estaciones de trabajo.

- Instalación de “software” de aplicaciones con soporte y asistencia técnica a las secciones que poseen equipos para tareas específicas.
- Capacitación acerca del uso del sistema operativo y de aplicaciones básicas a los usuarios de la red de datos.
- Gestión administrativa para la compra de equipos informáticos, de red, insumos en general y “software”.
- Gestión administrativa en la elaboración de informes técnicos para compra directa, concursos de precios y licitaciones requeridos en la adquisición de equipo informático.
- Asistencia técnica en jornadas y reuniones (internas y externas), así como también durante

visitas técnicas.

#### ► **Actividades de vinculación técnica**

En virtud de las tareas desarrolladas por la Oficina Informática, se efectuaron consultas y peticiones de soporte lógico a empresas especialistas en cada campo informático:

- Redes y telecomunicaciones.
- Sistemas de telefonía IP.
- Sistemas Antivirus.
- Soporte de “hardware”.
- Soporte SIGA.
- Soporte de Sistema de Permisos y Licencias

#### ► **Capacitación**

- Curso de Posgrado en Telecomunicaciones.





# Proyectos independientes



## Horticultura

### Objetivo General

**D**esarrollo y/o evaluación de nuevas variedades, técnicas de producción, poscosecha, almacenamiento, industrialización y comercialización de los principales cultivos hortícolas y evaluación de nuevas alternativas, generando sistemas integrados, con calidades certificadas y sustentables.

### Arándano

#### Estudios para el desarrollo de tratamientos cuarentenarios con bromuro de metilo (BM) y frío para el control de moscas de importancia cuarentenaria (Diptera: Tephritidae y Drosophilidae) en frutas finas

El objetivo de esta línea de investigación es desarrollar tratamientos cuarentenarios con bromuro de metilo (BM) o frío para eliminar el estado de desarrollo más tolerante de *Drosophila suzukii*, *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en frutas finas bajo normas internacionales.

Entre las actividades realizadas, con *D. suzukii* se completó el tratamiento cuarentenario con frío para el control de todos los estados de desarrollo, que consistió en la exposición a la temperatura de  $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 17 días. Además se realizaron pruebas para estudiar los efectos en la calidad comercial del fruto de arándano al exponerse a dicho tratamiento con frío. Los parámetros evaluados fueron: Firmeza (Sección Horticultura, EEAOC), Sólidos solubles y acidez (Laboratorio de

Bromatología, Sección Química, EEAOC) y desarrollo de enfermedades de postcosecha (Sección Fitopatología, EEAOC). Se obtuvieron resultados favorables en cada uno de los parámetros estudiados.

Por otro lado se llevaron a cabo las pruebas de desarrollo del ciclo biológico y posteriormente se realizaron las pruebas de sensibilidad al tratamiento con frío en el cultivo de frutilla. Se expuso a los diferentes estados de *D. suzukii* a una temperatura de  $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , durante 12 días con lecturas cada 48 hs. Se determinó al estado de pupa como el más tolerante al tratamiento.

Por su parte, se iniciaron estudios de las pruebas de sensibilidad al frío de los estados de desarrollo de *C. capitata* en frutos de uva (variedad Red Globe). Se trabajó con una temperatura de  $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , durante 12 días con lecturas cada 48 hs. Aproximadamente unos 300 individuos fueron tratados con frío por tiempo de exposición. Además se iniciaron los estudios del desarrollo del ciclo biológico de dicha plaga en la especie de frutilla. Con las pruebas realizadas esta última campaña, los tiempos para cada uno de los grupos evaluados fueron: Huevos (24 h); L. inmadura (6 d), L. madura (12 d).

También se avanzó sobre tratamiento cuarentenario con frío en *A. fraterculus* en arándano llevando a cabo las pruebas de sensibilidad. Estas pruebas se realizaron a la temperatura de  $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , evaluando los estados inmaduros desarrollados en frutos de arándano, trabajando con 7 tiempos de exposición. Se determinó que el estado de L. madura fue el más tolerante al tratamiento en arándano.

Asimismo se abordaron estudios del desarrollo del ciclo biológico de dicha plaga en la especie de uva. A partir de las pruebas realizadas la última campaña, los tiempos para cada uno de los grupos evaluados fueron: Huevos (24 h); L. inmadura (8 d), L. madura (13 d).

#### ► Estadísticas, márgenes brutos y análisis de coyuntura de los berries en Tucumán

Se actualizaron las bases de datos de comercialización de frutilla fresca, congelada, arándano y papa: exportación e importación en valor y volúmenes (fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)) (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=frutilla>), (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=arandano>, <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=palta>), e ingresos y precios de frutilla fresca, arándano, papa, tomate, pimiento y lechuga en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) (<https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=lechuga>).

También se calcularon gastos de implantación, mantenimiento y empaque, la producción de frutilla en Tucumán en la campaña 23, como también se estimaron los gastos de implantación para la campaña 2024.

Se actualizó la base de datos de precios mensuales de frutas y hortalizas en el MERCORFURT. El informe del análisis anual de precios se dividió en frutas: de carozo y pepita; cítricos, tropicales y frutilla; y hortalizas: de hoja; tubérculos, raíces y bulbos; arveja y chaucha; tomate, pimientos y berenjena; zapallo, zapallito y choclo, (<https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=carozo-y-pepita>); (<https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=arveja-y-chaucha>).

En el Reporte Agroindustrial EEAOC N°310 Actividad comercial del cultivo de arándano en la Argentina y Tucumán en el período 2019-2023 (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=actividad-comercial-del-cultivo-de-arandano-en-la-argentina-y-tucuman-en-el-periodo-2019-2023>) se analizan las exportaciones de arándano fresco de la Argentina en general y de Tucumán en particular de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), como así también los volúmenes comercializados en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) en el período 2019-2023 y los precios promedios en el mismo. Entre 2019 y 2023, el volumen promedio de arándano exportado por la Argentina fue de 8.221 toneladas. Estados Unidos y los Países Bajos fueron los principales destinos de las exportaciones del arándano argentino. Tucumán registró una exportación

promedio de 3.327 toneladas. Con respecto al mercado interno, los volúmenes comercializados en el MCBA promediaron las 846t y los 6.867\$ constantes por kilo en el período analizado. Este mercado comercializó principalmente fruta de Entre Ríos y Corrientes. Tucumán comercializó 64 t promedio en el MCBA entre 2019-2023.

#### ► Poroto Pallar

Con la finalidad de mejorar los rendimientos del poroto pallar (*Phaseolus coccineus* L.) se evaluaron dos manejos culturales distintos: tutorado y sin tutorar. En el tratamiento con tutorado se pusieron cuatro cañas formando una pirámide y atando con hilos la parte superior de las cañas, quedando la siembra dentro de la estructura. La distancia de plantación fue de 0,2 m entre plantas y 1 m entre filas. El estudio fue conducido en condiciones de secano a campo en un lote ubicado en la localidad de Tafí del Valle, provincia de Tucumán. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con 3 repeticiones y un total de 6 parcelas. El tamaño de las parcelas fue de 5 m<sup>2</sup>. Se evaluó a cosecha el rendimiento por parcela. Los tratamientos tutorados presentaron mejor ventilación e iluminación, permitiendo mejor sanidad y cosecha. En cuanto al rendimiento, fue significativamente mayor en el realizado con tutorado, dando un promedio de 2,07 kg por parcela, y el tratamiento sin tutorar 1,28 kg por parcela.

#### ► Papa

##### ► Mejoramiento genético

Se continúan evaluando nuevos clones, dentro del convenio con INTA Balcarce. El criterio de selección utilizado incluye: con respecto a tubérculo; forma, color de piel, carne, formación de corazón hueco, manchas en el interior y número de tubérculos, además se considera susceptibilidad a tizón tardío y *Rhizoctonia* mas otras enfermedades como, bacterias y virus. En la campaña 2023 se sembraron en Las Talitas, más de 100 clones en proceso de. En Tafí del Valle se sembraron, 58 familias de primer año con aproximadamente 40 tubérculos cada una y más de 400 clones de segundo, tercer y cuarto año. La variedad Spunta y Altantic se utilizaron como testigos en los ensayos de clones avanzados para evaluar rendimiento, y calidad culinaria. Además se evaluó en Tafí del Valle el clon avanzado B-13-662-8 de INTA Balcarce. Un clon promisorio se evaluó en macroparcela en el campo de un productor en la zona de La Invernada (La Cocha - Tucumán).

### ► Estimación de superficie con papa en el pedemonte y llanura de Tucumán

La sección Sensores Remotos y SIG en conjunto con la sección Horticultura estimó la superficie cultivada con papa en la campaña 2024 en las zonas de pedemonte y llanura de Tucumán, analizando imágenes satelitales Sentinel 2A y 2B adquiridas entre los meses de julio a noviembre de 2024.

La campaña 2024 de papa estuvo marcada por la helada del día 14 de julio, que causó daños en la papa primicia, principalmente en lotes sembrados en época temprana (abril y primeros días de mayo). En cuanto a la cosecha, presentó demoras debido a las excesivas lluvias que cayeron durante la primavera. La zona más afectada por este fenómeno fue el pedemonte (Las Tipas, Alto verde, Los Sarmientos, Alpachiri y El Molino).

La superficie implantada con papa fue estimada en 9.260 ha, lo que indica un incremento en relación con la campaña precedente, del 3% (300ha).

La región pedemontana concentró el 82% de la superficie papera, en tanto que el 18% restante se localizó en la región de la llanura. Los departamentos que concentraron la mayor superficie papera fueron Chicligasta, Río Chico y La Cocha, totalizando el 85% de la superficie.

La variación porcentual de la superficie con respecto a la campaña 2023, en los departamentos con más de 1000 ha indica un decrecimiento del 5% en Río Chico, e incrementos del 13% en La Cocha y 23% en J. B. Alberdi. El único departamento que no

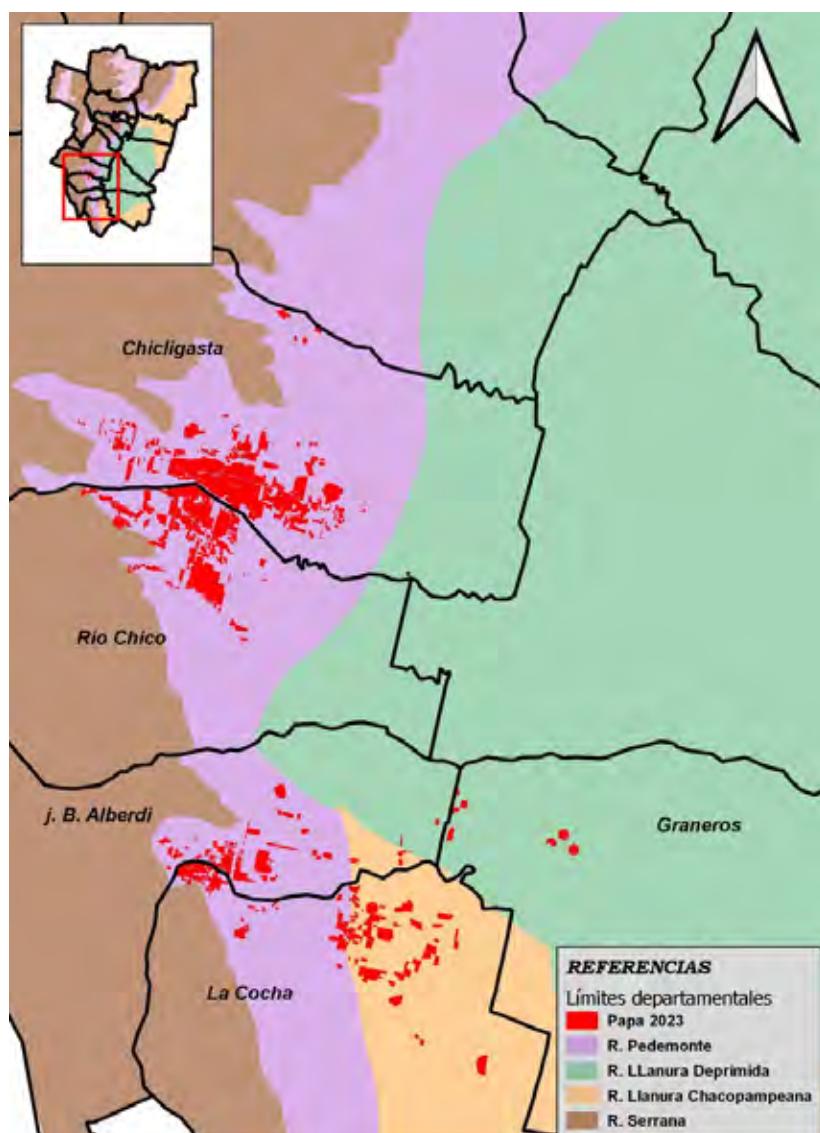
presentó variación en la superficie cultivada fue Chicligasta.

Al analizar la secuencia 2015 - 2024 se puede apreciar una tendencia creciente de la superficie con papa en Tucumán en los últimos cuatro años, posterior al año de la pandemia, cuando se presentó el valor más bajo.

Los resultados fueron publicados en el Reporte Agroindustrial EEAOC 333.

### ► Frutilla

Una vez que las plantas multiplicadas in-vitro en la Sección Biotecnología tuvieron un óptimo sistema radicular, se inició el trasplante de las mismas a macetas en el invernadero (ex vitro) en los predios del El Colmenar. Luego de aproximadamente 30- 40 días de aclimatación



**Figura 1.** Distribución espacial de la superficie cultivada con papa en el pedemonte y llanura. Tucumán, campaña 2024.

fueron trasladadas al predio de la Subestación que posee la EEAOC en Tafí del Valle donde fueron colocadas en un cobertizo antiáfidos para que las plantas continuaran creciendo y se induzca la estolonización para multiplicar dicho material. Allí se realiza el proceso de multiplicación en canteros con sustrato estéril –sin tocar el suelo-. La plantación se realizó a partir del mes de noviembre con una densidad de cuatro plantines por metro cuadrado. Se plantaron un total de once variedades: Petaluma, Monterey, Rábida, Aromas, Rikas, Rociera, San Andreas, Fronteras, Merced, Albión y Camino Real. Durante este periodo -diciembre a agosto-, se evaluaron y ajustaron múltiples aspectos de manejo de los mismos, como; densidad, trasplante, fertilización, riego, podas, ventilación, etc.. En el mes de agosto se cosechan los plantines, con una tasa de multiplicación de 1:40 es decir que cada planta madre produjo aproximadamente cuarenta estolones cosechables como una planta hija. Esto es en promedio, ya que la tasa de multiplicación no es igual para las distintas variedades que se plantaron y además depende de la fecha de plantación. Todo el ciclo de producción fue supervisado por el SENASA e INASE, labrando actas de las inspecciones periódicas para constatar el cumplimiento correcto de los protocolos y normas de producción vigentes, como así también se realizaron las acciones y se cumplieron con los requisitos correspondientes para poder inscribir los plantines destinados a la venta para su traslado a viveros del sur del país.

En el Reporte Agroindustrial EEAOC N°309: Actividad comercial del cultivo de frutilla en la Argentina y Tucumán en el período 2019-2023. Gastos de la campaña 2023 y gastos de la plantación 2024 (<https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=actividad-comercial-del-cultivo-de-frutilla-en-la-argentina-y-tucuman-en-el-periodo-2019-2023-gastos-de-la-campana-2023-y-gastos-de-la-plantacion-2024>) se analizan las exportaciones de frutilla congelada de la Argentina y de Tucumán, de acuerdo a los datos suministrados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC). También se muestran los volúmenes comercializados en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) en el período 2019-2023. Además, se determinó para Tucumán, un costo de producción de frutilla en la campaña 2023 y un costo de plantación en 2024. Los volúmenes exportados de frutilla congelada argentina promediaron las 6.865 t en el período analizado, un 77% de los mismos tuvieron origen en Tucumán. El país importó frutilla congelada procedente

en su mayoría de Chile y Egipto. En el MCBA, principal mercado concentrador de fruta del país, se comercializaron 7.022 toneladas de frutilla originadas principalmente de Buenos Aires, Santa Fe y Tucumán. Los precios fueron variables, pero la tendencia del mejor precio para la fruta primicia se mantuvo. Comparando los precios del MCBA con los del MERCOPRUT, estos últimos siempre fueron inferiores. Los gastos de producción de frutilla (plantación a cosecha), para un rendimiento de 40 t/ha en el año 2023, se estimaron en 32.406 USD/ha. El gasto de implantar una hectárea en 2024 fue estimado en 25.845 USD.

### › Quinoa

Con el objetivo de evaluar sanidad y rendimiento del cultivo de quinua, se realizó una siembra del cultivo en octubre del año 2024 en la Sub Estación Tafí del Valle. El origen de la semilla es del INTA Hornillos. Se evaluó dos densidades de siembra y se hizo un manejo con productos orgánicos recomendados por SENASA

### › Sección Hortalizas y otras alternativas

- Asesoramiento técnico sobre los principales cultivos hortícolas.
- Certificación de calidad en áreas semilleras.
- Evaluación de variedades de los principales cultivos hortícolas.
- Evaluación de agroquímicos para cultivos hortícolas y otros intensivos.
- Introducción, evaluación y adaptación de nuevos cultivos hortícolas.

### Vitroplantas

**Objetivo:** producción de caña semilla de alta calidad de variedades de caña de azúcar difundidas comercialmente y en proceso de difusión.

### › Etapa de producción de plantines micropagados en laboratorio

Durante el año 2024 se alcanzó una producción en laboratorio de 40.315 (Tabla 1) plantines micropagados. La producción se realizó mediante micropagación convencional (medio de cultivo estático) y propagación por el Sistema de inmersión temporal. El material fue evaluado

**Tabla 1.** Cantidad de vitroplantas de caña de azúcar obtenidas en el laboratorio durante la campaña 2024.

Variedad	Vitroplantas
TUC 08-10	23,232
TUC 03-12	12,981
TUC 95-10	2,851
TUC 06-7	1,084
TUC 07-21	167
<b>TOTAL</b>	<b>40.315</b>

por técnicos de la Sección Fitopatología para constatar el estado sanitario del mismo. De las 41 líneas de producción de Plantas Madre (PM) examinadas, 2 resultaron positivas para YLS (4,8%). Además, se analizaron 2 líneas provenientes de material de campo que resultaron sanas. El plantel de PM cuenta con 5 de las variedades LCP 85-384, TUC 95-10, TUC 00-19, TUC 06-7, TUC 03-12, 9 y TUC 02-22; y 4 PM de TUC 00-65. Además, se dispone de 5 PM por cada uno de los 4 clones promisorios seleccionados por el PMGCA. También se analizaron 61 PM del plantel de las cuales 5 resultaron positivas para YLS (8%) y se analizaron 38 potenciales PM que resultaron todas sanas. La detección de cambios genéticos y epigenéticos (variación somaclonal) se realizó mediante marcadores moleculares TRAP. Se caracterizaron 16 líneas correspondientes a las variedades producidas y no se detectaron líneas fuera de tipo. Se realizó la novena auditoría del IRAM para verificar el cumplimiento de la Norma ISO 9001:2015. La misma resultó exitosa, el auditor encontró una observación referida a documentación, y destacó como fortaleza las mejoras edilicias y se planteó como oportunidad de mejora formalizar la frecuencia y tipo de análisis a realizar de los resultados de la productividad de plantas y causas de los platines desechados.

### ➤ Etapa de crianza de Vitroplantas en invernáculo

En el año 2024 se criaron en invernáculo y entregaron para su implantación en Semillero Básico un total de 43.487 plantines de los cuales 15.112 corresponden a vitroplantas originadas en laboratorio y 28.375 a plantas originadas a partir de yemas aisladas. Las variedades implantadas fueron LCP 85-384, TUC 95-10, TUC00-65, TUC 03-12, TUC 06-7 y la nueva variedad TUC08-10 del Subprograma de Mejoramiento Genético de la EEAOC. En la Tabla 2 se informan los totales de vitroplantas y plantines provenientes de yemas según

**Tabla 2.** Total de plantines aclimatados en invernáculo, discriminadas por variedad.

Variedades	Total de Vitroplantas	Total de Yemas	Total de plantas por Variedad
LCP 85-384	450		450
TUC 95-10		10.825	10.825
TUC 00-65	1.800		1.800
TUC 03-12	5.865	16.300	22.165
TUC 06-7	217	1.250	1.467
TUC 08-10	6.780		6.780
<b>TOTAL</b>	<b>15.112</b>	<b>28.375</b>	<b>43.487</b>

variedad entregadas para su plantación a campo.

Además, fueron comercializadas al Ingenio Ledesma 8.000 plantines provenientes de yemas (TUC 03-12 y TUC 06-7) por "Asimismo, se entregaron al Ingenio Ledesma 8.000 plantines, obtenidos a partir de yemas de las variedades TUC 03-12 y TUC 06-7, en el marco de la 'Carta Acuerdo para la Evaluación de Clones y Cultivares TUC' suscripta entre ambas instituciones.".

### ➤ Etapas de multiplicación en campo

#### ► 1. Semilleros Básicos

En la campaña 2024 el Semillero Básico tuvo una superficie de 5,25 ha ubicada en el predio de la EEAOC en Las Talitas (Figura 2 A). El 29% de la superficie estuvo ocupada por la variedad TUC 02-22, TUC 06-7 (23%), TUC 00-65 (18%) y TUC 03-12 (16%), TUC 00-19 (8%) y TUC 95-10 (6%). Se realizaron tareas intensivas de control químico de malezas en pre y post-emergencia, riegos por gravedad y fertilización (tradicional y foliar). Entre abril y julio se realizaron muestreos fitosanitarios para detectar la presencia de las enfermedades del raquitismo de las cañas socas (RSD) y escaldadura de la hoja (LS). Los resultados indicaron un excelente estado sanitario de los materiales en multiplicación. La producción de caña semilla fue de 440 toneladas lo que significó un rendimiento cultural promedio de 83 t/ha. Se destaca que en esta campaña se dispuso de un solo lote destinado a Semillero Básico.

#### ► 2. Semilleros Registrados

En la campaña 2024, con la caña semilla producida en el semillero Básico, se plantaron 22 Semilleros Registrados (Figura 2 B). Estos semilleros sumados a los plantados en 2023 totalizan 60 semilleros Registrados con una superficie aproximada de 200 ha, distribuidos



Figura 2. A- Semillero Básico (EEAOC) y B- Semilleros Registrados. Año 2024.

en toda el área cañera de la provincia. Los semilleros se visitan cada 20-30 días para asesorar sobre su manejo agronómico. Entre abril y mayo de 2024 se tomaron muestras para la estimación de la producción y para establecer el estado sanitario de los semilleros.

### ➤ Análisis fitosanitarios de los semilleros Básicos, Registrados y lotes comerciales

Durante la campaña 2024, la Sección Fitopatología de la EEAOC realizó el chequeo sanitario del semillero Básico y Registrados del Proyecto Vitroplantas y de lotes comerciales. Mediante diagnóstico serológico TBIA (tissue blot immunoassay) se identificó la presencia de las bacterias que causan la escaldadura foliar (LS) y el raquitismo de la caña soca (RSD). Se procesaron 860 muestras de 20 tallos provenientes de los semilleros. Para cada muestra se determinó el porcentaje de incidencia ( $nº$  tallos enfermos/ $nº$  total de tallos  $\times 100$ ). Todo el material del semillero Básico presentó condiciones sanitarias para ser utilizado en la implantación de semilleros Registrados (incidencia de RSD y LS  $\leq 1\%$ ). A su vez, en los semilleros Registrados los niveles de incidencia de RSD y LS fueron del 0,13 % y 0,12 %, respectivamente. También se analizaron 713 muestras de 20 tallos de lotes comerciales, que se utilizarían como “caña semilla” porque los productores no disponían de otro material. De acuerdo a los resultados, las muestras se agruparon por rangos de incidencia de la enfermedad. En el 84,43% de las muestras evaluadas no fue detectada la bacteria causal del RSD. Por otro lado, el 90,60% resultó apta para ser utilizada como “caña semilla” (incidencia  $\leq 5\%$ ) (Tabla 3), lo que pone de manifiesto la eficiencia del esquema de producción y multiplicación de semilla de alta calidad.

Por otra parte, se realizó el diagnóstico molecular del virus del mosaico Sugarcane mosaic virus (ScMV) y Sorghum mosaic virus (SrMV)], el

Tabla 3. Incidencia del raquitismo de la caña soca (RSD) en muestras de lotes comerciales. Año 2024.

Incidencia (%)	Nº muestras	% de muestras
0	602	84,43
$> 0 \leq 5$	44	6,17
$> 5 \leq 10$	32	4,49
$> 10$	35	4,91
<b>TOTAL</b>	<b>713</b>	<b>100,00</b>

virus del amarillamiento de la hoja (ScYLV), la escaldadura foliar (LS), el raquitismo de la caña soca (RSD) y la estría roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*), en las líneas micropropagadas, plantas madre (PM) y plantas del estaqueiro para conformación del plantel de PM. Se analizaron 159 muestras: 53 correspondientes a las líneas *in vitro*, 61 PM y 43 al estaqueiro. Respecto a las líneas *in vitro*, dos resultaron positivas para ScYLV. En ambos casos, resultaron negativas para el resto de las enfermedades analizadas. En cuanto a las PM, cinco presentaron el virus del amarillamiento y fueron negativas para el resto de las enfermedades. Por último, todas las muestras del estaqueiro resultaron sanas para todas las enfermedades evaluadas.

Además, fueron comercializadas al Ingenio Ledesma 8.000 plantines provenientes de yemas (TUC 03-12 y TUC 06-7) por “Asimismo, se entregaron al Ingenio Ledesma 8.000 plantines, obtenidos a partir de yemas de las variedades TUC 03-12 y TUC 06-7, en el marco de la ‘Carta Acuerdo para la Evaluación de Clones y Cultivares TUC’ suscripta entre ambas instituciones.”

### Agrometeorología

**Objetivo general:** Proyecto Independiente Agrometeorología se propone determinar las disponibilidades en elementos meteorológicos en el ámbito de la provincia de Tucumán y el

NOA y estudiar las relaciones clima-cultivo, con énfasis en los de mayor importancia para la economía provincial.

### ➤ Relación clima-cultivo

#### • Aspectos agrometeorológicos destacados de la campaña 2023-2024 en el área sojera de la provincia de Tucumán y zonas de influencia

**Comportamiento de las temperaturas:** La campaña 2023-2024 para el cultivo de granos se caracterizó por la ocurrencia de tres olas de calor en la región. A modo de ejemplo en la localidad de Monte Redondo, la primera se extendió por tres días consecutivos, entre el 15 y 17 de diciembre de 2023, con un pico el día 16, cuando se registraron las temperaturas más altas del mes, tanto en valores máximos como mínimos. La segunda ocurrió entre el 30 de enero y el 5 de febrero de 2024, con una duración de seis días, mientras que la tercera se extendió por cuatro días, del 11 y 14 de marzo de 2024.

En términos generales, entre octubre y mayo se registraron 120 días con temperaturas máximas superiores a 30°C y 46 días con temperaturas máximas superiores a 35°C. En comparación con la campaña anterior, esto representa una disminución del 21% y del 70%, respectivamente, lo que indica que la campaña 2023-2024 fue más fresca en cuanto a temperaturas máximas.

En contraste, las temperaturas mínimas mostraron un aumento significativo. Se contabilizaron 84 días con mínimas superiores a 20°C, lo que representa un incremento del 56%

respecto de la campaña anterior. Además, hubo 48 días con mínimas por encima de 22°C, lo que implicó un aumento del 220% en comparación con la campaña pasada.

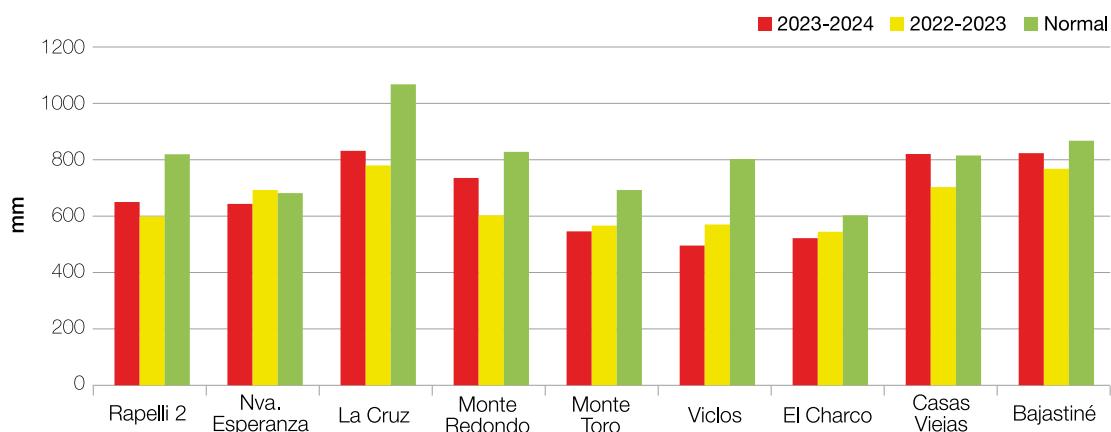
Al analizar las temperaturas máximas absolutas, se observó que en algunas localidades los valores superaron los 40,0°C desde el mes de octubre hasta marzo. Los meses de noviembre y diciembre registraron los valores más altos, con temperaturas entre 41,0°C y 45,6°C. Incluso en abril se registraron valores superiores a 35°C.

En términos de temperaturas máximas medias, la campaña 2023-2024 presentó valores normales entre octubre y febrero. Sin embargo, marzo fue más cálido de lo habitual, mientras que abril tuvo temperaturas más bajas y mayo registró valores muy por debajo de lo normal.

En cuanto a las temperaturas mínimas medias, febrero y marzo se destacaron por registrar valores superiores y muy superiores a lo normal, mientras que abril presentó mínimas por debajo del promedio histórico.

**Comportamiento de las precipitaciones:** Las precipitaciones presentaron una distribución espacial heterogénea en el área de estudio. En siete de las nueve localidades analizadas (Figura 3), los acumulados estuvieron por debajo del promedio de referencia, salvo en Casas Viejas, que registró valores superiores.

En comparación con la campaña 2022-2023, la mayoría de las localidades tuvieron acumulados de lluvia mayores, con excepción de Nueva Esperanza, Monte Toro, Viclos y El Charco, donde los valores fueron inferiores a los de la campaña anterior.



**Figura 3.** Precipitaciones totales del período octubre-mayo de las campañas 2023-2024, 2022-2023 y promedio de referencia para ocho localidades del área sojera de Tucumán y zonas de influencia.

## Consideraciones finales:

La campaña 2023-2024 se destacó por una reducción en la cantidad de días con temperaturas máximas elevadas en comparación con la anterior. No obstante, hubo un aumento en las temperaturas mínimas, tanto en frecuencia como en intensidad.

El ciclo transcurrió bajo la influencia del fenómeno “El Niño”, luego de tres campañas consecutivas de “La Niña”. Las precipitaciones mostraron una marcada heterogeneidad en su distribución temporal y espacial. En la mayoría de las localidades analizadas, los acumulados estuvieron por debajo de los valores normales, con la excepción de Casas Viejas. Sin embargo, seis de las nueve localidades estudiadas registraron mayores precipitaciones que en la campaña 2022-2023.

## › Radiación solar

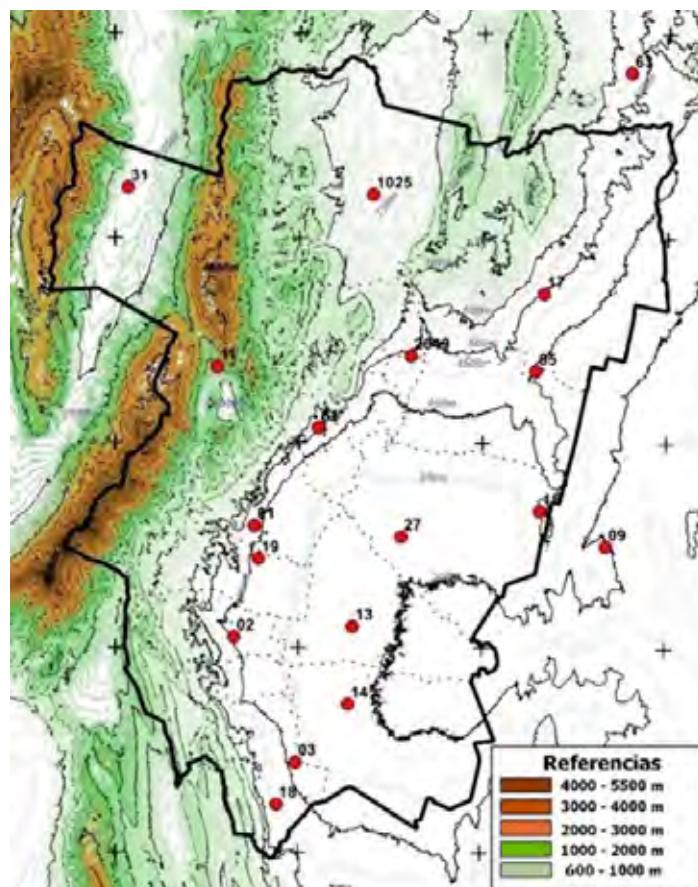
- **Utilizando el modelo satelital GL 1.2 en escala diaria como referencia para calibración provisoria de la red EEAOC – Tucumán.**

En Tucumán, la Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres” (EEAOC) dispone de una red de estaciones meteorológicas automáticas con generación continua de datos de irradiancia solar. En este trabajo se contrastaron las irradiancias medias diarias de 18 estaciones (Figura 4), para el período 2017-2021, con los valores obtenidos por el modelo satelital GL1.2 desarrollado en la División de Satélites e Sensores Meteorológicos (DISSM/CGCT/INPE, Brasil). Este modelo ya mostró un buen desempeño en la comparación con datos de piranómetros Kipp & Zonen CM6B y CMP6 de la red automática del INMET (Instituto Nacional de Meteorología, Brasil). Se realizó un análisis preliminar de la calidad del GL1.2, comparándolo con datos diarios (primer semestre de 2018) de la red del INMET en una región relativamente homogénea del Brasil en latitud semejante a la de Tucumán, obteniéndose un buen ajuste, por lo que se adoptó el GL1.2 como “piranómetro de referencia” para una calibración

provisoria de los datos solarimétricos diarios de la red EEAOC. Los resultados de los estadísticos utilizados para juzgar el ajuste lineal EEAOC vs. GL 1.2 sugieren que el modelo satelital puede utilizarse para la calibración provisoria de la red de Tucumán, con dispersión típica (desviación estándar) de 20 W/m<sup>2</sup>.

## › Servicios

- Procesamiento y elaboración de informes técnicos solicitados a la Sección Agrometeorología, ya sea por a) Sector Externo: Productores Agrícolas, Empresas Privadas, Organismos Oficiales Provinciales y Municipales, Poder Judicial, Institutos de Investigación de la UNT y CONICET, Estudios y Proyectos de Desarrollo. b) Sector Interno: Secciones y Programas de la EEAOC.
- Consultoría técnica para la operación de estaciones meteorológicas automáticas como así también el uso de su software para manejo de datos y hojas de cálculo, utilizados en el ámbito de la EEAOC y por parte de productores.
- Administración de la página web de la Sección



**Figura 4.** Distribución geográfica de Estaciones meteorológicas de la Red EEAOC (círculos en rojo), con curvas de nivel a cada 100 m en la llanura, y a cada 500 m en la región montañosa.

Agrometeorología y la aplicación para teléfonos móviles Android e iOS.

- Control de actualización de datos meteorológicos e informes técnicos en la página web.

### ➤ **Generación de información y transferencia**

#### ► **Información agrometeorológica y transferencia: Red provincial de estaciones agrometeorológicas**

- **Generación de información:** Se registraron datos meteorológicos cada 15 minutos en más de 40 estaciones distribuidas en la provincia y sus áreas de influencia. Además, se recopilaron registros diarios y mensuales de precipitaciones en más de 110 puntos de la misma región. Toda esta información está disponible de manera gratuita para el público en nuestra página web: <https://agromet.eeaoc.gob.ar>.

- **Red de estaciones agrometeorológicas:**

Se llevó a cabo el mantenimiento y supervisión continua del funcionamiento de la red de estaciones, con inspecciones regulares y acciones correctivas para garantizar la calidad y continuidad de los datos recolectados. Este trabajo incluyó la reposición de sensores en estaciones propias y el asesoramiento técnico a productores que operan estaciones en la provincia y sus áreas de influencia.

### ➤ **Publicaciones**

#### **Martín A. Leal, Jorge D. Forciniti, Soulé Gómez, María L., José M. Medina.** “Maíz:

Condiciones agrometeorológicas para el cultivo en la campaña 2022/2023”. El cultivo de Maíz en el Noroeste Argentino. Publicación Especial N°73 – Enero 2024. Págs 51-59.

**Soulé Gómez, María L., Jorge D. Forciniti, Martín A. Leal, José M. Medina.** “Aspectos agrometeorológicos destacados de la campaña 2023-2024 en el área sojera de la provincia de Tucumán”. El cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino. Publicación Especial N°74 – Septiembre 2024. Págs 85-92.

**Juan C. Ceballos, Jorge D. Forciniti, María L. Molina.** “Utilizando el modelo satelital GL 1.2 en escala diaria como referencia para calibración provisoria de la red EEAOC – Tucumán”. Octubre 2024. Radiación solar y clima – AVERMA, en prensa.

**Cristóbal I. Silvero, Jorge D. Forciniti, Franco D. Medina, María A. Vega Caro, Rubén D. Ledesma, Bruno S. Zossi, Gustavo A. Mansilla, Ana G. Elias.** “Comparative study of solar radiation measurements in Tucumán (26.8°S, 65.1°W) with reanalysis and satellite-based datasets”. Diciembre 2024. Solar Energy. En prensa.

### ➤ **Proyectos y convenios vigentes**

- Carta acuerdo con Facultad de Ciencias Exactas de la UNT para la gestión el piranómetro de primera clase KIPP&ZONEN CM6B instalado en el observatorio meteorológico central de la EEAOC. Se continúa generando la base de datos provenientes de piranómetro. Los datos son analizados en conjunto con investigadores de la FACET-UNT. Se realizan controles y mantenimiento periódicos del instrumento.

- Convenio de colaboración técnica con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) con fines de:

- Compartir información generada en el IIACS por parte de la Estación Meteorológica Automática (marca Davis, modelo Vantage PRO II), con la base de datos agroclimáticos almacenada en los servidores de la EEAOC.

- Formar parte de la red de Estaciones de la EEAOC.

- Asistencia y soporte técnico brindado por los técnicos de la EEAOC a la Estación Meteorológica Automática del IIACS, tanto presencial como virtual.

- Convenio Marco de Extensión y Transferencia entre Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Tucumán y EEAOC para la asistencia científica y tecnológica entre las partes.

- Carta acuerdo con las empresas CITRUSVIL, EL GUAYAL S.A., ARGENTILEMON S.A., COU S.A., BULACIO ARGENTI S.A, GARMAT S.A., LA FLORIDA, AGRO&PROCESOS y SAN MIGUEL para brindar asistencia técnica, procesamiento de bases de datos meteorológicos e integración Web de la EEAOC.

- Convenios con SMN para intercambio de datos meteorológicos (por parte de la EEAOC) y pronósticos y alertas (por la contraparte).

- Convenios con el Centro de Recursos Renovables de la Zona Semiárida del CONICET

para intercambio de datos meteorológicos (por parte de la EEAOC) y pronósticos y alertas (por la contraparte).

### Estudios ambientales de la agroindustria tucumana

El objetivo del Proyecto Estudios Ambientales es colaborar con la agroindustria tucumana en el cumplimiento de las exigencias ambientales definidas por la legislación, el mercado y las políticas corporativas, a través de tres ejes principales: servicios de análisis de laboratorio, asistencia técnica e investigación.

Actividades destacadas del Proyecto Estudios Ambientales durante 2024:

- Se continuó el proyecto de producción de biogás a partir residuos de la industria sucroalcoholera para ser usado en un comedor comunitario con financiación del MINCYT (Proyecto Federal de Innovación), con participación de Secretaría de Estado de Innovación y Desarrollo Tecnológico y la Dirección de comedores comunitarios del Gobierno de Tucumán.
- Se continuó el proyecto la construcción de una planta piloto para digestión anaeróbica de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos en el predio del CIAT, Municipalidad de Tafí Viejo con financiación del MINCYT (Proyecto Impactar)
- Se acondicionaron los residuos peligrosos acopiados, según las características dispuestas por el operador encargado del traslado, para su disposición final y se concretaron las tareas de gestión, operación, acondicionamiento, carga y seguimiento del retiro de residuos peligrosos acumulados durante más de diez años, generados en la EEAOC, en cumplimiento de la legislación vigente y garantizando la seguridad y el correcto manejo de los materiales involucrados.
- Se asesoró al CIAT perteneciente a la Municipalidad de Tafí Viejo y distintas citrícolas para la formulación de pilas de compostaje con sus residuos sólidos y el manejo de las mismas.
- Se publicó el trabajo Actividad enzimática total: indicador de calidad microbiológico de un suelo regado con vinaza. Revista RIAT 100 (2) p 45-51. Carolina Sotomayor, Esteban Arroyo, Jessica Priscila Navarro Di Marco, Lucrecia Ludueña, Andrea Natalia Peña Malavera y Gerardo Agustín Sanzano. 2024.

### › Plan Efluentes de la industria sucroalcoholera

Ensayo de comparación de potencial de metanización de co-sustrato Cachaza/vinaza. a distintas proporciones. Trabajo presentado en la SATCA 2024. Se realizó un muestreo y análisis de los principales parámetros ambientales a las vinazas de distintos ingenios, La Florida, Concepcion, Leales, Familla, Corona, Bella Vista y Marapa, para actualizar la base de datos de vinaza a la zafra 2024. Se realizó el análisis de Potencial de metanización, por separado a las vinazas y otros residuales potencialmente aprovechables para la generación de metano, por ejemplo Cachaza y efluente de fábrica a los ingenios La florida y Leales. Asistencia y colaboración técnica al ingenio La Florida en el diseño de pilas de compostaje y análisis de laboratorio para seguimiento del proceso de compostaje con residuos industriales (Cachaza, vinaza y Cenizas). Actualización del software SICOVIN para la concentración de vinaza.

Plan de gestión ambiental y control de plagas  
Se realizó la organización y coordinación de las fumigaciones generales realizadas mensualmente en la EEAOC.

Se organizó la contratación, por un año, de la empresa de control de plagas y se realizó la coordinación del control de plagas en todas las áreas de la institución.

Se capacitó a los responsables ambientales de cada área en la clasificación de los residuos peligrosos generados en la EEAOC, por corrientes, según la Ley Nacional N°24051.

Se acondicionaron los residuos peligrosos acopiados, según las características dispuestas por el operador encargado del traslado, para su disposición final y se concretaron las tareas de gestión, operación, acondicionamiento, carga y seguimiento del retiro de residuos peligrosos acumulados durante más de diez años, generados en la EEAOC, en cumplimiento de la legislación vigente y garantizando la seguridad y el correcto manejo de los materiales involucrados.

Se realizó la reinscripción como generador en el Registro de Actividades Contaminantes en el ministerio de economía y producción de la provincia

Se renovó el Certificado Ambiental Anual a nivel nacional y se ramitó el Seguro Ambiental Anual. También se renovó el Registro Anual de

Generadores de Efluentes Líquidos (ReGEL).

### › Plan Tratamiento de residuos orgánicos en la industria citrícola

Se realizaron actividades de capacitación en planta industrial, sobre “Digestión anaerobia y manejo de reactores anaeróbicos”, brindadas por el equipo de Estudios Ambientales al personal técnico de la Citrícola Acheral SA. También se realizaron actividades de capacitación sobre “Tratamiento primario de efluentes industriales”, brindadas por el equipo de Estudios Ambientales al personal técnico de la Citrícola Acheral SA, en planta industrial. Se establecieron contactos con referentes técnicos de industrias citrícolas (Citromax, Argenti Lemon, Veracruz, Acheral, etc) orientados a ofrecer servicios de laboratorio y diagramar trabajos conjuntos.

### › Plan Aplicación de vinaza en suelos cañeros de la provincia de Tucumán.

En la localidad de Delfín Gallo, Dpto Cruz Alta, se estableció un ensayo para evaluar el efecto de la aplicación de vinaza cruda en propiedades físicas, químicas y microbiológicas de un suelo clasificado como Hapludol tapto árgico. En un diseño en bloques completamente aleatorizados con ocho tratamientos resultantes de un modelo bifactorial se combinaron cuatro niveles de vinaza y dos profundidades (0-5 y 5-15 cm). Los niveles de vinaza fueron: V0 (testigo), V100 (100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) V150 (150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y V300 (300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). Se analizaron indicadores de calidad, microbiológico como la actividad enzimática total (FDA) y químicos como pH, salinidad (CE), potasio intercambiable (K+) y fracciones de la materia orgánica: pesada (FP), intermedia (FInt), particulada (FPart), y también carbono orgánico total (COT). Se concluyó que la actividad enzimática total resultó ser un indicador sensible a los cambios en el manejo de la vinaza, sentando un precedente que permite abrir nuevos caminos en el manejo de la vinaza en la provincia de Tucumán. Con respecto a los indicadores químicos, las variaciones significativas en la CE, el pH y el K+ coinciden con lo investigado hasta el momento por diversos autores locales e internacionales, lo cual permite concluir que son indicadores altamente sensibles.

El monitoreo frecuente de los indicadores seleccionados en esta experiencia sigue siendo recomendado, para prevenir que con aplicaciones no controladas y desmedidas

se lleguen a niveles que pudieran afectar la calidad del suelo y por consiguiente el cultivo implantado.

Dichos resultados fueron una parte publicados en la revista RIAT y parte enviados al Congreso Internacional de caña 2025 (ISSCT).

Se trabajó con columnas de suelo en condiciones controladas, en un diseño completamente aleatorizado. En el mismo se evaluaron dos tipos de vinaza, la tradicional enriquecida en potasio y una vinaza proveniente de columnas de intercambio, enriquecida con magnesio, denominadas VN y VI respectivamente. Las columnas se extrajeron de un suelo clasificado como Haplustol típico proveniente de la Subestación de la EEAOC Monte Redondo de la localidad de San Agustín-Dpto. Burruyacú, hasta la profundidad de 50 cm. Se simularon tres años de riego consecutivo y los tratamientos fueron: T (testigo regado solo con agua), VN (regado con la vinaza tradicional) y VI (regado con la vinaza intercambiada), la lámina de riego empleada fue la recomendada por la EEAOC (150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). Se evaluó pH, salinidad, carbonato de calcio, materia orgánica, fósforo disponible, cationes intercambiables (sodio, potasio, calcio y magnesio), capacidad de intercambio catiónico, metales pesados, carbono orgánico total y sus fracciones (pesada, ligera, intermedia, particulada), y también respiración edáfica y actividad enzimática total. Las profundidades fueron por un lado 0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm y por otro lado 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm.

Los resultados en general arrojaron incrementos, en los tratamientos regados con vinaza en aquellos indicadores químicos en los cuales se conoce la vinaza tiene efectos, tales como el pH, salinidad, potasio intercambiable de manera significativa, también del carbono orgánico total y la materia orgánica particulada. Así también efectos significativos en la respiración y la actividad enzimática total. Resultados similares a los encontrados en los distintos tipos de suelo de la provincia de Tucumán. Trabajo en etapa de escritura para ser presentado en congreso y también publicados en revista con rigor científico.

### › Plan Manejo de la vinaza en suelos salinos y o sódicos de la provincia de Tucumán

Se continúa brindando el servicio de muestreo y análisis de propiedades físico químicas de

aquellos suelos de nula a baja capacidad productiva regados con vinaza, y también de agua de napa freática, pertenecientes a los Ingenios La Trinidad, Santa Barbara y Marapa. Los mismos se realizaron en los casos de La Trinidad previos y posteriores al riego con vinaza, y de demás ingenios solo previamente. Estos muestreos sujetos a los protocolos establecidos por resolución de la SEMA Tucumán (047/2011 y 148/2017). Las propiedades analizadas son: pH, conductividad eléctrica (dS/m), carbonato de calcio (%), textura estimada, materia orgánica oxidable (%), fósforo disponible (ppm), cationes intercambiables (sodio, potasio, calcio y magnesio) (Cmolc/kg), capacidad de intercambio catiónico (Cmolc/kg). Profundidades 0-30, 30-60, 60-90 cm y en algunos de los casos se agregaron 90-120, 120-150 y 150-180 cm, con el propósito de verificar la presencia de vinaza en profundidad. Con los resultados obtenidos del análisis de las muestras extraídas se elevaron los informes técnicos correspondientes.

### ➤ Plan Producción de compost con residuos y efluentes de la agroindustria

Se estableció un ensayo referido al uso de compost derivado de la agroindustria de la caña de azúcar, como enmienda orgánica. Se llevó a cabo en la localidad de Monteagudo, Dpto Simoca, provincia de Tucumán, en un suelo clasificado como Haplustol fluvéntico. Se comparó el efecto del compost con yeso agrícola en suelo muy fuertemente alcalino ( $\text{pH} > 9,5$ ) y un testigo que no recibió enmienda alguna. El diseño fue DBCA, con cuatro tratamientos y tres repeticiones de cada uno. Se realizaron las siguientes tareas: el muestreo inicial para la caracterización del suelo, la aplicación de forma manual de las enmiendas planteadas con la posterior incorporación de las mismas con rastra. También se realizaron los muestreos de suelo para ver la evolución de las propiedades (análisis en laboratorio de la sección Suelos y Nutrición Vegetal). Se sembró también un cultivo que podría adaptarse a la situación, sorgo el cual también fue evaluado (spad y materia seca). Se observa que en los tratamientos que llevan yeso en cuanto a la reacción química del suelo ( $\text{pH}$ ) una reducción de la misma, junto con una reducción del sodio intercambiable. Teniendo en cuenta los tratamientos que llevan compost se pudo observar un aumento del porcentaje de materia orgánica de los mismos. En los tratamientos que tienen compost los valores de peso seco en el cultivo implantado fueron mayores. Etapa del trabajo: escritura de trabajo y posterior

publicación de resultados.

Se inició un trabajo en conjunto con Medio Ambiente de la EEAOC y empresa Los Balcanes en la elaboración de compost a partir de residuos sucroalcoholeros y su posterior uso agrícola. Etapa: análisis final del compost obtenido y definir sus destinos (enmienda u abono orgánico).

Ensayos preliminares sobre té de compost elaborado con residuos agroindustriales.

Evaluación de nuevas técnicas analíticas como índice de madurez en compost final, estabilidad en compost final y amonio, para profundizar las competencias técnicas del equipo de trabajo y ampliar la oferta de servicios del laboratorio.

#### ► Sección Suelos

##### • Muestreo de suelos, análisis y evaluación de propiedades de suelo regados con vinaza

Se continúa brindando servicio de muestreo de suelos y agua de napa freática a empresas que destinan sus lotes al riego con vinaza, tanto cañeros como aquellos de nula a baja capacidad productiva. Los mismos son previos y posteriores al mismo, según lo establecido por resoluciones emitidas por la SEMA (040/2011, 047/2011 y 148/2017). También el análisis de las muestras de las siguientes propiedades: pH, conductividad eléctrica (dS/m), carbonato de calcio (%), textura estimada, materia orgánica oxidable (%), fósforo disponible (ppm), cationes intercambiables (sodio, potasio, calcio y magnesio) (Cmolc/kg), capacidad de intercambio catiónico (Cmolc/kg) y su respectivo informe técnico.

Ingenios: Concepción, Bella Vista, Famailla, Santa Bárbara, Marapa, La Trinidad, Empresa Bulacio Argenti.

##### • Muestreo de suelos, análisis y evaluación de propiedades de suelo regados con efluente cítrico y disposición de residuos semisólidos

También se continúa brindando servicio de muestreo de suelos y agua de napa freática a empresas que destinan lotes a riego con efluente cítrico. Los mismos son previos y posteriores al mismo, según lo establecido por resoluciones emitidas por la SEMA (013/2013). También el análisis de las muestras de las siguientes propiedades: pH, conductividad eléctrica (dS/m), carbonato de calcio (%), textura estimada, materia orgánica oxidable (%), fósforo disponible

(ppm), cationes intercambiables (sodio, potasio, calcio y magnesio) (Cmolc/kg), capacidad de intercambio catiónico (Cmolc/kg) y su respectivo informe técnico.

Citrícolas San Miguel, Veracruz, ArgentiLemon.

### ➤ **Extensión y transferencia:**

Reuniones con técnicos e investigadores internos y externos (INTA, ASACOMP, INTI, etc) para promover la práctica del compostaje y difundir el rol de la EEAOC en este rubro.

Inscripción en la Asociación Argentina de Compostaje (ASACOMP), en agosto de 2024.

Charla técnica para empresa Los Balcanes con posterior visita a la planta de compostaje, tema: Alternativas de uso y manejo agrícola de residuos sucroalcoholeros.

Capacitación sobre compostaje, proceso de elaboración, análisis en laboratorios de las Secciones Suelos y Medio Ambiente de la EEAOC, alternativas de uso y manejo agrícola de compost. Charla técnica para empresa Los Balcanes con posterior visita a la planta de compostaje

Asesoramiento técnico sobre uso y manejo de residuos agroindustriales (caña de azúcar y citrus) a diversas empresas y productores del medio agroindustrial (Ing. La Florida, Ing. La Trinidad, Ing. Concepción, Citrícola Veracruz, Citrusvil, San Miguel, ArgentiLemon, BulacioArgenti).

Asistencia técnica para adaptación de las características fisicoquímicas del efluente de vuelco del Ing. Bella Vista. Además prestamos servicios de muestreos y análisis de laboratorio. Entablamos conversaciones con el Ing Diego Iimas del ing. NIÑORCO, quien nos solicitó asesoramiento para desarrollar un filtro piloto de cenizas, para el tratamiento de efluentes de fábrica.

### ➤ **Publicaciones e Informes Técnicos:**

Carolina Sotomayor, Esteban Arroyo, Jessica Priscila Navarro Di Marco, Lucrecia Ludueña, Andrea Natalia Peña Malavera y Gerardo Agustín Sanzano. 2023. Actividad enzimática total: indicador de calidad microbiológico de un suelo regado con vinaza. Revista RIAT 100 (2) p 45-51.

Publicada en el año 2024.

### **Asesoramiento y servicios:**

Se realizaron los siguientes servicios:

- Servicio extracción de muestras de suelo de distintas áreas del Ing. Bella Vista solicitado por Salta Refrescos SA, con posterior análisis de las mismas en los laboratorios de Suelos y Nutrición Vegetal, Metales pesados e hidrocarburos, estos últimos realizados por terceros.
- Servicio de muestreo de suelos y bioles provenientes de biodigestores que tratan efluentes porcino y bovino. Trabajo realizado en la localidad de Beltrán, Santiago del Estero. Trabajo solicitado por INTI y Colonia Jaime, con posterior análisis de las muestras en el laboratorio de la Sección Suelos e informe técnico con sus respectivas recomendaciones.
- Servicios de análisis de control de lodos anaeróbicos del reactor de Citromax.
- Servicios de análisis de compost para Citrusvil SA.
- Servicios de análisis de composición de biogás (in situ), de residuos semisólidos orgánicos y de amonio en aguas de refrigeración para SA-San Miguel.
- Servicios de ensayo de biodegradabilidad anaeróbica y potencial de metanización de residuos semisólidos orgánicos para Argenti Lemon.
- Servicios de análisis de residuos semisólidos orgánicos para Veracruz SA.
- Servicios de investigación y de ensayos de compostaje con técnicos del Ingenio La Florida.
- Servicio de análisis de composición del biogás acumulado en la geomembrana de las lagunas de contención de vinazas en el ing. Sta Barbara.

### **Convenios y vinculación tecnológica:**

Vinculación con Municipalidad de San Miguel de Tucumán, Municipalidad de Yerba Buena, Municipalidad de Tafí Viejo y con otras instituciones y firmas para expandir y desarrollar la tecnología del compost a partir de diferentes materias primas.

## Tabaco

La superficie ocupada con tabaco en la provincia de Tucumán en la campaña 2024/2025 fue estimada en 3.850 ha. Al comparar con la campaña 2023/2024, se observó una disminución del 1% de la superficie con tabaco (30%). En las últimas cuatro campañas, La Cocha presentó la mayor disminución de la superficie con 550 ha (19%), le siguió el departamento J.B.Alberdi con 520 ha (34%) y finalmente Graneros con 160 ha (24%) (Scandaliaris et.al. 2025).

Las acciones de la EEAOC en general, y la subestación La Invernada en particular, se centran en:

- **Monitoreo y estimación satelital:** La EEAOC realiza un seguimiento de la superficie cultivada con tabaco y otros cultivos mediante análisis satelital.
- **Investigación y desarrollo:** La subestación trabaja en la mejora de la producción tabacalera, incluyendo la calidad de la semilla, el manejo de plagas y enfermedades, y la optimización de los costos de producción.
- **Asistencia a productores:** La EEAOC brinda apoyo técnico y científico a los productores.

La subestación La Invernada juega un papel crucial en la investigación y el seguimiento del cultivo de tabaco en Tucumán, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia del sector.

## ➤ Desafíos y Perspectivas

El sector tabacalero en Tucumán enfrenta varios desafíos. La variabilidad climática, con períodos

de sequía o lluvias intensas, es un factor de riesgo constante. La fluctuación de los precios internacionales y la carga impositiva también son elementos que inciden en la rentabilidad de la actividad.

No obstante, el sector muestra un claro compromiso con la innovación y la sostenibilidad. Se observa un creciente interés en la implementación de técnicas de manejo integrado de plagas, así como en la adopción de prácticas agrícolas más eficientes en el uso del agua. La provincia, a través de sus organismos técnicos y gremiales, promueve la capacitación de los productores y la mejora continua de la calidad del producto.

Durante la última Campaña, la producción de la provincia de Tucumán, experimentó un incremento de rendimientos de los Tipos Burley, Virginia y Criollo Argentino. Los datos revelarían que esta situación sería producto de mejoras en el rendimiento de los tres tipos de tabaco. El productor tabacalero fue priorizando la producción del Tipo Burley frente a los Tipos Virginia y Criollo Argentino y, de este modo como el tabaco Burley ha pasado a ser la base de la estructura tabacalera de Tucumán. (Tabla 4).

## ➤ Publicaciones e Informes Técnicos:

**Scandaliaris P., C. Fandos, J. I. Carreras Baldrés, y A. Villares. 2025.** Estimación satelital de la superficie cultivada con tabaco en Tucumán Campaña 2024/2025. Reporte Agroindustrial EEAOC [En línea]. (338). Disponible en <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=estimacion-satelital-de-la-superficie-cultivada-con-tabaco-en-tucuman-campana-2024-2025>.

**Tabla 4.** Rendimientos en kg por campaña y tipos de tabacos en la provincia de Tucumán. División Tabaco Subsecretaría de Desarrollo Productivo. Tucumán.

Camp	Burley	Crio. Arg.	Crio. Mis.	Virginia	Totales
18/19	5075776	205374	57159	9704	5348013
19/20	7987963	248623	0	71166	8307752
20/21	4827933	201544	0	17382	5046859
21/22	6184619	219877	0	9051	6413547
22/23	5746078	203913	0	837	5950828
23/24	6243964	56451	0	17473	6317888
24/25	6991452	62774	0	15799	7070025

## Pecán

### ► Colección

Se implantó en el año 2008 una colección en la localidad de Las Talitas, con un total de 22 variedades. Actualmente se está estudiando el comportamiento productivo, características morfológicas y la fenología de las diferentes variedades. En la figura 5 se muestran las fechas de inicio y fin de floración para los diferentes cultivares durante el año 2024.

### ► Estimación de la superficie cultivada con pecán en Tucumán

Técnicos de las secciones Fruticultura y Sensores Remotos y SIG realizaron el relevamiento satelital de la superficie ocupada con nuez pecán en Tucumán a marzo del año 2024. Se constató una superficie de 465 ha

con pecán. Burruyacú fue el departamento con mayor superficie, seguido por Trancas y La Cocha.

Los resultados fueron publicados en el Reporte Agroindustrial EEAOC 311.

## Palta

### ► Colección

A fines del año 2022 se recolectó material vegetal de la colección de Paltos de la empresa Ledesma (Jujuy). Se trajo un total de 22 Clones, (8 portainjertos y 16 variedades comerciales). Se las injertó en el vivero comercial (Vivero Citrus). Se las implantó en 2024 en el lote C7 de la EEAOC. Actualmente están en etapa de establecimiento a campo realizando relevamientos para refalles e injertación.

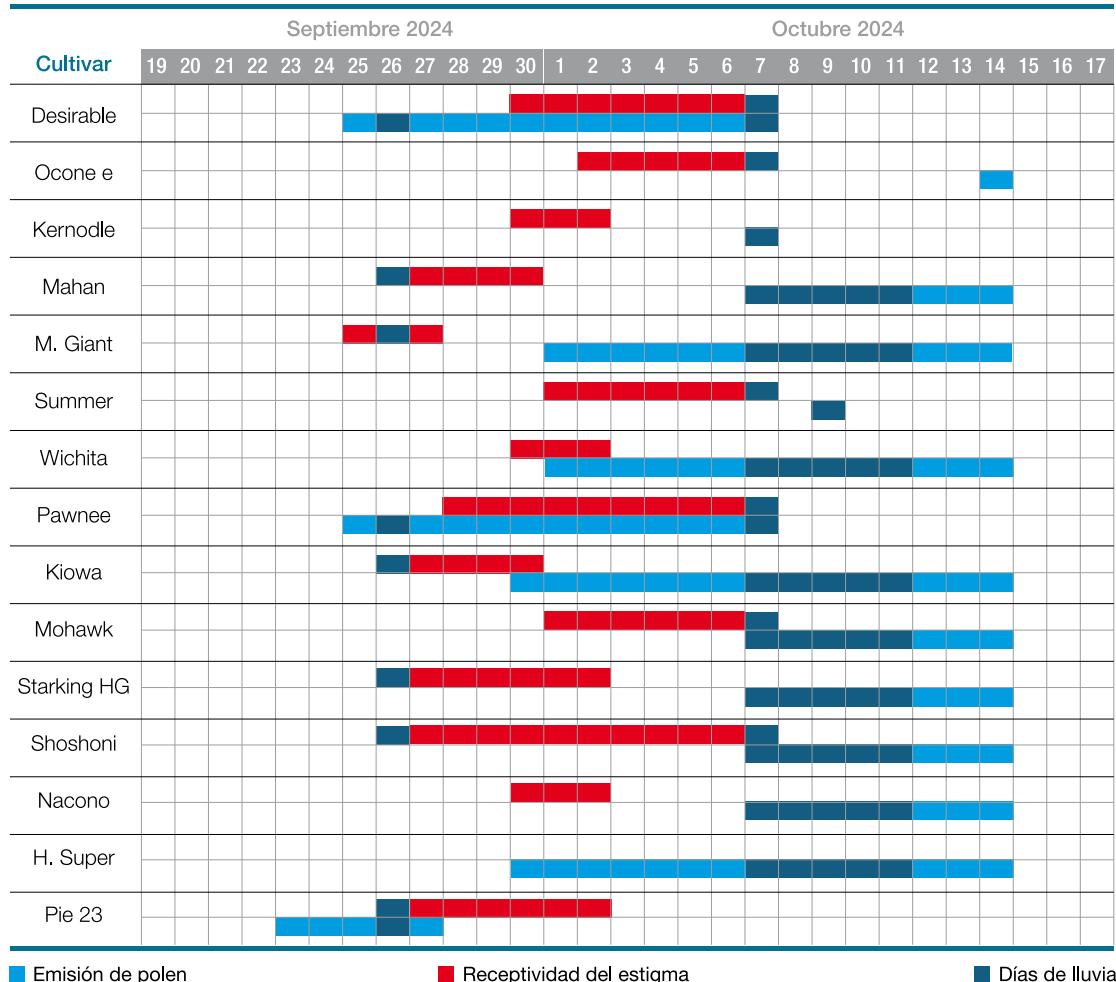


Figura 5. Inicio y fin de liberación de polen y receptividad de estigma.





## Proyectos, estudios y generación de información



### Área de Proyectos y Vinculación Tecnológica

La Unidad de Proyectos y Vinculación Tecnológica en su función y misión al identificar, formular y gestionar proyectos científicos y tecnológicos, actuando como una interfaz entre el sector productivo, los gobiernos, el sistema científico-técnico y de investigación de nuestra institución. Desde su creación hace más de 14 años, nuestra área ha estado comprometida con la identificación de oportunidades de innovación y su vinculación con las capacidades de desarrollo de la EEAOC.

Hasta el año 2023, la Unidad ha gestionado más de 73 proyectos, involucrando un monto cercano a los USD 30.000.000,00 entre subsidios, créditos y contraparte. Estos fondos han sido destinados al pago de becas, adquisición de equipamiento e insumos, obras civiles, así como a la gestión de contrapartes entre la EEAOC y empresas asociadas.

En el ámbito de la Vinculación, durante 2023 la UPVT participó activamente en la Red Nacional de Información Estratégica, evidenciando nuestra vinculación público-privada y la experiencia institucional con el sector productivo regional. En este encuentro federal, se reunieron referentes de los gobiernos provinciales e

instituciones dedicadas a la I+D en todo el país.

Asimismo, estamos avanzando en el desarrollo de un programa de Gestión Estratégica de la Ciencia y la Tecnología (GECyT), reconociendo la necesidad y hacerlos más eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles en un contexto de rápidos cambios y altas exigencias. Contamos con el apoyo de la Secretaría de Estado y Gestión Pública y Planeamiento de nuestra provincia para abordar esta temática en el marco de la agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En el transcurso del 2023 se gestionaron:

- Proyecto “Alimentación Saludable, CELFOS – Prebióticos a partir de la caña de azúcar” con un financiamiento de USD 115.000,00.
- Participación en el Programa Federal Equipar Ciencia III, con una inversión de USD 245.000,00 en la adquisición de equipos.
- Proyecto “Compra Pública Innovadora, Galletas funcionales proteicas destinadas a comedores escolares de Tucumán” con una inversión de USD 75.000,00.
- Proyecto FONTAR ANNUIT “biofunguicida, formulado en base a glucósidos de ácidos

grasos de frutilla para tratamiento de frutas de exportación" con un financiamiento de USD 40.000,00.

- Proyecto PFI 2022 "suplemento alimenticio a base de derivados de la agroindustria del NOA accesible a pequeños productores tambores" con una inversión de \$20.000.000,00.
- Proyecto IICA – Mincyt "Mercado de carbono: una oportunidad para el desarrollo de la región" cuya financiación está en curso.

Actualmente, nuestra sección está vinculada con proyectos de toda la institución, en áreas y temas relevantes para la provincia y la región, tales como:

- Aprovechamiento energético de la biomasa de

caña de azúcar, desarrollo de nuevas variedades y producción de alcohol.

- Investigaciones en el sector citrícola, incluyendo aplicaciones de vinaza en plantaciones, control de enfermedades como HLB y desarrollo de reguladores de crecimiento.
- Desarrollo de nuevas variedades de soja y poroto.
- Análisis químicos para la certificación de exportaciones de cítricos y otros productos, así como análisis diversos.
- Investigaciones en biogás.
- Proyectos en horticultura y biotecnología.

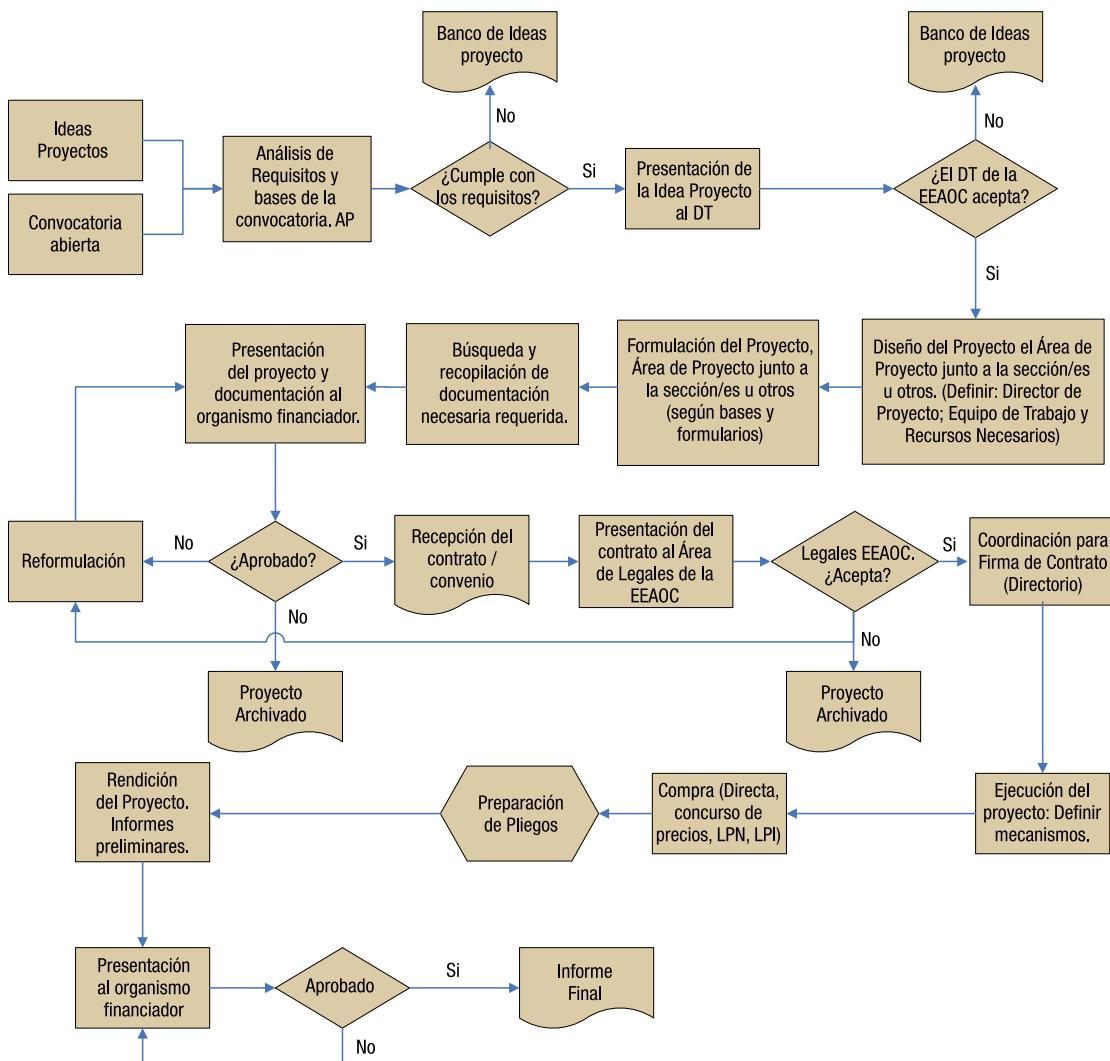


Figura 1. Procesos del área: identificación, formulación, ejecución y presentación final de los proyectos.



# Convenios



## Convenios realizados en el año 2024

### Internacionales

- Instituto Politécnico de Virginia y la Universidad Estatal (Virginia Tech) de EE.UU. Acuerdo para la liberación de germoplasma de semillas de soja con fines de investigación.
- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) de India. Acuerdo de Transferencia de Material para introducir semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) desde India.
- Carus LLC de EE.UU. Estudios sobre el comportamiento de un producto elaborado por esta empresa como biocida para el procesamiento de la caña de azúcar, su efecto sobre pérdidas de azúcar y en la degradación de subproductos.
- Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de La Habana, Cuba - Acuerdo de Evaluación y de Opción Proyecto de producción de fructooligosacáridos de bajo peso molecular (FOS) con el fin de evaluar la tecnología y la opción de decidir su licencia por parte de la EEAOC.
- Suterra LLC de USA Acuerdo de Confidencialidad, a efectos de la conducción de ensayos a cargo de la Sección Zoológica Agrícola destinados evaluación de feromonas para el control de Cochinilla Roja Australiana en naranjas.

- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de la República de Uruguay (UDELAR). Convenio de Cotitularidad y Distribución de Beneficios. Proyecto de investigación conjunto relativo al aumento de resistencia al estrés en plantas, según estudio de patentabilidad previo.

- Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) de Francia Cofinanciamiento de un proyecto de investigación para dilucidar la estructura genómica, la diversidad y las relaciones filogenéticas de las especies de *Saccharum* involucradas en los cultivares modernos. Caracterización de la fracción del genoma de *S. spontaneum* presente en los cultivares modernos, proporción y diversidad.

### Nacionales

- BASF Argentina SA Carta Oferta Marco de Servicios, para realizar ensayos con la Sección Zoológica Agrícola. Carta Oferta Marco de Servicios, para la evaluación de eficacia de un fungicida en el cultivo de limón con la Sección Fitopatología.
- Carta Oferta de Servicios de Ensayos, para la evaluación de la eficacia de tratamientos fungicidas para el control de *Fusarium tucumaniae* (muerte súbita) en soja con la Sección Fitopatología.

- **Bayer S.A. (Compromiso de Confidencialidad de Información)**

Ejecución de ensayos para la evaluación de nematicidas en papa en la Sub-Estación Tafi del Valle con las Secciones Horticultura y Zoología Agrícola.

- **Annuit S.A.**

Cesión de Posición Contractual del Convenio de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología, celebrado entre EEAOC y BIAGRO el 21 de diciembre de 2011. Incluye distintos proyectos para la obtención de productos formulados con microorganismos o derivados de plantas como principios activos para la mejora de la producción agroindustrial y en el manejo de plagas y enfermedades.

- **Biagro - CONICET**

Cesión de Posición Contractual con relación al Convenio de Investigación y Desarrollo de fecha 09/12/2015, para el desarrollo del bioinsumo ISDV2, inductor de los Sistemas de Defensa Vegetal.

- **Agrosistemas - Convenio Marco de Colaboración**

Prestación recíproca de servicios, asistencia técnica y académica en temas de interés común.

- **Instituto de Agrobiotecnología Rosario S.A. (INDEAR)**

Siembra, seguimiento y cosecha de ensayos de soja.

- **Asociados Don Mario S.A. - Carta Compromiso**

Realización de ensayos en soja con tecnologías Conesta: Enlist E3, en parcelas de Otero Pozo gestionadas por la empresa ADM.

- **Summit Agro Argentina S.A.**

Evaluación del bioinsumo Howler en limonero.

- **Bolsa de Cereales y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba**

Acta Acuerdo N° 6 correspondiente al Convenio Marco de Colaboración para testeo de muestras de soja con tecnología RRII de Monsanto.

- **Monsanto Argentina S.A.I.C**

Contrato Prestación de Servicios de Ensayos con la Sección Zoología Agrícola.

- **Universidad Nacional de Tucumán/ Universidad San Pablo-T**

Cooperación académica para promover la formación de recursos humanos a nivel de postgrado en la Especialización en Citricultura.

- **Arcor S.A.I.C**

Adenda al Convenio Específico celebrado con fecha 02/09/2019, en el marco del proyecto de desarrollo de un nuevo sistema de multiplicación de caña de azúcar.

- **Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán (IDEP)**

Acta Acuerdo de Participación en la Oferta Exportable de Tucumán 2020/2021

- **Municipalidad de Tafí Viejo - Convenio Marco**  
Investigación de procesos termoquímicos para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) del municipio y su aprovechamiento energético amigable con el medio ambiente.

- **Federación Económica de Tucumán (FET) - Convenio Marco**  
Cooperación y asistencia técnica.

## ➤ Convenios vigentes durante 2024

### ➤ Internacionales

- Louisiana State University Agricultural Center (LSU AgCenter)
- Unidad de Investigación en Caña de Azúcar de Houma, dependiente del Departamento de Agricultura de Estados Unidos - USDA
- Instituto Paraguayo de Tecnología Agropecuaria (IPTA)
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Australia
- Centro Brasileño de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM)
- Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba
- Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA)
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA )
- Biogold North America, EE.UU
- Biogold International (PTY) LTD, República de Sudáfrica
- Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), Brasil
- Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba, CONICET
- Globalg.a.p.
- Universidad Federal de San Carlos (UFSCar), Brasil
- Universidad San Pablo, Brasil

- Sensako (PTY) LTD, República de Sudáfrica
- Australian Grains Genebank
- Empresa Alcoholes del Uruguay (ALUR S.A.)
- Protein Research Foundation, República de Sudáfrica
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia

### ➤ Nacionales

- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica del MinCyT
- Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)
- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
- Organismo Argentino de Acreditación
- Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas (CONICET)
- Servicio Meteorológico Nacional
- Monsanto Argentina S.A.I.C.
- Annuit S.A.
- Bolsa de Cereales y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba

- Ingeniería Técnica SA (INTESA)
- Asociación Cooperadora de la Estación Experimental INTA Concordia
- Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA).
- Instituto de Agrobiotecnología de Rosario S.A.
- Azur Soil S.A.
- Asociación Citrícola del Noroeste Argentino (ACNOA)
- PARAMERICA S.A.
- Lealsem Semillas S.R.L.
- Universidad Nacional de Jujuy
- Universidad Nacional de Tucumán (UNT)
- Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ, UNT)
- Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET, UNT)
- Fundación Miguel Lillo
- Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino
- Universidad San Pablo-T
- Facultad Regional de Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional
- Cooperativa de Productores Citrícolas de Tafí Viejo de Transformación y Comercialización Ltda. (COTA)





## Publicaciones



En línea:  
[www.eeaoc.gob.ar/publicaciones](http://www.eeaoc.gob.ar/publicaciones)

### ➤ Publicaciones en series de la EEAOC

**Gamboa, Daniel E. (ed.) y Devani, Mario R. (ed.). 2024.** El cultivo del maíz en el noroeste argentino. Campaña 2022/2023. Anexo sorgo. Pub. Esp. EEAOC (73): 106 p.

**Devani, Mario R. (ed.) y Sánchez, José R. (ed.). 2024.** El cultivo de la soja en el noroeste argentino. Campaña 2023/2024. Pub. Esp. EEAOC (74): 175 p.

**Giardina, Juan A.; Duarte, Daniel N.; Fajre, Sofía; Medina, Mercedes; Pérez Alabarce, Francisco y Digonzelli, Patricia A. 2024.** Proyecto Vitroplantas: producción y distribución de caña semilla de alta calidad en Tucumán en el año 2023. Reporte Agroind. (298): 8 p.

**Espeche, Clara M.; Carabacca, Laura; Tarulli, Lucas E.; Prado, Cynthia y Devani, Mario R. 2024.** Resultados de las macroparcelas de variedades de poroto en el noroeste argentino, en la campaña 2023. Reporte Agroind. (299): 9 p.

**Scandaliaris, Pablo; Fandos, Carmina; Carreras Baldrés, Javier I.; Soria, Federico y Lobo Zavalía, Ramiro. 2024.** Relevamiento del área cultivada con papa en la campaña 2023 en el pedemonte y llanura de Tucumán y comparación con campañas precedentes. Reporte Agroind. (300): 8 p.

**Scandaliaris, Pablo; Fandos, Carmina; Soria, Federico; Carreras Baldrés, Javier I. y Villares, Abel. 2024.** Estimación satelital de la superficie cultivada con tabaco en la provincia de Tucumán en la campaña 2023/2024 y comparación con campañas precedentes. Reporte Agroind. (301): 8 p.

Prado, Cynthia; Rayó, María Amelia y Devani,

**Mario. 2024.** Calidad de la semilla de soja producida en Tucumán y zonas de influencia: campaña 2022/2023. Reporte Agroind. (302): 10 p.

**Paredes, Virginia; Pérez, Daniela; Rodriguez, Graciela; Alonso, Luis y Romero, Eduardo R. 2024.** Gasto de fertilización de caña soca en Tucumán para la zafra 2024, influencia del precio de la urea y del azúcar en la rentabilidad de la práctica. Reporte Agroind. (303): 9 p.

**Prado, Cynthia; Rayó, María Amelia; Espeche, Clara y Devani, Mario. 2024.** Calidad de la semilla de poroto obtenida en la campaña 2023 en el noroeste argentino. Reporte Agroind. (304): 9 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I.; Soria, Federico J.; Gamboa, Daniel E.; Espeche, Clara y Devani, Mario R. 2024.** Relevamiento satelital de la superficie implantada con soja, maíz y poroto en Tucumán en la campaña 2023/2024 y comparación con campañas precedentes. Reporte Agroind. (305): 13 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Jorge; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I. y Soria, Federico J. 2024.** Estimación del área cosechable y de la producción de caña de azúcar para la zafra 2024 en Tucumán. Reporte Agroind. (306): 10 p.

**Rodríguez, Graciela; Paredes, Virginia y Pérez, Daniela. 2024.** Dinámica comercial del cultivo de limón en Tucumán en el período 2019 - 2023. Reporte Agroind. (307): 9 p.

**Pérez, Daniela; Paredes, Virginia y Rodriguez, Graciela. 2024.** Gastos de producción y margen bruto del cultivo de caña de azúcar en Tucumán en las campañas 2022/23 y 2023/24. Reporte

Agroind. (308): 7 p.

**Rodriguez, Graciela; Pérez, Daniela y Paredes, Virginia. 2024.** Actividad comercial del cultivo de frutilla en la Argentina y Tucumán en el período 2019-2023. Gastos de la campaña 2023 y gastos de la plantación 2024. Reporte Agroind. (309): 8 p.

**Rodriguez, Graciela; Pérez, Daniela y Paredes, Virginia. 2024.** Actividad comercial del cultivo de arándano en la Argentina y Tucumán en el período 2019-2023. Reporte Agroind. (310): 6 p.

**Mitrovich, Nicolás; Carreras Baldrés, Javier I.; Figueroa, Dardo H. y Soria, Federico J. 2024.** Superficie cultivada con pecán en la provincia de Tucumán al año 2024. Reporte Agroind. (311): 9 p.

**Mitrovich, Nicolás; Carreras Baldrés, Javier I.; Figueroa, Dardo H. y Soria, Federico J. 2024.** 2024 Pecan Nut planted area in Tucumán, Argentina. Reporte Agroind. (311): 9 p.

**Carreras Baldrés, Javier I.; Fandos, Carmina; Soria, Federico J.; Scandaliaris, Pablo; Figueroa, Dardo H.; Aranda, Nelson y Salas, Hernán. 2024.** Estimación del área implantada con cítricos en Tucumán en 2024 y comparación con campañas precedentes. Reporte Agroind. (312): 10 p.

**Pérez, Daniela; Paredes, Virginia; Rodríguez, Graciela y Devani, Mario. 2024.** Gastos de producción y puntos de indiferencia del cultivo de soja en la campaña 2023/2024 en Tucumán. Reporte Agroind. (313): 6 p.

**Bertani, Romina P.; Lobo, Jessica A.; Huviérne, Leny G.; Monachesi, María A.; Joya, Constanza M. y González, Victoria. 2024.** Los desafíos sanitarios de la caña de azúcar en Tucumán durante la campaña 2023/2024. Reporte Agroind. (314): 11 p.

**Prado, Cynthia; Rayó, M. Amelia y Devani, Mario. 2024.** Calidad de la semilla de trigo utilizada en la siembra del ciclo agrícola 2024 en Tucumán y zonas de influencia. Reporte Agroind. (315): 7 p.

**Pérez, Daniela; Paredes, Virginia; Rodríguez, Graciela; Espeche, Clara y Devani, Mario. 2024.** Resultados de la encuesta realizada a productores de poroto en Tucumán y zona de influencia. Campaña 2024. Reporte Agroind.

(316): 10 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I.; Soria, Federico J.; Alonso, Luis; Fajre, Sofía; Giardina, Juan A. y Leggio, Fernanda. 2024.** Relevamiento satelital del daño causado por las heladas de julio y agosto de 2024 en el área cañera de Tucumán. Reporte Agroind. (317): 10 p.

**Rodríguez, Graciela; Paredes, Virginia; Pérez, Daniela y Figueroa, Dardo. 2024.** Gastos de plantación y producción en el cultivo de limón en Tucumán entre las campañas 2019/20 y 2023/24. Reporte Agroind. (318): 8 p.

**Prado, Cynthia; Rayó, M. Amelia; Espeche, Clara y Devani, Mario. 2024.** Calidad de la semilla de garbanzo utilizada en la siembra del ciclo agrícola 2024 en Tucumán y zonas de influencia. Reporte Agroind. (319): 8 p.

**Pérez, Daniela; Paredes, Virginia; Rodríguez, Graciela; Gamboa, Daniel y Devani, Mario. 2024.** Resultados económicos del cultivo de maíz en la campaña 2023/2024 y perspectivas para la campaña 2024/2025 en Tucumán y zonas de influencia. Reporte Agroind. (320): 11 p.

**Paredes, Virginia; Pérez, Daniela; Rodríguez, Graciela y Devani, Mario. 2024.** Resultados de la encuesta realizada a los productores de soja en Tucumán y zonas de influencia, campaña 2023/2024. Reporte Agroind. (321): 10 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I.; Soria, Federico J.; Gamboa, Daniel E.; Espeche, Clara. y Devani, Mario R. 2024.** Estimación satelital de la superficie cultivada con trigo y garbanzo en Tucumán en la campaña 2024 y comparación con ciclos precedentes. Reporte Agroind. (322): 10 p.

**Paredes, Virginia; Pérez, Daniela; Rodríguez, Graciela; Gamboa, Daniel y Devani, Mario. 2024.** Resultados de la encuesta realizada a los productores de maíz en Tucumán y zonas de influencia, campaña 2023/2024. Reporte Agroind. (323): 13 p.

**Campero, Nicolás E.; Romero, Ignacio; Vera, Martín A.; Casmuz, Augusto S.; Medrano, Cristián M.; Cejas Marchi, Emmanuel; Álvarez Paz, Pablo; Ale Reuter, Pedro J.; López Lomenzo, José M.; Carreras Baldrés, Javier y Gastaminza, Gerardo A. 2024.** Prospección

de la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) en maíces voluntarios de Tucumán y zonas de influencia (octubre 2024) y comparación interanual de su dinámica 2023-2024. Reporte Agroind. (324): 13 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I. y Soria, Federico J.** 2024. **Zafra 2024:** diferenciación de edades en cañaverales tucumanos con cultivo antecesor soja. Reporte Agroind. (325): 9 p.

**Carabajal, Nicolás; Gamboa, Daniel; Scalora, Franco y Devani, Mario.** 2024. Resultados de la red de macroparcelas de híbridos comerciales de maíz EEAOC, en Tucumán y zonas de influencia en la campaña 2023/2024. Reporte Agroind. (326): 6 p.

**Carabajal, Nicolás; Garnica, Samantha; Gamboa, Daniel; Scalora, Franco y Devani, Mario.** 2024. Performance de híbridos de maíz, categorización de espigas por peso, en Tucumán y zonas de influencia. Campaña 2023/24. Reporte Agroind. (327): 10 p.

**Fandos, Carmina; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I. y Soria, Federico J.** 2024. Análisis espacial y temporal del rendimiento del cultivo de maíz en la campaña 2023/2024 mediante técnicas de geoprocесamiento en Tucumán. Reporte Agroind. (328): 11 p.

**Carreras Baldrés, Javier I.; Fandos, Carmina; Soria, Federico J.; Scandaliaris, Pablo; Figueira, Dardo y Salas, Hernán.** 2024. Diferenciación de edades de plantaciones en el monte cítrico tucumano al año 2024. Reporte Agroind. (329): 12 p.

**Suárez Castellá, Miguel; Gómez Kosky, Rafael; Bernal Villegas, Aydiloide; Delgado Mora, Irenaldo y Toledo Rodríguez, Edel.** 2024. Análisis de balance de carga y capacidad en la Biofábrica de caña de azúcar del INICA Villa Clara (Cuba). Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 1-8.

**Bernal Villegas, Aydiloide; Toledo Rodríguez, Edel A.; Molina Hernández, Yisel ; Alejo Sierra, Mirelys ; Aguiar Fernández, Ada T.; Álvarez Ferreiro, Jersy y Gómez Kosky, Rafael.** 2024. Alternativas para incrementar la eficiencia de establecimiento in vitro de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*). Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 9-18.

**Acosta, M. Eugenia; Martínez, C. Valeria; Galindez, José E. y Fogliata, Gabriela M.** 2024. Ausencia de la bacteria *Xanthomonas citri* pv. *aurantifoliae*, causante de la cancerosis tipo B, en frutos cítricos del Noroeste Argentino. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 19-28.

**Espeche, Clara M.; Tarulli, Lucas E.; Devani, Mario R. y Ploper, L. Daniel.** 2024. Evaluación con ajuste lineal de genotipos de poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) negro, blanco y rojo para Tucumán y zonas de influencia. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 29-34.

**Golato, Marcos A.; Gutierrez, Cynthia E.; Zamora Rueda, Gimena del H.; Juárez, Gabriela; Kamiya, Norma; Paz, Dora y Ruiz, R. Marcelo.** 2024. Características de las cenizas de bagazo y de residuos agrícolas de cosecha de la caña de azúcar (RAC) de Tucumán, Argentina. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 35-42.

**Golato, Marcos A.; Zamora Rueda, Gimena del H.; Gutierrez, Cynthia E.; Peña Malavera, Andrea N.; Paz, Dora y Ruiz, R. Marcelo.** 2024. Sensibilidad de los componentes mayoritarios en la fusibilidad de cenizas de bagazo y RAC de caña de azúcar de Tucumán, Argentina. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 43-53.

**Fandos, Carmina; Soria, Federico J.; Scandaliaris, Pablo; Carreras Baldrés, Javier I. y Romero, Eduardo R.** 2024. Comparative analysis of the production levels in the traditional and the expanding sugarcane planted areas in Tucumán province, Argentina. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 55-61.

**Zamora Rueda, Gimena del H.; Golato, Marcos A.; Machado, Walter D. y Paz, Dora.** 2024. Caracterización y clasificación del bagazo y RAC de caña de azúcar, según índices de comportamiento a partir de su composición química elemental. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 101 (1): 63-70.

**Costilla, Diego; Henriquez, Diego; Ghio, Cecilia; Medina, Pablo; Figueira, Fernanda y Ostengo, Santiago.** 2024. Guía para la identificación a campo de variedades "TUC" de caña de azúcar. Gac. Agroindustrial EEAOC (85).

Los artículos publicados en la serie Avance Agroindustrial pueden consultarse en: <https://www.avance.eeaoc.org.ar/>

## ➤ Publicaciones en medios externos

### ▶ Artículos

**Enrique, R; Budeguer, F and Noguera, A. S. (2024).** A pseudo-colony PCR method for rapid identification of transgenic sugarcane lines at in vitro stage. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 24 (3). DOI: 10.1590/1984-70332024v24n3n34

**Budeguer, F.; Racedo, J.; Enrique, R.; Perera, M. F.; Ostengo, S. and Noguera, A.S. 2024.** Transgenic sugarcane with Bt genes for the sustainable management of *D. saccharalis*. *Sugar Industry* 149: 133-138. DOI: 10.36961/si30898

**Casmuz, Augusto S.; Vera, M. A.; Suarez, L. L.; Guedes, J. C.; Gastaminza, G. M. and Murua, G.2024.** Population fluctuation of *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) on chickpea and soybean crops and update of its geographical distribution in Argentina. *Journal of Plant Protection Research* 648 (4): 351-361. DOI: 10.24425/jppr.2024.152884

**García Degano, F.; Perez, P.; Dami, L.; Salvatore, A.; Herrero, M. I.; NipKay, A.; Ostengo, S. and Gastaminza, G. 2024.**

Susceptibility of *Diatraea saccharalis* populations (Lepidoptera:Crambidae) to Bt toxins expressed in genetically modified corns for development of transgenic sugarcane in Argentina. *Sugar Tech* 26: 776-785. <https://doi.org/10.1007/s12355-024-01392-2>

**Terán, Paula María; Merep, P.; García Degano, M.F.; Gastaminza, G.; Lizarraga, E. and Ajmat, M.T. 2024.** Chemical composition and toxic effects of an ethanolic extract of *Senecio rudbeckiaefolius* on *Diatraea saccharalis* larva. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 173 (1):71-85. <https://doi.org/10.1111/eea.13516>

### ▶ Capítulos de libro

**Budeguer, F. and Enrique, R. 2024.** Advanced tools for sugarcane breeding in response to environmental stresses. In: Biotechnological transformation for sugarcane management, pp. 151-165. Apple Academic Press and CRC Press.

**Perez, M.L.; Budeguer, F.; Budeguer Isa, R.; Nikpay, A. and Gastaminza, G. 2024.** Main sugarcane pest management strategies in Argentina. In: Biotechnological transformation for sugarcane management, pp. 265-279. Apple Academic Press and CRC Press.



## Informática



### › Contribuciones dentro de proyectos y planes de investigación

- Gestión para la incorporación de la EEAOC en TechSoup Argentina, empresa que brinda soluciones de tecnología para organizaciones sin fines de lucro.
- Nonprofits Google Workspace, creación del dominio de eeaoc.org.ar dentro de la plataforma para uso de todas las herramientas de Google para cada usuario.
- Migración del correo electrónico al entorno Google Workspace junto con un grupo de colaboradores de distintas secciones.
- Instalación y configuración de 21 WIFI AP11 en toda la institución dando servicio de internet a todos los usuarios con una red inalámbrica para las notebook, otra para los celulares y otra para los invitados
- Actualización de las licencias del Antivirus Eset Endpoint V9.5
- Cambio de la metodología del cálculo de Ganancias para el Sistema de Liquidación de Sueldos.
- Reconfiguración del equipo DNA Analycer Licor 4300 de Biotecnología

### › Actividades de Transferencia

- Capacitación del grupo de colaboradores informáticos para la migración de todos los correos de la Eeaoc hacia la nueva plataforma de Google Workspace.
- Creación, configuración y capacitación de los usuarios para las conexiones remotas a través de la VPN y del escritorio remoto.
- Soporte y capacitación del personal de la institución en el uso de la consola de Antivirus, dada por una empresa del medio.
- Asesoramiento técnico al personal de la institución para la adquisición de equipo informático y de red.
- Transferencia de los conocimientos adquiridos en cursos, seminarios y conferencias a los miembros de la sección y algunos miembros de la institución.
- Manejo del Impuesto a las Ganancias del Módulo de Liquidaciones de Sueldos para la Sección Personal.
- Manejo del Módulo de Administración de Planes de Trabajo a los respectivos responsables de cada Sección.
- Manejo del Módulo de Labor Desarrollada para a los empleados de la EEAOC

### › Actividades en Servicios y gestión

- Administración y mantenimiento de los Servidores de Internet, e-mail e infraestructura.
- Administración de los celulares Institucionales.
- Administración y Mantenimiento del Sistema Integral de Gestión Administrativa.
- Instalación, configuración y mantenimiento de sistemas operativos en estaciones de trabajo.
- Instalación de Software de aplicaciones con soporte y asistencia técnica a las secciones que poseen equipos de tareas específicas.
- Capacitación acerca del uso del sistema operativo y de aplicaciones básicas a los usuarios de la red de datos.
- Gestión administrativa para la compra de equipos informáticos, de red, insumos en general y software.
- Gestión administrativa en la elaboración de informes técnicos para compra directa, concursos de precios y licitaciones en la adquisición de equipo informático.
- Asistencia técnica en jornadas y reuniones (internas y externas), como así también durante visitas técnicas (constante interacción con personal vinculado con distintas áreas de la institución).

### › Actividades de vinculación técnica

En virtud de las tareas desarrolladas por la Oficina Informática, se efectuaron consultas y peticiones de soporte lógico a empresas especialistas en cada campo informático:

- Redes y telecomunicaciones
- Sistemas de telefonía IP
- Sistemas Antivirus
- Soporte de hardware
- Soporte SIGA
- Soporte de Sistema de Permisos y Licencias

### › Tecnologías de la Información Aplicadas

- Servidores Físicos: 4; Servidores Virtuales: 26

- Controlador de Dominio primario y Secundario
  - Servidor de Bases de Datos ORACLE
  - Servidor de Bases de Datos Sql-Server
  - Plataforma Google Workspace
  - Servidor de Archivos
  - Servidor de Antivirus ESET Nod32
  - Servidor de datos meteorológicos SCADA
  - Servidor de actualizaciones de Windows WSUS
  - Servidor de FTP
- (Entre los más destacados)

Virtualización de servidores significa particionar un servidor físico en varios servidores virtuales aprovechando al máximo los recursos de memoria, disco y procesador. Cada máquina virtual puede interactuar de forma independiente con otros dispositivos, aplicaciones, datos y usuarios, como si se tratara de un recurso físico independiente.

- SAN (Sistema de Almacenamiento en Discos): 2
- Una SAN es una red de alta velocidad a la que se conectan dispositivos de almacenamiento de datos y servidores, siendo estos últimos los encargados de proporcionar a los usuarios el acceso a las unidades de almacenamiento.
- Acceso a Internet a través de:
  - 1 Fibra Óptica a 60 MB – INTEGRA de Telecom
  - 1 Fibra Óptica a 75 MB – Servicio dedicado de Claro
- Nodos de la Red: 14 conectados con fibra óptica multimodo tipo OM2, 23 Swichs 3Com instalados a lo largo de todas los edificios de la Institución
- Red de WIFI
  - 21 Equipos de WIFI HP Aruba AP11 dando red inalámbrica en toda la institución con una única autenticación por red.
- Puestos de Trabajo
  - 295 computadoras
  - 41 notebooks
  - 115 Impresoras
- Central Telefónica IP Virtualizada:
  - 1 Principal
  - 110 Teléfonos IPs.
- Celulares Institucionales:
  - 47 Corporativos
  - 8 asignados a la central telefónica.
- Relojes Biométricos para el control de

asistencia:

- 2 ubicados en Ingeniería
- 2 ubicados en Administración

- Sistemas Operativos:

- 17 Servidores con Windows Server 2003.
- 296 Puestos de Trabajo con Windows 10/7

Profesional.

- 1 Central Telefónica IP con FreePBX.
- 4 Linux Redhat.

- Sistemas de Gestión:

- SIGA -Sistema Integral de Gestión Administrativa
- Módulo de Contabilidad
- Módulo de Presupuesto
- Módulo de Compras
- Módulo de Habilitación
- Módulo de Liquidación de Sueldos
- Módulo de Patrimoniales

- Módulo de Fiscalización

- Módulo de Medico Laboral

- Módulo de Administración Panes de Trabajo

- Módulo de Laboratorios

- Módulo de Mesa e Entrada

- Módulo de Administración de Vehículos para Taller

- Módulo de Distribución de Publicaciones

- Base de datos: Oracle 10g

- Sistemas WEB

- Novedades a través de la INTRANET

- Administración de Permisos y Licencias

- Informes Anuales – Labor Desarrollada

- Sistema de Presentaciones declaraciones Juradas Citrus

- Sistema de Asistencia del ITANOA.

- Sistema de consutas de Informe de Análisis para los clientes de servicios.





# Recursos Humanos



Como Área de apoyo a todas las Secciones de la Institución, se destacan a continuación las principales acciones que se ejecutaron durante el año 2024.

## ➤ Evaluación de desempeño

Herramienta que se encuentra sistematizada en una plataforma informática que permite la carga de objetivos anuales como así también lo relacionado a la labor desarrollada durante el período a evaluar y para los casos en donde operan vencimientos de designaciones el informe de evaluación panorámica el cual abarca el último período de designación. La importancia de este proceso es poder evidenciar de manera concreta el cumplimiento de los objetivos consensuados entre jefe y colaborador de manera tal que al momento de la evaluación se pueda cuantificar con una calificación el grado de cumplimiento de los mismos sobre las bases de indicadores de gestión para cada una de las metas establecidas previamente. Para el estamento de Investigadores y Técnicos, se requiere de un trabajo previo por parte de los Coordinadores y Jefes de Sección en cuanto a que deben tener actualizados los planes de trabajo de cada uno de los programas y proyectos con las respectivas dedicaciones; tarea que recae en los responsables designados por Sección para tales efectos. Esta etapa resulta de fundamental importancia dada la correspondencia entre las líneas de trabajo y los objetivos a cargar. El sistema permite, al momento de calificar, ponderar el peso del

desempeño en base a objetivos por sobre la gestión por competencias, a razón de 70/30. Las calificaciones se encuentran definidas en los siguientes rangos: no cumple las expectativas de 0 a 30, cumple parcialmente las expectativas de 31 a 65, cumple satisfactoriamente las expectativas de 66 a 90 y supera las expectativas de 91 a 100. La devolución es una instancia importante del proceso ya que de la misma se desprenden cuáles son las fortalezas y debilidades del colaborador las que servirán para el establecimiento de nuevas metas y objetivos para el próximo período. Todo el personal de la Institución se encuentra comprendido en el Sistema de Evaluación de Desempeño.

## ➤ Plan anual de capacitación

Proceso que consiste en el relevamiento de actividades de formación en base a la detección de necesidades de capacitación que cada jefe de sección informa. Desde el Área de Recursos Humanos se consolida la información a fin de verificar posteriormente el cumplimiento de las mismas en base a las solicitudes previamente enviadas que se corresponden con actividades programadas. Respecto de actividades no programadas se evalúan los pedidos en base a las justificaciones de los jefes de sección. La Comisión de Recursos Humanos, es la encargada de analizar la pertinencia de la misma. Para ello cada integrante dictamina sobre cada solicitud teniendo en cuenta a qué plan de trabajo de cada uno de los programas y proyectos pertenece el solicitante verificando

si dicho pedido se encuentra informado en el plan de capacitación y si cuenta con el aval de sus jefes. Posteriormente se eleva a consideración del Comité Ejecutivo para su aprobación en función del presupuesto disponible. Para las autorizaciones a participar de las actividades de capacitación se adoptan los criterios estableciendo prioridades de entrenamientos, cursos de formación de posgrado, capacitaciones vinculadas a tareas de Investigadores y Técnicos, luego congresos, reuniones, jornadas y simposios entre otras actividades. Entre las alianzas estratégicas que se establecen entre las distintas instituciones para la formación de nuestro personal se puede mencionar las que se tienen con el Instituto de la Administración Pública (IPAP) con quien el año pasado se llevaron adelante distintos programas, cursos y talleres, muchos de los cuales se dictaron en el campus virtual y otros se dictaron de manera presencial en el aula que el IPAP posee en la Casa de Gobierno. Entre las actividades que nuestro personal participó se destacan las siguientes: Liderazgo adaptativo, Gestión eficiente del tiempo laboral, Excel básico y avanzado, Introducción a la ciencia de datos, La agenda ODS, Redes sociales en organismos públicos, Herramientas de resolución de conflictos, Gestión de competencias laborales, Big data y gobierno, Tecnicatura superior en administración pública. También algunos de nuestros colaboradores participaron de actividades de formación que fueron brindadas dentro del Plan Federal que tiene implementado en su plataforma virtual el Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP) por un acuerdo entre la Nación y las Provincias.

### ➤ Reclutamiento y selección

El proceso se inicia con el requerimiento de la Sección en función de las distintas necesidades de cobertura de puestos, los cuales en su mayoría se corresponden con actividades estacionales, lo que implica designar personal de manera transitoria. Otro tanto ocurrió con algunos casos en donde debe designarse personal transitorio para reemplazar a colaboradores que se encuentren transitando enfermedades de largo tratamiento, embarazos personal accidentado. Para este tipo de personal las búsquedas se realizan teniendo en cuenta los currículum vitae presentados de manera espontánea y por referidos. En los casos de puestos que involucren tareas funciones de Investigadores, Técnicos y Personal Administrativo calificado las búsquedas se complementan, en algunos casos, con la

realización de psicotécnicos de tal manera de asegurarse tener el perfil adecuado para el puesto.

### ➤ Gestión institucional

En el transcurso del año 2024 se continuaron con los programas de pasantías ad honorem de alumnos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Dichos alumnos hicieron sus pasantías en las secciones agropecuarias. También hemos recibido alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la mencionada casa de altos estudios para que realicen sus prácticas profesionales supervisadas, los cuales fueron asignados a las áreas de tecnología industrial. Del mismo modo alumnos de la Escuela de Agricultura y Sacarotecnia, también dependiente de la Universidad Nacional de Tucumán realizaron sus prácticas profesionalizantes en la EEAOC.

### ➤ Clima organizacional

Una actividad que se destacó durante el año 2024 fue la relacionada al día del niño, la cual fue impulsada por un grupo de voluntariado cuyo objetivo fue celebrar dicha actividad con los hijos de los colaboradores. Dicho evento se realizó en la Sede Central de la Institución. Por otra parte, en el marco del día internacional de la mujer, se autorizaron a que durante una semana, luego del horario laboral, se realicen una serie de actividades cuyo objetivo fue la integración y participación de nuestro personal femenino. Un hecho muy importante que merece ser destacado, fue la reapertura del comedor de la Estación Experimental, el cual había cerrado durante la pandemia. Dicho espacio tiene como objetivo confraternizar y establecer vínculos con otras secciones durante el horario del almuerzo.

### ➤ Procesos de mejora continua

Con fin de actualizar los procesos administrativos vinculados al ingreso y egreso del personal se gestionaron la adquisición nuevos relojes biométricos lo cual permite tener dispositivos más modernos los cuales se encuentran distribuidos estratégicamente en los distintos edificios de la Institución. También se implementaron, por una propuesta elevada por la Contadora General, el sistema de recibos de sueldos digitales, el cual contó con la aprobación por parte del Tribunal de Cuentas de la Provincia. Desde la Sección Personal y en conjunto con la Sección Informática, se llevaron adelante las

adecuaciones y actualizaciones del Sistema de Permisos y Licencias lo cual permite mejorar la experiencia de los usuarios en la carga de las novedades atinentes al personal como así también obtener reportes e información para la toma de decisiones.

### ➤ Personal de la EEAOC al 31/12/2021

En la Tabla 1 figuran las distintas categorías que integran el personal de la institución:

**Tabla 1.** Cantidad de personal por categorías de la EEAOC.

Dotación EEAOC	2023
BECARIOS CONICET	9
TRANSITORIOS y LOC. SERVICIOS	45
PTA. PERMANENTE	95
AUXILIARES	39
PROF. ADM. y SERV.	22
NO PROF. ADM. y SERV.	13
TEC. NO PROFESIONALES	27
TECNICOS E INVESTIGADORES	144
TEC. E INV. CONICET	22
<b>Total</b>	<b>416</b>

### ➤ Servicio médico de la EEAOC

Durante el año 2024 desde el Servicio de Medicina Laboral de nuestra institución se realizaron auditorias de licencias médicas con el fin de disminuir el ausentismo por enfermedad. En este sentido se facilitó a las colaboradoras embarazadas poder auditarse licencias médicas en forma remota, vía mail cumpliendo con normativas básicas de auditorías. Se hizo seguimiento de los casos de accidentes de trabajo y accidentes in itinere bajo tratamiento por A.R.T. notificando a RRHH y a los jefes de sección los tiempos estimados de baja laboral a fin de poder coordinar las ausencias prolongadas de casos que fueron resolución quirúrgica. En el segundo trimestre del año 2023 nuestra institución no fue ajena al brote epidemiológico de dengue que afectó la provincia, para lo cual no solo se hizo seguimiento de licencias médicas, sino que se asistió en forma directa a colaboradores que cursaban la enfermedad dengue. Durante el tercer trimestre del año 2023 se recorrieron las secciones dando capacitaciones de primeros auxilios con buena concurrencia por parte de cada sección involucrada. Se habló sobre confección de botiquín, tratamiento de heridas, quemaduras, picaduras de insectos, sincope y desmayos. Junto al Sindicato y a RRHH se

brindó asesoramiento sobre temas referentes a jubilación por invalidez a colaborares que están en condiciones de acceder a la misma. Desde el servicio se implementó la opción de realizar el informe médico laboral determinando incapacidad a fin de presentarlo en los organismos correspondientes. Además en el marco del día de la mujer desde el servicio médico laboral se participó en las jornadas sobre prevención de cáncer de mama organizado por la Asociación de Técnicos. En el mes de noviembre junto al ministerio de salud de la provincia se participó en una jornada sobre prevención y tratamiento de la enfermedad endémica dengue. En el consultorio y en forma individual se realizó diariamente asesoramiento en temas de salud a los colaboradores que en forma espontánea vieron en el servicio laboral un eslabón más en la cadena de salud y no solo un auditor de certificados. Se continuó visitando secciones durante la jornada laboral para conocer modos de trabajos y atender inquietudes de los trabajadores.

### ➤ Higiene y seguridad

La principal función de la Sección se relaciona con la prevención de accidentes laborales los cuales impactan en el ausentismo laboral. Dichas acciones incluyen la capacitación del personal generando concientización en el cumplimiento de las normas a fin de evitar actos inseguros. Adicionalmente, y dado que la función del Jefe de Higiene y Seguridad están siendo compartidas entre las del rol de Intendente interino, se procuraron para ello tener las instalaciones lo más adecuadas posibles de tal manera que no ocurran contingencias por condiciones inseguras. En función de ello el total de accidentes que tuvimos durante el año 2023 fueron veinticinco, lo que representa un 4% más que en el año 2022. Veinte de esos accidentes ocurrieron en el lugar de trabajo, siendo cantidad la misma que tuvimos en el año 2022. Se destaca que en el período 2023 la cantidad de días caídos por accidentes respecto del mismo período del año pasado disminuyó en catorce días. Se puede categorizar que los accidentes fueron menores y leves, lo cual impactó en la cantidad de días de bajas por accidentes. Se dieron cumplimiento a todas las normativas relacionadas a Higiene y Seguridad, destacándose la confección del relevamiento de agentes de riesgos (RAR) y se gestionaron los exámenes periódicos anuales entre otras actividades inherentes a la Sección. Se cumplieron con las compras de los elementos de protección personal como así también la recarga y mantenimiento anual de todas las unidades extintoras de la Institución.





# Personal de investigación y unidades de apoyo



## Caña de Azúcar

- Dr. Ing. Agr. Eduardo Romero  
Investigador Principal, Jefe de Sección, Coord. Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar
- Ing. Agr. Carolina Díaz Romero  
Técnica Profesional Principal A
- Ing. Agr. Luis G. Alonso  
Técnico Profesional Asociado A
- Ing. Agr. María F. Leggio Neme  
Investigadora Adjunto A
- Ing. Agr. Diego D. Costilla  
Técnico Profesional Asociado A
- Ing. Agr. M. Javier Tonatto  
Investigador Adjunto A
- Dr. Cs. Bio. Santiago Ostengo  
Investigador Asociado B
- Ing. Agr. Juan A. Giardina  
Investigador Adjunto B
- Ing. Agr. Sergio Casen  
Técnico Profesional Asociado B
- Ing. Agr. Juan Fernández de Ullívarri  
Investigador Adjunto B
- Ing. Agr. Agustín Sánchez Ducca  
Investigador Asistente A
- Ing. Agr. Pablo E. Fernández González  
Técnico Profesional Asistente B
- Ing. Agr. Sofía Fajre  
Técnica Profesional Ayudante A
- Ing. Agr. Jorge V. Díaz  
Técnico Profesional Asistente B
- Ing. Agr. Mercedes Medina  
Técnica Profesional Ayudante A
- Dr. Lic. Biotec. María L. Tortora  
Investigadora Adjunto B
- Ing. Agr. Diego Daniel Henríquez  
Técnico Profesional Ayudante B
- Lic. Biotec. María de los Ángeles Nuñez  
Becaria Estudiante Avanzada
- Ing. Agr. María Fernanda Figueroa  
Técnico Profesional principiante A
- Lic. Biotec. Lucrecia Carolina

## Ludueña

- Planta Transitoria - 8 hs
- Téc. Agr. Ignacio Gallo  
Tec. No Prof. Principiante B -RU
- M. Gen. Veg. Ana Cecilia Ghio  
Técnica Profesional Asistente A
- Sr. Emmiliano Sánchez Maroglio  
Planta Transitoria - 4 hs
- Sr. Leandro Enrique Hidalgo  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. Jesús Francisco Pérez Alabarce  
Tec. No Prof. Ayudante A -RU

## Fruticultura

- Dr. Cs. Biol. Ing Agr. Hernán Salas López  
Investigador Principal. Coord. Programa Citrus.
- Ing. Agr. Julia Figueroa  
Investigadora Asociado B
- Ing. Agr. Dardo Hernán Figueroa  
Investigador Adjunto B, Jefe de Sección Fruticultura.
- Lic. Biotec. María Florencia Palacios  
Investigador Asistente A - RU
- Ing. Agr. Nelson Aranda  
Técnico Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. Nicolás Mitrovich  
Técnico Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. Franco Antonio García  
Técnico Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. Mercedes Inés Valdez  
Técnica Profesional Asistente B
- Téc. Agrop. Lucas Foguet  
Técnico Profesional Asociado A

## Granos y cultivos industriales

- Ing. Agr. Mario R. Devani  
Investigador Principal
- Ing. Agr. Daniel E. Gamboa  
Investigador Principal.
- Ing. Agr. Fernando Ledesma Rodríguez  
Investigador Asociado A

## • Ing. Agr. M.Sc. José R. Sánchez

- Investigador Asociado B
- Ing. Agr. Clara M. Espeche  
Investigador Adjunto B
- Pto. Agr. Juan Pablo Nemec  
Técnico Profesional Asistente A
- Sra. Mariela Liliana Lazarte  
Técnica No Profesional Asistente A
- Ing. Agr. César Horacio Gómez  
Personal del CONICET
- Sra. Gabriela Celeste López  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. Nahuel Ruiz de Huidobro  
Personal del CONICET
- Ing. Agr. Nicolás Gerardo Carabajal  
Técnico Profesional Principiante A
- Sr. Matías Fernando Padilla  
Capacit. Técnica A
- Sr. Iusef Ahmad Mustafa Sucar  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sra. Gabriela Samantha Garnica  
Capacit. Técnica B
- Sra. María Florencia Colotti  
Capacit. Técnica B
- Sra. Daniela Del Rosario Valdez  
Capacit. Técnica B

## Horticultura

- Ing. Agr. Alicia Cristina Forns  
Técnica Profesional Principal B
- Ing. Agr. Jorge Gustavo Ale  
Técnico Profesional Asistente A
- Ing. Agr. Aldo Rodolfo Berettoni  
Técnico Profesional Asistente A

## Semillas

- Ing. Agr. Cynthia Lorena Prado  
Técnica Profesional Principal B
- Ing. Agr. María Amelia Rayó  
Técnica Profesional Ayudante B
- Cs. Hum. Bettiana Solange Lazarte  
Técnica No Prof. Principiante B

### Agrometeorología

- Téc. Electmec. Jorge D. Forciniti
- Técnico Profesional Principal B
- Ing. Zoot. María Lorena Soulé Gómez
- Técnica Profesional Asociado B
- Ing. Elec. Ángel Martín Leal
- Técnico Profesional Asistente B

### Biotecnología

- Dr. Ing. Agr. Atilio Pedro Castagnaro
- Investigador Principal
- Dr. Ing. Agr. Aldo Sergio Noguera
- Investigador Asociado A
- Ing. Agr. Nora del Valle Paz
- Técnica Profesional Asociado B
- Ing. Agr. María Elena Díaz
- Técnica Profesional Asistente B
- Dra. Lic. Biot. Lorena Noelia Sendín
- Personal del CONICET
- Dra. Lic. Biot. María Francisca Perera
- Personal del CONICET
- Dra. Ing. Agr. María Gabriela García
- Técnica Profesional Asistente A
- Dra. Lic. Biot. Josefina Racedo
- Personal del CONICET
- Dr. Biol. Esteban Mariano Pardo
- Investigador Adjunto B
- Lic. Biot. Carla María Lourdes Rocha
- Técnica Profesional Ayudante B
- Dr. Lic. Biot. Ramón Atanacio Enrique
- Personal del CONICET
- Ing. Agr. Agustín Eugenio Padilla
- Personal del CONICET
- Lic. Biot. María Paula Insaurralde Rocco
- Personal del CONICET
- Dr. Biot. Pía de los Ángeles Di Petro
- Personal del CONICET
- Dra. Cs. Biol. Nadia Regina Chalfoun
- Personal del CONICET
- Lic. Biot. Ana María Cerviño Dowling
- Personal del CONICET
- Lic. Biot. Silvia Natalia Ovejero
- Técnica Profesional Ayudante B
- Lic. Biot. Florencia Budeguer
- Becaria de CONICET
- Dra. en Cs. Biol. Gabriela Michavila
- Personal del CONICET
- Lic. Biot. María Fernanda Trejo
- Becaria de CONICET
- Ing. Agr. Verónica Andrea Ledesma

### Becaria de CONICET

- Dra. Cs. Ing. Andrea Natalia Peña Malavera
- Personal del CONICET
- Lic. Biot. Micaela Sofía Castellano Rengel
- Becaria de CONICET
- Lic. Biot. Aida Lorena Romero
- Personal del CONICET

### Fitopatología

- Dr. Leonardo Daniel Ploper
- Investigador Principal
- Ing. Agr. Victoria del Valle González
- Investigadora Principal
- Ing. Agr. Gabriela María Fogliata,
- Investigadora Asociado A
- Téc. Univ. Fito. María L. Muñoz
- Técnica Profesional Asistente A
- Dra. Cs. Biol. Cristina Valeria Martínez
- Técnica Profesional Asociado A
- Ing. Agr. Alejandro Andrés Rojas
- Técnico Profesional Asociado A
- Lic. Biotec. María Eugenia Acosta
- Investigadora Adjunto B
- Dra. Romina Priscila Bertani
- Investigadora Asistente A
- Lic. Biotec. Paula María Claps
- Beca Interna Doctoral CONICET
- Ing. Agr. Natalia C. Aguayosol
- Técnica Profesional Asistente B
- Lic. Biotec. Constanza María Joya
- Personal del CONICET
- Sr. Arturo Ignacio Fernández Palacios
- Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. José Emanuel Galíndez
- Planta Transitoria - 8 hs
- Lic. Biotec. Juliana Bleckwedel
- Personal del CONICET
- Lic. Biol. María Angélica Monachesi
- Becario de CONICET
- Dr. Sebastián Reznikov
- Investigador Asistente A
- Sra. Leny Gisela Huvierne
- Becarios Estud. Avanz.
- Sr. Raúl Exequiel Nieve
- Planta Transitoria - 8 hs

### Economía y Estadísticas

- Ing. Agr. Mg. Daniela Rossana Pérez
- Investigadora Principal
- Ing. Agr. Graciela Viviana Rodríguez
- Profesional Asociado B
- Ing. Agr. Mg. María Virginia Paredes
- Investigador Asistente A

### Manejo de Malezas

- Lic. Cs. Biol. Sebastián Sabaté
- Investigador Adjunto B
- Ing. Agr. Pablo Daniel Vargas
- Técnico Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. María Fernanda Barceló
- Técnica Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. Ignacio Andrés Defagot
- Planta Transitoria - 8 hs

### Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica

- Lic. Geog. Federico José Soria
- Investigador Asociado A
- Ing. Agr. Carmina del Valle Fandos
- Investigadora Asociada A
- Ing. Agr. Pablo Scandaliaris
- Investigador Asociado A
- Lic. Geog. Javier Carrera Baldrés
- Investigador Asistente A

### Suelos y Nutrición Vegetal

- Ing. Agr. M.Sc. Gerardo Agustín Sanzano
- Investigador Principal
- Lic. Qca. Hugo César Rojas Quinteros
- Técnico Profesional Principal B
- Téc. Qco. Ind. Sac. Ricardo Fabián Madrid
- Técnico No Profesional Asociado A
- Ing. Agr. Francisco A. Sosa
- Investigador Adjunto A
- Ing. Agr. Juan Ignacio Romero
- Técnico Profesional Asistente A
- Ing. Agr. Gonzalo Eleodoro Robledo
- Técnico Profesional Asistente B
- Ing. Agr. Orlando Roque Correa
- Técnico Profesional Asistente B
- Téc. Qco. Ind. Jessica Priscilla Navarro Di Marco
- Técnico No Prof. Principiante A
- Ing. Agr. Carolina Sotomayor
- Técnica Profesional Asistente A

### Zoología

- Ing. Agr. M.Sc. Gerardo Gastaminza
- Investigador Principal
- Lic. Cs. Biol. Norma B. Coronel
- Investigadora Asociado B
- Dra. Cs. Biol. Lucrecia M. Augier
- Investigadora Adjunto A
- Lic. Cs. Biol. María F. García Degano
- Técnica Profesional Asociado B
- Ing. Agr. Gonzalo Iván García
- Becario de CONICET

- Ing. Agr. Augusto S. Casmuz  
Investigador Asociado B
- Téc. Hig. y Seg. Martín Alejandro Vera  
Técnico No Profesional Principal A
- Econ. y Gest. Cristian Matías Medrano  
No Profesional Principiante B
- Bach. Cientif. Emmanuel Cejas Marchi  
No Profesional Principiante B
- Ing. Agr. María Florencia Pérez Gómez  
Técnica Profesional Principiante A
- Srita. Débora Beatriz Rodríguez  
No Profesional Principiante B
- Téc. Prod. Agrop. David Santiago Hernández  
No Profesional Principiante B
- Sr. Ignacio Romero  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. Edgar Nicolás Campero  
Planta Transitoria - 8 hs
- Mt. Adm. Emp. Rodrigo José Iovane  
Profesional Ayudante B
- Lic. Cs. Biol. María Elvira del Valle Villagrán  
Técnica Profesional Asociado B
- Ing. Agr. Héctor Sebastián Vizcarra  
Técnico Profesional Ayudante B
- Ing. Agr. Oscar Matías Mocoroa  
Técnico Profesional Principiante A

#### ➤ Ingeniería y Proyectos Agroindustriales

- Ing. Qco. Roberto Marcelo Ruiz  
Investigador Principal
- Pto. Sac. Oscar Antonio Diez  
Investigador Principal
- Ing. Qco. Guillermo De Boeck  
Investigador Asociado B
- Ing. Mec. Marcos Antonio Golato  
Investigador Asociado B
- Ing. Ind. Cesar Augusto Gómez  
Técnico Profesional Asociado B
- Sr. Walter Eduardo Kacharoski  
Tec. No Prof. Asociado B
- Ing. Ind. Enrique Alberto Feijóo  
Investigador Adjunto A
- Mag. Ing. Qco. Eugenio Antonio Quaia  
Investigador Principal
- Mg. Ing. Amb. Federico César Molina  
Investigador Adjunto B
- Ing. Mec. Walter Daniel Morales  
Técnico Profesional Asociado B
- Dr. Gest. Emp. y Bioq. Walter Daniel Machado  
Investigador Asociado B
- Ing. Qco. Marcos Noé Russo  
Investigador Asistente A
- Ing. Qco. Lorena Patricia

- Garolera De Nucci  
Investigadora Adjunto B
- Sr. Alejandro Gustavo de Los Ríos  
Técnico No Profesional Asistente A
- Ing. Mec. Fernando Ariel Márquez  
Técnico Profesional Asistente A
- Téc. Univ. Tecnol. Azuc. Héctor César Zalazar  
Técnico No Profesional Asistente A
- Ing. Ind. María Valeria Bravo  
Técnica Profesional Asistente B
- Ing. Mec. Federico José Franck Colombres  
Investigador Adjunto A
- Mg. Ing. Qco. Marta Carolina Cruz  
Investigadora Adjunto B
- Mg. Ing. Qco. Gisella Florencia del Valle Díaz  
Investigadora Adjunto B
- Sr. Luis Alejandro Coria Muñoz  
Téc. No Profesional Ayudante B
- Ing. Qco. Gimena del Huerto Zamora Rueda  
Investigadora Asistente A
- Téc. Univ. en Tec. Carla Noelia Carabajal  
Técnica No Profesional Ayudante A
- Ing. Esp. Bioen. Cynthia Elizabeth Gutiérrez  
Investigador Junior B
- Ing. Qco. Aldo Ploper  
Becario de CONICET
- Ing. Mec. Benjamín Esteban Cantos  
Personal del CONICET
- Lic. en Biotec. María Fernanda Acuña  
Técnica Profesional Ayudante B
- Ing. Hig. y Seg. Nahuel Fabricio Morales  
Técnico No Profesional Ayudante B
- Ing. Qco. María Emilia Iñigo Martínez  
Investigador Junior A
- Sr. Guillermo Matías Núñez  
Tec. No Prof. Principiante B
- Téc. Univ. S. María Gabriela Armella  
Planta Transitoria - 8 hs
- Srita. María de los Ángeles Pedernera  
Planta Transitoria - 8 hs

#### ➤ Química de los Productos Agroindustriales

- Dra. Lic. en Qca. Norma Inés Kamiya de Fortuna  
Investigadora Principal
- Ing. Qco. Mónica María de los Ángeles Coronel  
Investigadora Asociado A
- Bioq. María Eugenia Navarro

- Investigadora Asociado B
- Bioq. Marina Lacinia  
Investigadora Asociado A
- Lic. en Qca. Natalia Sorol  
Investigadora Adjunto A
- Lic. en Qca. Marcos Sastre Siladji  
Investigador Adjunto A
- Lic. en Qca. Mariana Elina Alva  
Investigadora Adjunto A
- Dr. en Bioq. Víctor Maximiliano Hidalgo  
Investigador Adjunto B
- Ing. Qco. María Norma Eliana Soledad Medina  
Investigadora Asistente A
- Lic. en Biotec. Alejandra Canseco Grellet  
Investigadora Asistente B
- Tec. Qco. Ind. y Sac. Arnaldo Daniel Lo-Re  
Profesional Asistente A
- Lic. en Qca. Jimena Laura Alejandra Camacho  
Profesional Principiante A
- Farm. Gabriela Andrea Juárez  
Técnica Profesional Ayudante A
- Lic. en Qca. Raquel María Arrieta Dellmans  
Técnica Profesional Asociado B
- Téc. Lab. Lilian Estela Rodríguez  
Técnica Profesional Asistente A
- Lic. en Qca. Martín Ariel Reinoso  
Técnico Profesional Asistente A
- Bioq. Agustina María Guerrero  
Técnica Profesional Asociado B
- Lic. en Biotec. Fernando Ramón Nuñez  
Técnico Profesional Asistente B
- Lic. en Biotec. Evelina Valdivieso  
Técnica Profesional Asistente B
- Bioq. Sonia Carolina Perdigero  
Técnica Profesional Asistente B
- Ing. Ind. Ana Castagnaro  
Investigador Junior A
- Lic. en Biotec. Paula María Diez  
Investigador Junior B
- Téc. en Ind. María Soledad Bustos  
Técnica No Profesional Principal B
- Sr. Rafael Osvaldo Suarez  
Técnico No Profesional Asistente B
- Tec. en Tecnol. Azuc. René Orlando Gutiérrez  
Técnico No Profesional Asociado B
- Pto. Mercantil Víctor Hugo Gondek  
Técnica No Profesional Ayudante B
- Pto. Mercantil Fernando David Campos Martínez  
Técnico No Profesional Principiante A
- Srita. Karina Fernanda Bustos  
Técnica No Profesional Ayudante A
- Téc. Elect. Ricardo Alberto

Guanco  
Técnico No Profesional Principal A  
• Tec. Sup. en Ind. Solana Paola Aguilar de Loretto  
Técnica No Profesional Asistente A  
• Tec. Sup. de Lab. Marcela del Carmen Mira Roldán  
Técnica No Profesional Principiante A  
• Téc. Qco. Univ. Julio Angel Leiva  
Técnico No Profesional Asistente B  
• Sr. Federico Correjidor  
Técnico No Profesional Asistente B  
• Lic. en Biotec. Lucía Vera Personal del CONICET  
• Sr. Mario Andrés Madrid  
Técnico No Profesional Asistente B  
• Sra. María Rita Anahí Paz  
Planta Transitoria - 8 hs  
• Lic. Biotec. María Belén Montalván  
Técnica Profesional Principiante A  
• Lic. Cs. Biol. María Cecilia Fátima Gallo  
Técnica No Profesional Ayudante A  
• Sr. Jorge Oscar Rivas  
Técnico No Profesional Asociado B  
• Lic. Biotec. María Gabriela Carrasco  
Técnica Profesional Principiante A  
• Lic. Qca. Pablo Martín Sorol Personal del CONICET  
• Sr. Facundo Ávila  
Planta Transitoria - 5 hs  
• Sec. Cs. Nat. María Eugenia Fernández  
Planta Transitoria - 5 hs  
• Sra. María Andrea Velasco Manini  
Planta Transitoria - 8 hs  
• Lic. Qca. Bruno Angelillo  
Planta Transitoria - 8 hs  
• Téc. Lab. Álvaro Nicolás Rementería  
Técnico No Profesional Principiante B  
• Téc. Lab. Cristian Adrián Aballay  
Técnico No Profesional Principiante B  
• Téc. Lab. Orlando Andrés Véliz  
Técnico No Profesional Principiante B

### Unidades de apoyo a la investigación

#### ➤ Biblioteca

- Ing. Mec. César G. Filippone  
Técnico Profesional Principal A,  
Jefe de Sección
- Ing. Elec. Jorge Gabriel Poch  
Planta Transitoria - 4 hs

#### ➤ Centro de Servicios Informáticos

- Ing. Sist. Gonzalo Aráoz  
Técnico Profesional Principal B
- Ing. Sist. César Daniel Lescano  
Técnico Profesional Asociado A
- Ing. Comp. Bruno Osvaldo Aráoz  
Técnico Profesional Ayudante A
- Ing. Sist. Carlos Gustavo Aráoz  
Asesor - Locación Obra
- Sr. Marcos Segundo Salvatierra  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. Marcos Alberto Olivera  
Planta Transitoria - 8 hs

#### ➤ Comunicaciones

- Téc. Sup. Dis. Graf. y Public. Silvio C. Salmoiragh  
Técnico Profesional Principal A
- Lic. Dis. Graf. Ana Carolina Ruiz Spoja  
Técnica Profesional Ayudante B
- Sr. Diego Alejandro Lobo  
Planta Transitoria - 8 hs
- Lic. en Com. Soc. María Burgos  
Técnica Profesional Asistente B
- Prof. en Letras Ernesto Alejandro Klass  
Técnico Profesional Ayudante A
- Lic. Dis. Graf. Andrés Emilio Navas  
Profesional Ayudante A
- Ing. Sist. Ítalo Iván Ramos  
Asesor - Locación Obra
- Tec. Mant. Ind. Leandro Domingo Gutiérrez  
Profesional Principiante A
- Lic. en Letras Rosario Carolina Córdoba  
Técnica Profesional Ayudante B
- Ing. en Comp. Ricardo José Silvera  
Asesor - Locación Obra
- Sr. Julio Eduardo Zárate Véliz  
Planta Transitoria - 8 hs
- Sr. Julio Alberto Ferdinand  
Técnico No Profesional Principal A  
Editor Revista Avance  
Agroindustrial

#### ➤ Recursos Humanos

- Lic. José D. Rodríguez Domato  
Técnico Profesional Principal A
- Ing. Sist. Inf. Aida Fátima Álvarez  
Profesional Asociado B
- Sra. Sabrina Victoria Contreras  
Capacit. Técnica

#### ➤ Subestaciones

- Ing. Agr. Mg. Abel Villares

Técnico Profesional Principal B  
• Ing. Agr. Franco Sebastián Scalora

Técnico Profesional Ayudante B  
• Ing. Agr. Luis Pablo Medina  
Técnico Profesional Ayudante B

#### ➤ Unidad de Proyectos y Vinculación Tecnológica

- Lic. Com. Soc. Diego Martín Campi  
Técnico Profesional Ayudante B
- Lic. Econ. Diego Humberto Gutiérrez  
Técnico Profesional Principal A
- Sr. Gustavo Jorge Ricardo Fossati  
Personal del CONICET

#### ➤ Administración EEAOC

- C.P.N. Julio Antonio Esper  
Profesional Asociado B
- C.P.N. Mariana Barraquero  
Contadora General  
Profesional Principal A
- C.P.N. Marcelo Nicolás Ruiz  
Quaia  
Profesional Asociado B
- Sra. Cristina de Fátima González  
No Profesional Principal A
- Lic. Com. Soc. Guillermo Picco  
Profesional Asistente B
- C.P.N. Carlos Alberto Sánchez  
Domínguez  
Profesional Asistente A
- C.P.N. Lucas Joaquín Martínez  
Profesional Principiante B
- C.P.N. Romina Gisell Fusilieri  
Profesional Principiante B

#### ➤ Administración Conicet

- Téc. en Gestión Univ. Silvia Edith Posse  
Profesional Adjunto Conicet

#### ➤ Asesor Letrado

- Dr. Gerardo Perdiguero

#### ➤ Intendencia

- Lic. Hig. y Seg. M. Ing. Amb. Carlos Alejandro Medina  
Profesional Asistente A
- Arq. Hugo Osvaldo Ledesma  
Planta Transitoria - 8 hs
- Téc. Mec. Elec. Jesús Orlando Ampuero  
Técnico No Profesional Principiante B
- Lic. Hig. y Seg. Alejandro David Hernández Ruiz  
Asesor - Locación de Obra

### ➤ **Médico Laboral**

- Dr. Esteban Manuel Villarreal  
Planta Transitoria - 2 hs

### ➤ **Taller**

- Sr. Ramón Roberto Rivas  
No Prof. Asociado A
- Pto. Mercantil Andrés Armando Gutiérrez  
No Prof. Principiante B
- Bach. Hum. Carlos Javier Pereyra  
Planta Transitoria - 8 hs

### ➤ **Compras**

- Prof. Mat. Fátima Fabiana Romano  
No Prof. Asistente B
- C.P.N. Fátima Cecilia Aguirre  
Profesional Principiante B

### ➤ **Habilitación**

- Sra. Sandra Karina Heredia

### No Profesional Asistente B

- C.P.N. José Osvaldo del Pino  
Profesional Asistente A

### ➤ **Administración DATI**

- Sec. Ejec. Hebe Chimale  
Profesional Asociado A

### ➤ **Administración DT**

- Sra. María Belén Petray  
Profesional Asociado

### ➤ **Recaudación**

- Sr. Ángel Roberto Peralta  
No Profesional Principal A
- C.P.N. Emmanuel Ponce  
Profesional Principiante A

### ➤ **Patrimoniales**

- Sr. Oscar Ramón Romero  
No Profesional Asistente B

