

PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN

# PMP

**Edición 63 - Año 2024**

INTA - Centro Regional Santa Fe

Estación Experimental Agropecuaria Oliveros

**Calidad de semillas / Comportamiento de híbridos y cultivares**

**Protección vegetal: insectos, enfermedades y malezas/ Valor agregado**

**Calidad de agua y manejo de efluentes / Metodologías de laboratorio / Desarrollo territorial**

▪ **INTA | Ediciones**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

Publicaciones  
Regionales





ISSN 2591-5088

PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN

**PMP**



**EEA Oliveros**

📍 Ruta Nacional 11, km 353 - 2206 Oliveros (Santa Fe)

✉ eeaoliveros.comunic@inta.gob.ar

📘 EEA INTA Oliveros

📺 INTA Oliveros

📷 Centro Regional Santa Fe: intasantafe

📷 Centro Regional Santa Fe: @INTASANTAFE

### **Editor Responsable**

Ing. Agr. M. Sc. Luis Carrancio

### **Compilación y revisión editorial**

Lic. Violeta G. Pennacchi (Comunicación INTA EEA Oliveros)

### **Corrección**

Lic. Violeta G. Pennacchi (Comunicación INTA EEA Oliveros)

Lic. Florencia Luraschi (Comunicación INTA AER Casilda)

### **Colaboración**

Ing. Agr. Silvina Bacigaluppo (INTA EEA Oliveros)

Diseño de tapa e interior



**Federico Lacelli**

diseño gráfico

[federicolacelli@gmail.com](mailto:federicolacelli@gmail.com) | 341 2847331

**ISSN 2591-5088**

# ÍNDICE

## Calidad de semillas

- Raíces de plántulas de lenteja: discrepancias entre los resultados de laboratorio y la emergencia en el campo
- Nuevo método de vigor para semillas de soja validado en INTA Oliveros: prueba de emergencia de radícula
- Capacidad germinativa de semillas de maíz guacho provenientes de espigas afectadas por el complejo de achaparramiento del maíz

## Comportamiento de híbridos y cultivares

- Estabilidad en el rendimiento de variedades de trigo pan en ambientes del centro-sur de Santa Fe. Campaña 2023
- Trigo pan: comportamiento agronómico y calidad comercial de la red de cultivares comerciales en el centro-sur de Santa Fe. Campaña 2023
- Cebada cervecera: comportamiento agronómico y calidad comercial en Oliveros (Santa Fe). Campaña 2023
- Rendimiento y estabilidad de híbridos comerciales de maíz en fecha de siembra temprana y tardía
- Evaluación del comportamiento de híbridos de sorgo granífero en Oliveros, Santa Fe. Campaña 2023-24
- Evaluación en Red del rendimiento de cultivares de soja de los grupos de madurez IV y V en siembras de primera época en diferentes ambientes del centro-sur de Santa Fe. Campaña 2023/24

## Protección vegetal: insectos, enfermedades y malezas

- Integración de la tecnología bt al manejo integrado de plagas en el cultivo de soja
- Cultivos de cobertura y regulación de plagas
- Abundancia de artrópodos fitófagos y depredadores en cultivos de cobertura mono y multiespecie
- Intensidad de enfermedades de arveja (*pisum sativum*) en dos rotaciones con y sin antecedentes del cultivo
- Eficacia de aceites esenciales para el control de cuatro (4) aislados de *phytophthora infestans* del cinturón hortícola de Rosario
- Evaluación de la fitotoxicidad de distintos herbicidas posemergentes en el cultivo de arveja (*pisum sativum* L.)
- Validación de eficacia en el control de malezas en barbecho químico, aplicando herbicidas foliares sistémicos con boquillas hidroneumáticas
- El tamaño de las gotas asperjadas en el control de malezas con herbicidas sistémicos y la deriva
- Elección integral de fitosanitarios: aspectos ecotoxicológicos y destino final del tóxico a considerar

## Valor agregado

- Evaluación de la composición y producción de concentrados proteicos de diferentes variedades de arveja amarillas y verdes (*pisum sativum* L.)
- Evaluación de la calidad industrial de granos de soja, sembrados en primera y segunda época, de cultivares de los grupos de madurez IV, V y VI, sembrados en diferentes ambientes de Centro Sur de Santa Fe, campaña 2023/24

## Calidad de agua y manejo de efluentes

- Experiencias y desafíos de un monitoreo de calidad de agua en el marco de una red de sitios piloto del Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTYD)
- Residuos y efluentes agropecuarios y agroindustriales generados en el sur de Santa Fe

## Metodologías de laboratorio

- Ensayo intercomparativo del método Kjeldahl
- Utilización de la espectrometría de masas con desorción láser asistida por matriz y tiempo de vuelo (maldi tof) para tipificación de aislamientos bacterianos provenientes del arroyo Tortugas, Santa Fe, Argentina (2024)

## Desarrollo territorial

- Percepción social sobre el impacto de la ordenanza municipal de fitosanitarios y las actividades agropecuarias en la localidad de Totoras (provincia de Santa Fe)
- Extensión e innovación: ¿por qué fracasan los cambios?
- Centro de productores agropecuarios Totoras: del Consejo Local a la organización junto con el INTA

# Editorial

---

Estimados lectores,

Con gran satisfacción presentamos un nuevo número de nuestra revista Para Mejorar la Producción (PMP), un espacio de encuentro para investigadores, extensionistas, productores, ingenieros agrónomos y todos aquellos interesados en el desarrollo del sector agropecuario.

En esta edición N° 63, destacamos una amplia gama de trabajos y experiencias que reflejan el compromiso del INTA con la generación y transferencia de información para un agro más sostenible y competitivo, siempre con la mirada puesta en mejorar la producción agropecuaria en nuestra región.

El sur de Santa Fe es un territorio con características particulares, que exige soluciones locales o adaptadas. Los trabajos presentados abarcan desde la calidad de semillas y el comportamiento de cultivos hasta la protección vegetal, la evaluación de la calidad de productos y el desarrollo territorial. Cada uno de ellos representa un aporte valioso para la toma de decisiones en la producción agrícola y para el diseño de políticas públicas.

En un contexto de creciente demanda de alimentos y de desafíos ambientales, la investigación en semillas cobra una relevancia especial. Los estudios sobre calidad de simientes de diferentes cultivos y la validación de nuevos métodos para evaluar su vigor son fundamentales para garantizar la productividad desde su nacimiento y la posterior sanidad de los cultivos.

La evaluación del comportamiento de híbridos y cultivares en diferentes ambientes y condiciones climáticas es una herramienta clave para la selección de las mejores opciones agronómicas. Los resultados presentados en esta edición brindan información valiosa para los productores a la hora de elegir las variedades más adecuadas para los sistemas productivos.

La protección de los cultivos contra plagas insectiles, enfermedades y malezas es un desafío permanente. Los trabajos sobre integración de tecnologías, cultivos de cobertura y el uso de fitosanitarios para el control de plagas brindan alternativas más sostenibles y amigables con el ambiente.

La calidad de los productos agropecuarios es un factor determinante para su competitividad en los mercados. Los estudios sobre la composición de concentrados proteicos de arveja y la calidad industrial de granos de soja aportan información relevante para la valorización de los productos y la generación de valor agregado.

El manejo sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente son temas cada vez más importantes. Los artículos sobre calidad de agua, residuos y efluentes agropecuarios y agroindustriales, así como la percepción social sobre el impacto de las actividades agrícolas, contribuyen a la construcción de un agro más responsable y en armonía con el entorno.

Finalmente, los trabajos sobre desarrollo territorial y extensión rural resaltan la importancia de vincular la investigación y la extensión con las necesidades de los productores y las comunidades rurales. La creación de espacios de diálogo, encuentro y participación es fundamental para fortalecer los sistemas productivos periurbanos y mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales.

Por lo expuesto invitamos a todos los interesados a profundizar los contenidos de esta nueva PMP. Así mismo quedan invitados a acercarse ya sea a nuestra Estación Experimental Agropecuaria como a cada una de las ocho Agencias de Extensión Rural del INTA Oliveros, para conversar directamente con los autores de los artículos disponibles en la presente edición.

**Ing. Agr. Luis Carrancio**  
**Director EEA INTA Oliveros**





**Calidad —  
de semillas**





# Raíces de plántulas de lenteja: discrepancias entre los resultados de laboratorio y la emergencia en el campo

**Autores:** Gallo, C.<sup>1</sup>; Martínez, M.<sup>1</sup>; Espósito, M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Semillas, EEA Oliveros INTA; <sup>2</sup>Mejoramiento Genético de Legumbres, EEA Oliveros INTA

**Palabras clave:** Lens culinaris, germinación, semillas, raíces.

## Introducción

El cultivo de lenteja es uno de los más relevantes dentro de la producción del complejo de legumbres invernales. En Argentina, la principal zona de producción se sitúa en el centro del país, fundamentalmente en el centro sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires. Para asegurar una buena implantación a campo y contribuir a la rentabilidad de la producción es crucial disponer de semillas de buena calidad, tanto en términos de calidad genética como física, fisiológica y sanitaria.

La Prueba de Germinación es una prueba que contribuye a conocer la calidad fisiológica de un lote de semillas. Ésta tiene como objetivo determinar el potencial de germinación de un lote de semillas, el cuál puede ser usado para comparar la calidad de diferentes lotes, así como también estimar la densidad de siembra en campo. El proceso de germinación comprende la emergencia y el desarrollo de una plántula hasta un estado que permita determinar si ésta podrá o no ser capaz de desarrollarse en una planta en condiciones favorables (ISTA 2024).

El resultado de la Prueba de Germinación es de gran importancia ya que éste es el valor por el cual se comercializan las semillas nacional e internacionalmente. Es por tal motivo que la estandarización del protocolo para realizar esta prueba permite a todos laboratorios del mundo obtener resultados precisos, confiables y reproducibles.

La Prueba de Germinación estandarizada por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas

(ISTA) cuenta con un protocolo en el cual se describen las condiciones bajo las cuáles debe ser desarrollada la prueba para cada especie. Dichas condiciones comprenden el tipo de sustrato, la temperatura óptima y la intensidad lumínica del ambiente de germinación, las características del agua, la duración de la prueba, entre otras. Las plántulas obtenidas al final de la prueba son evaluadas y clasificadas en dos categorías: normales y anormales. Para realizar esta clasificación, ISTA establece criterios de evaluación de plántulas para cada especie. Esta instancia de la prueba es de suma importancia ya que todas aquellas plántulas que son clasificadas como normales conforman el resultado de la prueba expresado como % plántulas normales.

Si bien la Prueba de Germinación posee un protocolo estandarizado para las semillas de lenteja, existen algunos criterios para la evaluación de las plántulas que no están definidos con claridad por ISTA y generan discrepancias entre los resultados de distintos laboratorios. La falta de claridad en algunos criterios de evaluación de las plántulas de lentejas genera diferencias importantes en el valor de plántulas normales, pudiendo ocasionar el castigo de un lote de semillas de buena calidad o bien la aceptación de un lote de mala calidad para la siembra. Estos errores en el diagnóstico de calidad de los lotes de semillas ocasionan pérdidas económicas y/o problemas en la toma de decisiones agronómicas.

La Prueba de Germinación en lenteja tiene una duración de 10 días y finalizado este período, los analistas del laboratorio evalúan todas las estructuras de las plántulas y en función de las características de éstas deciden cómo clasificarlas. En el caso de las plántulas de lenteja, el sistema de raíces está formado por una raíz primaria, generalmente con pelos radicales y raíces secundarias. Si la raíz primaria está ausente o posee daños importantes, entonces “suficientes” raíces secundarias podrían reemplazarla en su función. Es en este punto donde el criterio de evaluación de plántulas de lenteja no es claro para los laboratorios, ya que el término “suficientes” genera discrepancias entre los mismos.

El problema de la evaluación de las plántulas de lentejas se vuelve aún mayor cuando aquellos

lotes analizados en el laboratorio son clasificados como lotes con problemas de germinación debido a “anormalidades” en las raíces, pero luego se implantan sin inconvenientes en el campo. Surge entonces una nueva discrepancia, en este caso entre el resultado del laboratorio y la emergencia en el campo. Es por tal motivo que la falta de una definición exacta sobre las características que debe tener el sistema radical al finalizar la prueba de germinación es necesaria para minimizar estas diferencias en el diagnóstico de la calidad de semillas de lenteja.

El objetivo del trabajo fue estudiar el crecimiento del sistema radical de plántulas de lentejas con diferentes niveles de daño en raíz primaria y raíces secundarias.

### Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Semillas de la EEA Oliveros. Se emplearon semillas de lenteja (*Lencularis L.*) de la variedad Silvina INTA, cosecha 2021. Se utilizaron 10 repeticiones de 100 semillas y se realizó la Prueba de Germinación según ISTA,

2024. El período de germinación fue de 12 días y finalizado este período, se evaluaron las plántulas según el Manual de Evaluación de plántulas de ISTA (2018). Las plántulas evaluadas se clasificaron en distintos tratamientos (T) (tabla 1, foto 1).

Tabla 1. Clasificación de plántulas en distintos tratamientos según las características del sistema radical.

Tratamientos	
T1	<b>Testigo:</b> plántulas con raíz primaria intacta y bien desarrollada.
T2	<b>Secundarias cortas:</b> plántula con raíz primaria atrofiada/ausente con raíces secundarias intactas de longitud menor al 50% de la parte aérea.
T3	<b>Sin secundarias o atrofiadas:</b> plántula con raíz primaria atrofiada/ausente sin raíces secundarias o bien con raíces secundarias que presentan atrofia/retraso/podredumbre, etc.
T4	<b>Solo una raíz secundaria larga:</b> plántula con raíz primaria atrofiada/ausente y con una sola raíz secundaria intacta de longitud mayor al 50% de la parte aérea.
T5	<b>Una raíz secundaria larga y varias cortas:</b> plántula con raíz primaria atrofiada/ausente que posee una sola raíz secundaria intacta de longitud mayor al 50% de la parte aérea y varias raíces secundarias intactas de longitud menor al 50% de la parte aérea.



Foto 1: Plántulas de lenteja clasificadas en distintos tratamientos según las características del sistema radical.

Las plántulas clasificadas en los distintos tratamientos se trasplantaron en macetas de 5 litros con mezcla de tierra y perlita (foto 2). Previo al trasplante, se agregaron 500 cc de agua en cada maceta y se dejó percolar el excedente durante 1 hora. Las plántulas trasplantadas se dejaron bajo condiciones de luz constante y temperatura ambiental promedio de 20°C durante 21 días.

Luego de los 21 días del trasplante, se extrajeron cuidadosamente las plántulas de las macetas (foto 3) y se lavaron con agua para eliminar la tierra y posteriormente observar el crecimiento del sistema radical. Se tomaron imágenes fotográficas de las plántulas antes y después del trasplante.



Foto 2:  
Plántulas de lenteja con 12 días de desarrollo trasplantadas en macetas con tierra y perlita.



Foto 3:  
Plántulas de lenteja con 12 días de desarrollo trasplantadas en macetas con tierra y perlita.

Las plántulas clasificadas en los distintos tratamientos se trasplantaron en macetas de 5 litros con mezcla de tierra y perlita (foto 2). Previo al trasplante, se agregaron 500 cc de agua en cada maceta y se dejó percolar el excedente durante 1 hora. Las plántulas trasplantadas se dejaron bajo condiciones de luz constante y temperatura ambiental promedio de 20°C durante 21 días.

Luego de los 21 días del trasplante, se extrajeron cuidadosamente las plántulas de las macetas (foto 3) y se lavaron con agua para eliminar la tierra y posteriormente observar el crecimiento del sistema radical. Se tomaron imágenes fotográficas de las plántulas antes y después del trasplante.

## Resultados

Las plántulas de lentejas del tratamiento T1 se caracterizaron por presentar un sistema radical con una raíz primaria larga y raíces secundarias de diversa longitud. La longitud de la raíz primaria estuvo comprendida entre 10 y 15 cm (foto 4). En

el T1, las plántulas mostraron un equilibrio en el crecimiento entre la parte aérea y radical.

En el caso de las plántulas de T2, se observó un buen crecimiento de las raíces secundarias, tanto en longitud como en cantidad, ya que el número promedio de raíces secundarias fue de 4 y la longitud estuvo comprendida entre 2 y 7 cm (foto 4).

Se observó que las plántulas de todos los tratamientos tuvieron un buen crecimiento de las raíces secundarias, inclusive aquellas plántulas del T3 que manifestaron ausencia o atrofia de las raíces secundarias al momento del trasplante (foto 5).

En el caso de T3, las plántulas presentaron al momento del trasplante ausencia o atrofia de la raíz primaria, así como también de las raíces secundarias (foto 1). Sin embargo, al finalizar el período del trasplante, se observaron plántulas con sistema radical desarrollado en longitud y cantidad de raíces secundarias, similar al crecimiento observado en las plántulas de T1 y T2 (foto 6).

En T4, se observó la aparición de más raíces

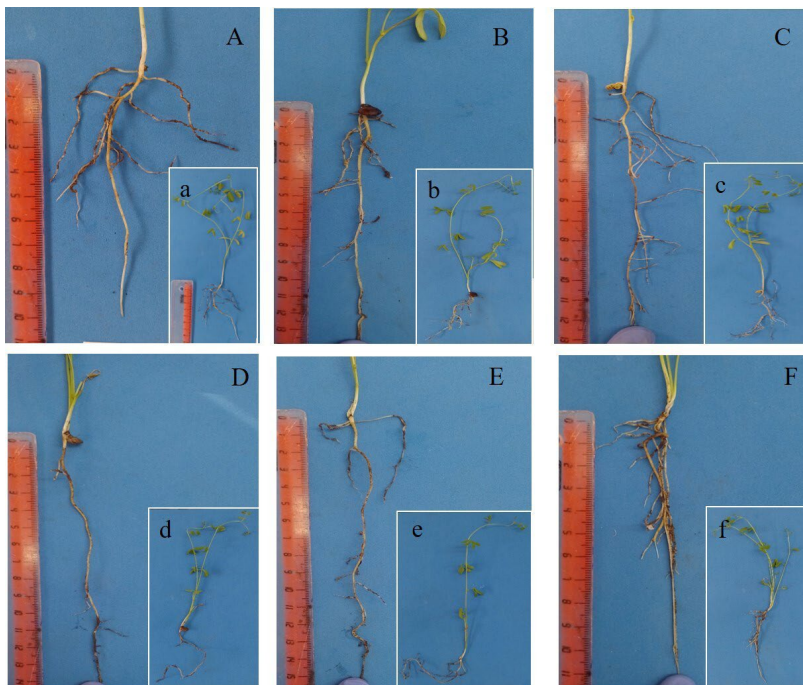


Foto 4: Plántulas normales perteneciente al tratamiento 1.



Foto 5 A, B y C: Plántulas del tratamiento 2. A) planta entera y B) detalle del sistema radical.



Foto 6 A, B y C: Plántulas del tratamiento 3. A) planta entera y B) detalle del sistema radical.



Foto 7: Plántula del tratamiento 4  
A) planta entera y B) detalle del sistema radical.



Foto 8 A, B y C: Plántulas del tratamiento 5. A) planta entera y B) detalle del sistema radical.

secundarias de mayor longitud respecto a la observada en la raíz secundaria presente al momento del trasplante (foto 7).

Las plántulas de T5 mostraron un crecimiento del sistema radical similar a los demás tratamientos, donde las raíces secundarias alcanzaron una longitud promedio superior a los 3 cm al finalizar la etapa de crecimiento en macetas (foto 8). Fotos 6 a, b y c. Plántulas del tratamiento 3. A) planta entera y B) detalle del sistema radical. Fotos 8 a, b y c. Plántulas del tratamiento 5. A) planta entera y B) detalle del sistema radical.

## Conclusiones

Según el crecimiento del sistema radical de las plántulas evaluadas en el presente trabajo, se infiere que las plántulas de lenteja con raíz primaria ausente o atrofiada podrían desarrollar un sistema de raíces secundarias con buen crecimiento que permitiría una correcta implantación en el campo.

Es necesario realizar estudios para determinar el número y la longitud de las raíces secundarias que pueden reemplazar a la raíz primaria ausente o atrofiada en la Prueba de Germinación. Esto contribuiría a reducir las dificultades al momento de realizar la evaluación de plántulas, así como las discrepancias que podrían presentarse entre el resultado del laboratorio y la emergencia a campo.

## Bibliografía

ISTA. 2018. Handbook on Seedling Evaluation. International Seed Testing Association, 221 pp.

ISTA. 2024. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich. 314 pp.





# Nuevo método de vigor para semillas de soja validado en INTA Oliveros: prueba de emergencia de radícula

**Autores:** Gallo, C.<sup>1</sup>; Magnano, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Semillas, EEA Oliveros; <sup>2</sup>Departamento de Estadística, EEA Oliveros

**Palabras clave:** Glycine max, calidad, semillas.

## Introducción

La emergencia rápida y uniforme de las plántulas es importante para lograr un inicio adecuado del cultivo y por tal motivo, la evaluación de la calidad de las semillas es fundamental para predecir el valor de implantación de los lotes de semillas. La germinación de los lotes de semillas comerciales suele ser alta, lo que se traduce en una buena emergencia en buenas condiciones de campo. Sin embargo, la emergencia de lotes de alta germinación puede mostrar grandes diferencias, particularmente en condiciones de campo poco favorables, debido a diferencias en el vigor de la semilla. El vigor de la semilla se define como la suma de aquellas propiedades que determinan la actividad y el rendimiento de los lotes de semillas de germinación aceptable en una amplia gama de entornos (ISTA, 2021).

Una de las cualidades más valorada en las semillas es la velocidad de germinación. Además de poder germinar y producir una plántula que se establezca en el campo, los lotes de semillas deben poseer la capacidad de germinar rápida y uniformemente de manera de escapar del ataque de patógenos e insectos del suelo e iniciar el cultivo en el tiempo deseado por el usuario de las semillas. La velocidad de germinación de un lote de semillas puede determinarse empleando pruebas sugeridas por las asociaciones internacionales de análisis de semillas. Sin embargo, estas pruebas requieren de numerosos recuentos de plántulas durante varios días, además del uso de fórmulas matemáticas que suelen resultar engorrosas para los analistas

de semillas. Por tal motivo, surge la necesidad de evaluar la prueba de emergencia de radícula (ER) para las semillas de soja que se caracteriza por ser una prueba rápida y objetiva. Esta prueba está validada por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) para semillas de maíz (Matthews and Powell, 2011), colza (Powell et al., 2014), rabanito (Powell and Mavi, 2015) y trigo (Khajeh-Hosseini et al., 2019).

La prueba de ER está basada en el tiempo medio de germinación de los lotes de semillas y permite conocer el tiempo que necesita un lote de semillas para germinar, el cual se conoce como período de latencia. El período comprende el tiempo entre el inicio de la germinación (imbibición de agua) hasta la aparición de la radícula (protrusión radicular) (Matthews and Khajeh Hosseini, 2007). El período de latencia es necesario para la reparación metabólica del deterioro sufrido por las semillas por el envejecimiento (Matthews and Khajeh Hosseini, 2007). Por lo tanto, aquellas semillas de bajo vigor requieren más tiempo de reparación de los daños causados por el envejecimiento siendo más largo el período de latencia. Por el contrario, el periodo de latencia es menor en aquellas semillas que son vigorosas y por lo tanto menos deterioradas.

El objetivo de este trabajo fue demostrar que el recuento de emergencia de radícula puede ser empleado como prueba rutinaria de vigor para lotes de semillas de soja.

## Materiales y Métodos

Nueve lotes de semillas de soja se obtuvieron de la empresa ACA Pergamino (Asociación de Cooperativas Argentinas) de Pergamino, provincia de Buenos Aires, Argentina. Los lotes de semillas se mantuvieron a  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , dentro de bolsas herméticas, durante dos semanas antes de ser utilizados. Se realizaron las siguientes pruebas de laboratorio: prueba de germinación (PG), prueba de emergencia de radícula (ER) y prueba de vigor por tetrazolio (Vigor TZ). La PG se realizó en arena utilizando cuatro repeticiones de 100 semillas a  $25^{\circ}\text{C}$  y el porcentaje de plántulas normales se evaluó a los siete días (ISTA, 2021). Todos los lotes de semillas tuvieron una germinación normal superior al 80% (tabla 1). Además, se realizó una evaluación de emergencia de plántulas en campo (EC).

### *Prueba de Emergencia de Radícula.*

La prueba ER se llevó a cabo utilizando cuatro repeticiones de 50 semillas colocadas sobre dos toallas de papel humedecidas (Seed Germ 38#, Anchor Paper®). Las semillas se colocaron separadas entre sí para facilitar la observación de las radículas. Luego se cubrieron con otra toalla de papel humedecida, se enrollaron y se colocaron en una bolsa de polietileno. Las bolsas se colocaron en posición vertical en cámara de germinación a  $20^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas. Finalizada el período de germinación, se contaron las plántulas con radícula emergida con 2 mm de longitud o más. La observación se realizó a simple vista y sin el uso de lupas como determina el protocolo descrito por ISTA (2021) para maíz y trigo.

### *Prueba de Vigor por Tetrazolio*

La prueba de Vigor TZ se realizó empleando dos repeticiones de 100 semillas que se hidrataron durante 16 horas entre rollos de papel a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dentro de bolsas de plástico selladas para evitar la evaporación. Luego, las semillas se sumergieron en agua de 30 a 60 minutos a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  para completar la imbibición. Para la tinción, las semillas se colocaron en una solución de cloruro de 2, 3, 5 trifenil tetrazolio al 0,1% en la oscuridad, durante tres horas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Las semillas se clasificaron en tres categorías (vigor alto, medio y bajo) en función del color, la turgencia de los tejidos y la localización (extensión y profundidad) de las zonas dañadas en la semilla. El vigor de un lote se registró como

«Vigor TZ», que es la suma de semillas en las tres categorías de vigor, expresada en porcentaje.

### *Emergencia en el campo*

La emergencia a campo se evaluó en los campos experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oliveros, Argentina ( $32^{\circ}34'00''\text{S}$ ;  $60^{\circ}51'00''\text{O}$ ). Las temperaturas mínimas y máximas promedio fueron de  $16$  y  $32^{\circ}\text{C}$  durante el experimento de campo. La precipitación total fue de 52 mm durante el experimento de campo. Dos repeticiones de 100 semillas de cada lote se sembraron a mano a una profundidad aproximada de 30 mm en un diseño de bloques completos al azar el 23 de noviembre de 2021. El porcentaje de emergencia de las plántulas se calculó a los siete días. La emergencia se evaluó como plántulas con cotiledones completamente por encima de la superficie del suelo y que mostraban un desarrollo normal de la plántula.

## Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa InfoStat (INFOTAT, 2019). Las comparaciones de medias se realizaron al nivel del 5% mediante la prueba LSD Fisher. Para evaluar la predicción, se determinaron los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y las ecuaciones de regresión.

## Resultados

La prueba de Vigor TZ mostró diferencias de vigor entre los lotes evaluados, a pesar de los niveles altos de germinación normal ( $> 80\%$ ), siendo los lotes 1, 2, 3 y 4 los que mostraron los porcentajes más bajos de semillas vigorosas (tabla 1). Las semillas de estos lotes se caracterizaron por presentar daños significativos en extensión y profundidad en zonas críticas para la germinación, como el eje embrionario y la zona de unión del eje embrionario con los cotiledones. Los lotes de semillas 5, 6, 7, 8 y 9 presentaron valores de Vigor TZ superiores al 77% y presentaron daños puntuales y superficiales que no afectaron el vigor de dichos lotes de semillas (tabla 1).

La EC de los nueve lotes de semillas mostró valores de emergencia entre el 81 y el 96%, siendo el lote 2 el que mostró el valor más bajo de plántulas emergidas

y el lote 9 el que mostró el porcentaje más alto de germinación en campo (tabla 1).

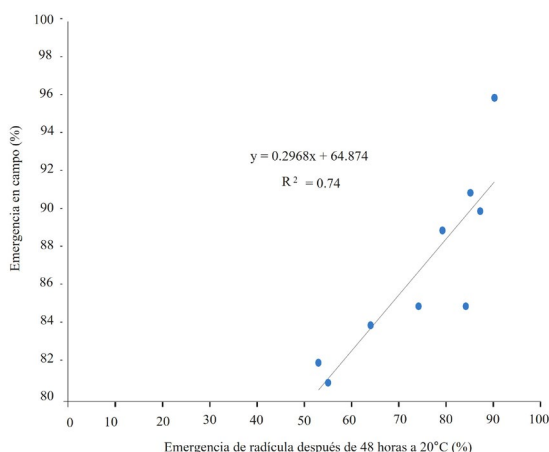
**Tabla 1.** Germinación, vigor por TZ, emergencia de la radícula después de 48 horas a 20°C y emergencia en campo (%) de nueve lotes de semillas de soja (*Glycine max L. Merr*). En la columna las medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí ( $p < 0,05$ ). Test LSD Fisher.

Lote	Germinación (%)	Vigor por TZ (%)	ER 20°C 48 horas (%)	Emergencia en campo (%)
1	82 a	42 a	53 a	82 ab
2	88 b	49 b	55 a	81 a
3	92 c	58 c	64 b	84 abc
4	92 c	65 d	74 c	85 abc
5	96 d	82 e	87 de	90 bed
6	93 c	78 e	84 de	85 abc
7	96 d	81 e	85 de	91 cd
8	92 c	79 e	79 cd	89 abcd
9	92 c	82 e	90 e	96 d
Media	91	68	75	87

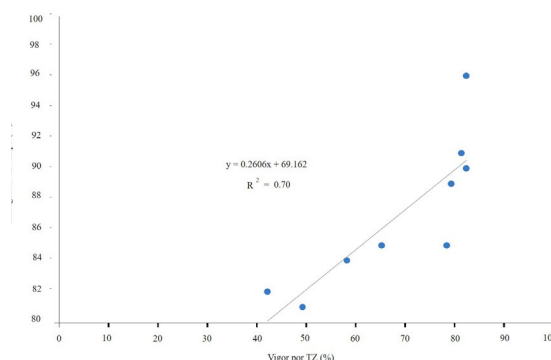
El recuento de plántulas con una longitud de radícula de 2 mm o más a las 48 horas se realizó de forma rápida y segura, ya que el desarrollo de la radícula durante este período de tiempo fue adecuado para evaluar las plántulas sin tener dudas sobre la longitud de la radícula. Además, realizar los recuentos de radículas a las 48 horas después de la siembra fue práctico en relación con la programación de las actividades como parte de la rutina del laboratorio. Los recuentos de ER

mostraron fuertes correlaciones positivas con la EC. Los lotes de semillas con una ER alta tuvieron una mayor emergencia en el campo que los lotes con una ER baja, lo que indica que la ER identificó diferencias en el vigor de las semillas (figura 1).

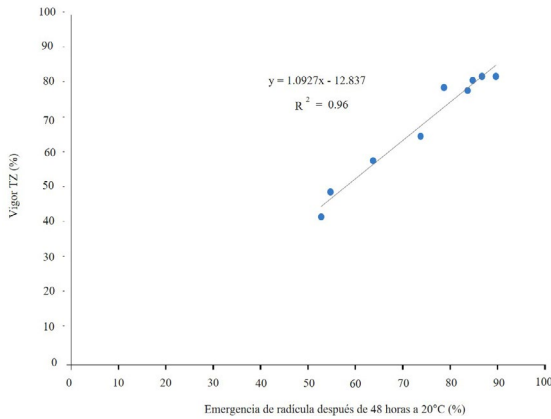
Los resultados de la prueba validada de Vigor TZ presentaron una correlación positiva fuerte con los de EC, con un R2 de 0,70 ( $p < 0,0001$ ) (figura 2). Por otro lado, los recuentos de ER mostraron una fuerte correlación positiva con los valores de Vigor TZ, siendo R2 de 0,96 ( $p < 0,0001$ ) (figura 3).



**Figura 1:** Relación entre la emergencia de radícula luego de 48 horas a 20°C de nueve lotes de semillas de soja al cabo de siete días y la emergencia en campo.

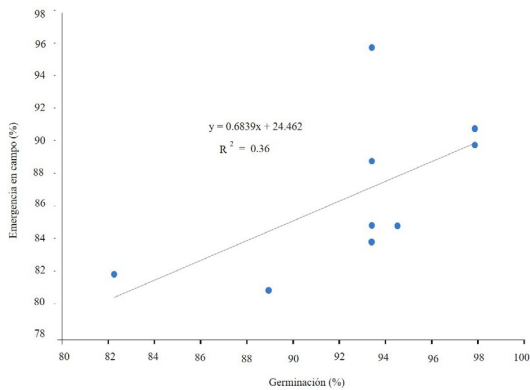


**Figura 2:** Relación entre el vigor por TZ y la emergencia en campo de nueve lotes de semillas de soja al cabo de siete días.



**Figura 3. Relaciones entre la emergencia de la radícula después de 48 horas a 20°C y la prueba de vigor TZ (%) entre nueve lotes de semillas de soja.**

Por otro lado, la correlación entre la germinación estándar y la emergencia en campo fue débil, el R2 fue de 0,36 (figura 4).



**Figura 4. Relación entre la germinación y la emergencia en el campo de nueve lotes de semillas de soja.**

### Discusión

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que las pruebas realizadas permitieron identificar diferencias en el vigor de los lotes de semillas de soja analizados.

Las diferencias en el nivel de deterioro o envejecimiento de los lotes de semillas pueden determinarse mediante tres pruebas de vigor validadas por la ISTA: conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado y tetrazolio para semillas de soja (ISTA, 2021). Sin embargo, estas pruebas requieren mucho tiempo o productos químicos especiales y, en algunas pruebas también requieren de una formación especial de los analistas, como es

el caso concreto de la prueba TZ. Por esta razón, la prueba ER es una prueba valiosa para predecir las diferencias de vigor entre lotes de semillas de soja debido a su sencillez y rapidez.

Las pruebas ER y TZ se clasifican como pruebas sin estrés y ambas buscan determinar una manifestación fisiológica específica que depende del vigor. La tinción con tetrazolio revela cambios en la intensidad de la tinción durante el envejecimiento inicial y el posterior desarrollo de tejido muerto (Franca-Neto et al., 1998; Craviotto et al., 2008). La prueba ER se basa en las diferencias en la tasa de germinación debidas al envejecimiento (Khajeh-Hosseini et al., 2009). En este trabajo, los resultados de la prueba de ER para determinar diferencias de vigor entre lotes de semillas de soja fueron respaldados por la alta correlación positiva con los resultados obtenidos a partir de la prueba de vigor de tetrazolio para soja (figura 3)

También se encontraron relaciones significativas entre ER y otras pruebas de vigor en otras especies. Guan et al. (2018) indicaron que el recuento de ER después de 48 horas a 20°C estaba significativamente relacionado con diferencias en vigor, medido como energía germinativa, índice de germinación, índice de vigor, prueba de vigor de estrés complejo y EC en lotes de semillas de trigo.

Los resultados de la prueba ER de los lotes de semillas de soja a las 48 horas a 20°C muestran correlación alta positiva con los resultados de la emergencia en campo. Esto sugiere que la ER podría utilizarse para clasificar los lotes según su EC potencial (figura 1). Las condiciones de campo durante el ensayo fueron favorables, ya que todos los lotes de semillas emergieron relativamente bien (por encima del 80%). Aun así, la prueba ER identificó las diferencias relativamente pequeñas en EC debidas al vigor de los lotes de semillas. La probabilidad de que se produzcan fallas en la implantación del cultivo es mayor cuando los lotes de semillas poseen bajo vigor y las condiciones de campo no son adecuadas.

En conclusión, la prueba ER puede evaluar el vigor de la semilla de soja de manera similar a la prueba de vigor con tetrazolio validada por la ISTA. Ambos métodos pueden completarse en un corto período de tiempo (24 - 48 horas), sin embargo, la ER tiene la ventaja de que el analista no requiere una formación especial como en el caso de la prueba de tetrazolio,

ni el uso de productos químicos. El recuento de la emergencia de la radícula a las 48 horas a 20°C es, por tanto, una prueba de vigor alternativa para la soja.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Ing. Agr. Verónica Anca por proveer los lotes de semillas y a Alfredo Límido por su ayuda en la preparación de la siembra en el campo.

## Bibliografía

Craviotto, R.M., Arango, M.R. and Gallo, C. (2008). Topographic Tetrazolium Test for Soybean, Roland Studio, Argentina.

Franca-Neto, J.B., Kryzanowski, F.C. and Costa, N.P. (1998). The Tetrazolium Test for Soybean Seeds, EMBRAPA-CNPSo, Londrina, Brazil.

Guan, Y.J., Yin, M.Q., Jia, X.W., An, J.Y., Wang, C., Pan, R.H., Song, W.J. and Hu, J. (2018). Single counts of radicle emergence can be used as a vigour test to predict seedling emergence potential of wheat. *Seed Science and Technology*, 46, 349-357. <<https://doi.org/10.15258/sst.2018.46.2.15>>

Khajeh-Hosseini, M., Lomholt, A. and Matthews, S. (2009). Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*, 37, 446-456. <<https://doi.org/10.152/sst.2009.37.2.17>>

Khajeh-Hosseini, M., Gallo, C., Wagner, M.H. and McLaren, G. (2019). Proposal for the addition of wheat (*Triticum aestivum*) as a species to which the radicle emergence test for seed vigour can be applied. *Seed Testing International*, 157, 40-41.

INFOSTAT (2019). InfoStat, version 2019, InfoStat/FCA Group, National University of Córdoba, Ed. Brujas, Córdoba, Argentina.

ISTA (2021). International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland

Matthews, S. and Khajeh Hosseini, S. (2007). Length of the lag period of germination and metabolic repair

explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 35, 200-212. <<https://doi.org/10.15258/sst.2007.35.1.18>>

Matthews, S. and Powell, A.A. (2011). Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Testing International*, 142, 44-48.

Powell, A.A. and Mavi, K. (2015). Application of the conductivity test to radish seed (*Raphanus sativus*) to support rules proposals for the International Rules for Seed Testing 2017 Edition. *ISTA Method Validation Reports*, pp. 102-110, International Seed Testing Association, Switzerland.

Powell, A.A., Matthews, S., Kerr, L., McLaren, G. and Wagner, M.H. (2014). Early counts of radicle emergence as a vigour test for oilseed rape. *Seed Testing International*, 147, 42-50.



# Capacidad germinativa de semillas de maíz guacho provenientes de espigas afectadas por el complejo de achaparramiento del maíz

**Autores:** Ferraguti, F.J.<sup>1\*</sup>; Martínez, M.A.<sup>2</sup>; Fared, M.<sup>2</sup>; Fared, L.<sup>2</sup> Gallo, C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área Manejo de Cultivos EEA Oliveros, INTA. \*ferraguti.facundo@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Área Tecnología de Semillas EEA Oliveros, INTA.

**Palabras clave:** *Zea mays*, *Dalbulus maidis*, calidad fisiológica.

## Introducción

La campaña 2023/24 del cultivo de maíz fue afectada por la aparición de poblaciones inusualmente altas de *Dalbulus maidis*, plaga conocida como la chicharrita del maíz. La presencia de la misma en la zona centro y norte de Argentina se tradujo en importantes mermas de rendimiento, instalándose como un nuevo desafío para la producción, así como la necesidad de generar nuevas estrategias para la campaña venidera.

La chicharrita es un hemíptero que actúa como vector de patógenos que causan el "Complejo de Achaparramiento del maíz" (CAM). Los patógenos más frecuentemente encontrados fueron dos bacterias mollicutes: *Spiroplasma kunkelii*, maize bushy stunt phytoplasma (MBSP), y el virus del Rayado Fino (MRFV) (Barontini et al., 2022). Los principales síntomas del virus incluyen el acortamiento de los entrenudos y espigas con fallas de cuaje de granos de diferente magnitud, mientras que las bacterias proliferan en el floema y restringen el flujo de asimilados hacia la espiga (De Rossi et al., 2024). Según el grado de esta restricción y el momento en que ocurre, las consecuencias más directas son la reducción del tamaño de la espiga, menor número de granos fijados, bajo peso de granos por interrupción del llenado y, en casos graves, la muerte prematura de la planta. Gran parte de los granos de bajo peso constituyen pérdidas de cosecha y son esparcidos en el lote, dando lugar a

la presencia de maíz "guacho", que contribuye a la supervivencia invernal de la chicharrita. Una de las principales estrategias de manejo para disminuir la población de este insecto es generar un vacío sanitario, consiste en la ausencia de plantas verdes de maíz para evitar la alimentación y oviposición del insecto, limitando la descendencia viable del vector después del invierno. Actualmente, se desconoce capacidad germinativa de las semillas provenientes de espigas afectadas por CAM y su potencial para generar maíces guachos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la germinación, el vigor y la emergencia a campo de semillas producidas por espigas con diferente grado de severidad por CAM.

## Materiales y métodos

Las muestras de espigas (n=300) fueron recolectadas de un ensayo comparativo de rendimiento en la EEA INTA Oliveros, seleccionando un híbrido moderadamente susceptible que mostró variabilidad en el grado de espigas afectadas. Una vez en gabinete, las espigas fueron clasificadas según la escala (modificada) propuesta por De Rossi et al., (2024): G0: sin daño, G1: daño bajo (1-20 %), G2: daño medio (21-60 %), G3: daño alto (61-100 %) y G4: daños muy graves (mayores a 81 %) (Figura 1). Posteriormente, se contó el número de granos por espigas, se trilló cada categoría y se cuartearon 4 repeticiones para determinar peso de mil semillas.



La capacidad germinativa de las semillas se evaluó a través de la Prueba de Germinación, Primer Conteo, Prueba de Frío a 6 y 8 °C y emergencia de campo.

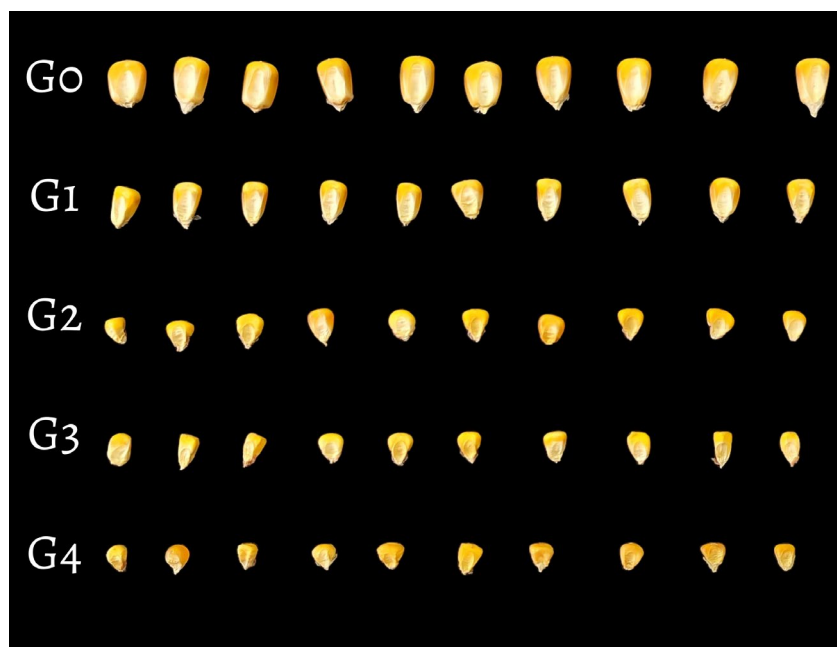


Figura 1. Semillas clasificadas de acuerdo con la escala de severidad de afección de las espigas por el "Complejo de Achaparramiento del maíz". G0: sin daño, G1: daño bajo (1-20 %), G2: daño medio (21-60 %), G3: daño alto (61-100 %) y G4: daños muy graves (mayores a 81 %).

### Primer conteo y Prueba de germinación

El Primer conteo y la Prueba de germinación se condujeron siguiendo la metodología propuesta por las Reglas ISTA (2024) en el Laboratorio de Semillas de la EEA Oliveros. Se utilizaron cuatro repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento en cajas plásticas con arena esterilizada y humedecida. Se incubaron en cámara de germinación a 25 °C ± 2 °C durante 4 días para el Primer Conteo y 7 días para la Prueba de Germinación. La evaluación de las plántulas se realizó en base a los criterios del Manual de Evaluación de Plántulas de ISTA (2018). Se determinó el porcentaje de plántulas normales, anormales y semillas muertas.

### Prueba de frío modificada

Se sembraron cuatro repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento sobre cajas plásticas con arena estéril humedecida hasta el 75 % de su capacidad de retención de agua. Se incubaron en cámara fría durante 7 días a dos temperaturas para provocar diferentes niveles de estrés por frío: 6 °C y 8 °C.

Posteriormente se trasladaron las cajas plásticas a la cámara de germinación a 25 °C ± 2 °C durante 7 días hasta la evaluación. Se evaluaron los porcentajes de plántulas normales, anormales y semillas muertas, siguiendo el criterio establecido en el Manual de Evaluación de Plántulas de la ISTA (2018).

### Emergencia a campo

Se sembraron 2 repeticiones de 25 semillas de cada tratamiento en macetas de 5 litros con tierra y perlita en dos fechas de siembra: 07 de agosto y 03 de septiembre de 2024. Se mantuvieron bajo las condiciones ambientales del campo experimental de la EEA Oliveros. Se realizaron recuentos periódicamente de las plántulas emergidas.

Los datos obtenidos se analizaron por la prueba F y las medias se compararon mediante la prueba LSD de Fisher, con un nivel de significación del 0,05. Se utilizó el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2017).

## Resultados y discusión

El efecto del CAM sobre el tamaño y número de granos fijados dependerá de la magnitud de la reducción del flujo de asimilados hacia la espiga y la fase del cultivo en que ocurre. Restricciones importantes en la primera mitad del periodo crítico del cultivo (15 días previo a floración femenina), determinan una reducción del tamaño final de la espiga y menor número de granos por planta. En la segunda mitad del periodo crítico (15 días posteriores a floración femenina) y durante el llenado de los granos, la caída del área foliar verde por síntomas en las hojas y la presencia de fumagina, sumado al taponamiento del

floema, puede representar una reducción importante del flujo de asimilados al grano en formación. Esto puede conducir a menor peso potencial de los granos y en casos graves, la interrupción de la fase lineal del llenado (Borrás et al., 2004).

En el presente estudio, el efecto del CAM fue evidente, ya que se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en el peso de mil semillas provenientes de espigas afectadas. La reducción respecto a G0 (317 g) fue un 42 % en G1, 62 % en G2, 73 % en G3 y 79 % en G4 (Figura 2).

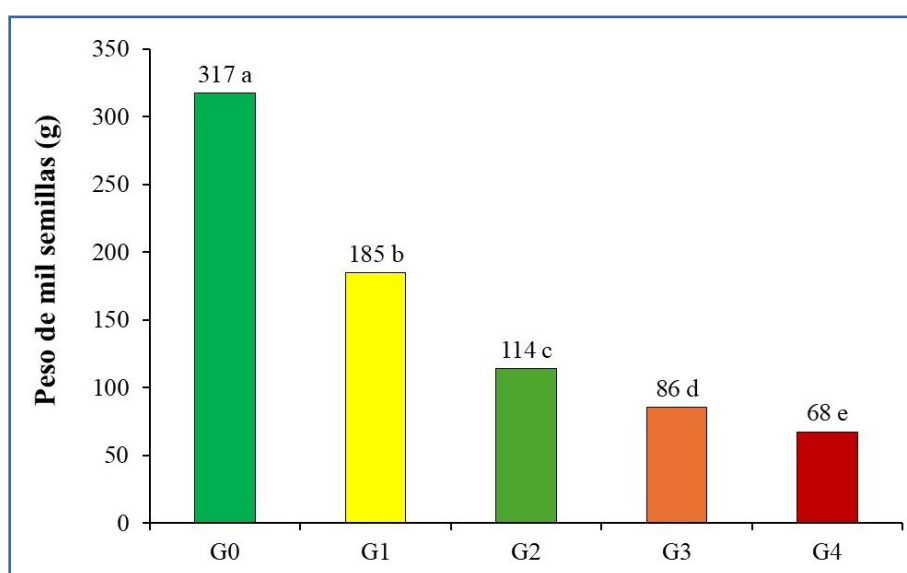


Figura 2. Peso de mil semillas (g) de los tratamientos G0, G1, G2, G3 y G4. Letras diferentes indican diferencias significativas por la Prueba LSD de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

La interrupción del llenado de granos no implica solamente una caída en el peso de estos, sino también la falta de maduración del mismo como simiente. Sobre el final del llenado de granos, se verifican numerosos procesos tendientes a preparar la simiente, inhibir la germinación en la planta y protegerla de la progresiva desecación a medida que el endosperma acumula reservas. Por este motivo, se conjetura que las semillas provenientes de espigas afectadas por CAM podrían disminuir su viabilidad según el grado de afección.

En la evaluación del potencial fisiológico de las semillas provenientes de la escala de severidad utilizada, pudieron observarse diferencias principalmente de los tratamientos G0, G1 y G2

respecto a G3 y G4. El Primer Conteo indicó que las semillas provenientes de las espigas sin daño y con daño bajo tuvieron similar velocidad de germinación (G0: 93 % y G1: 98 %). En tanto, se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las semillas provenientes de espigas con niveles de daños medio (G2: 84 %), alto (G3: 67 %) y muy grave (G4: 54 %) (Figura 3).

En la Prueba de Germinación, bajo condiciones ideales, pudieron observarse diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos G0 (94 %), G1 (97 %) y G2 (87 %) respecto a G3 y G4. Estos tratamientos, con mayor nivel de daño, mostraron los porcentajes más bajos de plántulas normales (73 % y 64 %, respectivamente) (Figura 4). Estos resultados

indican que, si bien es evidente que las semillas de los tratamientos G3 y G4, con mayor severidad de afección por CAM, tienen una condición de calidad

fisiológica inferior, éstas pueden germinar y dar plántulas normales que podrían establecerse bajo condiciones favorables.

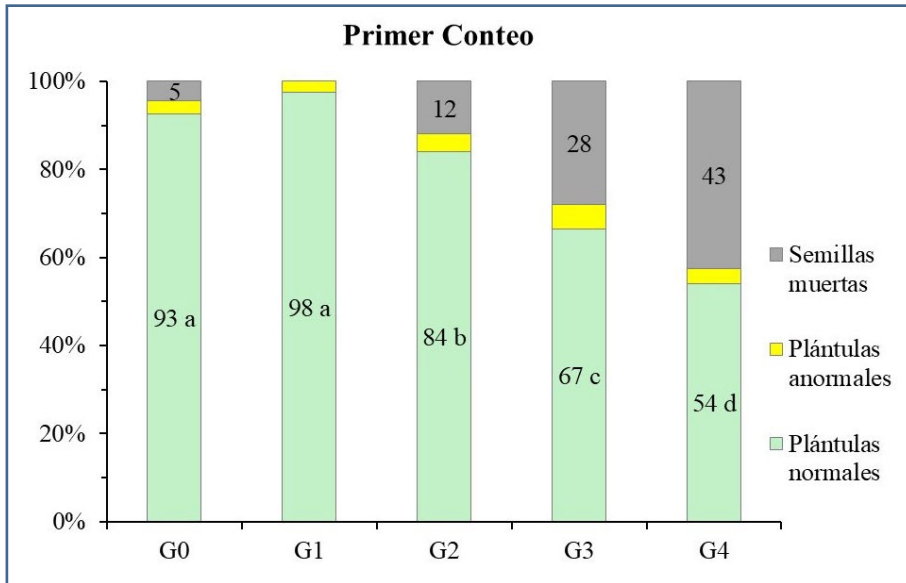


Figura 3. Porcentaje de plántulas normales, anormales y semillas muertas producidas en el Primer conteo a los 5 días de incubación en cámara de germinación a 25 °C, para los tratamientos G0, G1, G2, G3 y G4. Letras diferentes indican diferencias significativas por la Prueba LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ).

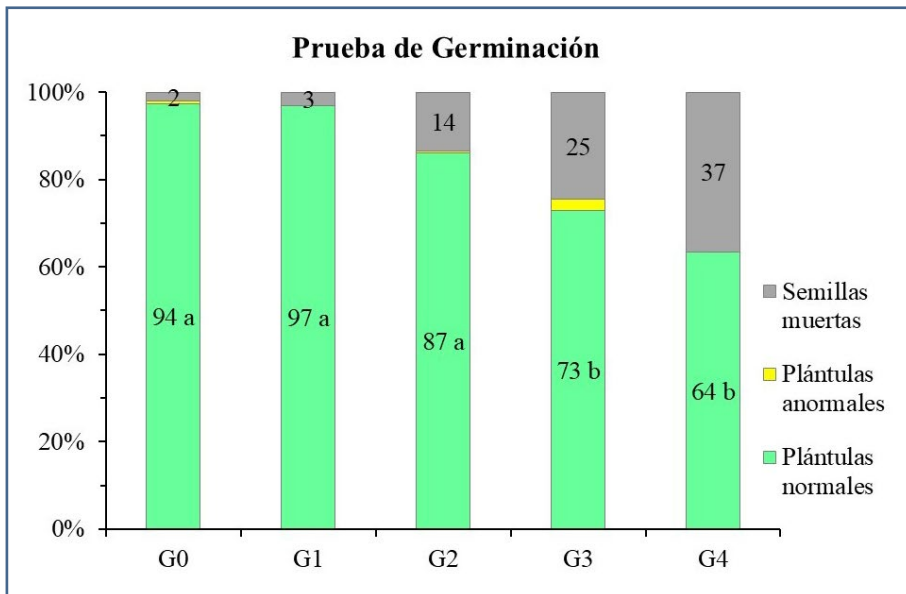


Figura 4. Porcentaje de plántulas normales, anormales y semillas muertas producidas en la Prueba de Germinación a los 7 días de incubación en cámara de germinación a 25 °C, para los tratamientos G0, G1, G2, G3 y G4. Letras diferentes indican diferencias significativas por la Prueba LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ).

La Prueba de Frío modificada es una prueba de vigor que refleja la capacidad de las semillas de soportar un estrés por baja temperatura y alto contenido de humedad en el sustrato, situación similar a la que experimentan las semillas esparcidas provenientes de las pérdidas de cosecha. En este estudio, se utilizaron dos niveles de intensidad de estrés por baja temperatura, 6 y 8 °C. Los valores de vigor más bajos correspondieron a las semillas provenientes de las espigas más afectadas, siendo para G2, G3 y G4, 62, 53 y 42 % respectivamente a 6 °C (Figura 5), y 67, 43 y 39 % con la temperatura de 8 °C (Figura 6). En

tanto, para los tratamientos G0 y G1, los porcentajes de vigor fueron similares en ambas temperaturas, alcanzando 92 y 84 % a 6 °C, y 95 y 90 % a 8 °C, respectivamente. No obstante, si bien esta prueba evidenció que las semillas de los tratamientos G2, G3 y G4, tienen un menor vigor, los porcentajes encontrados indican que son semillas que podrían germinar incluso en el invierno, aunque en menor proporción, pudiendo contribuir a la presencia de maíces guachos donde las chicharritas pueden encontrar refugio y continuar su ciclo.

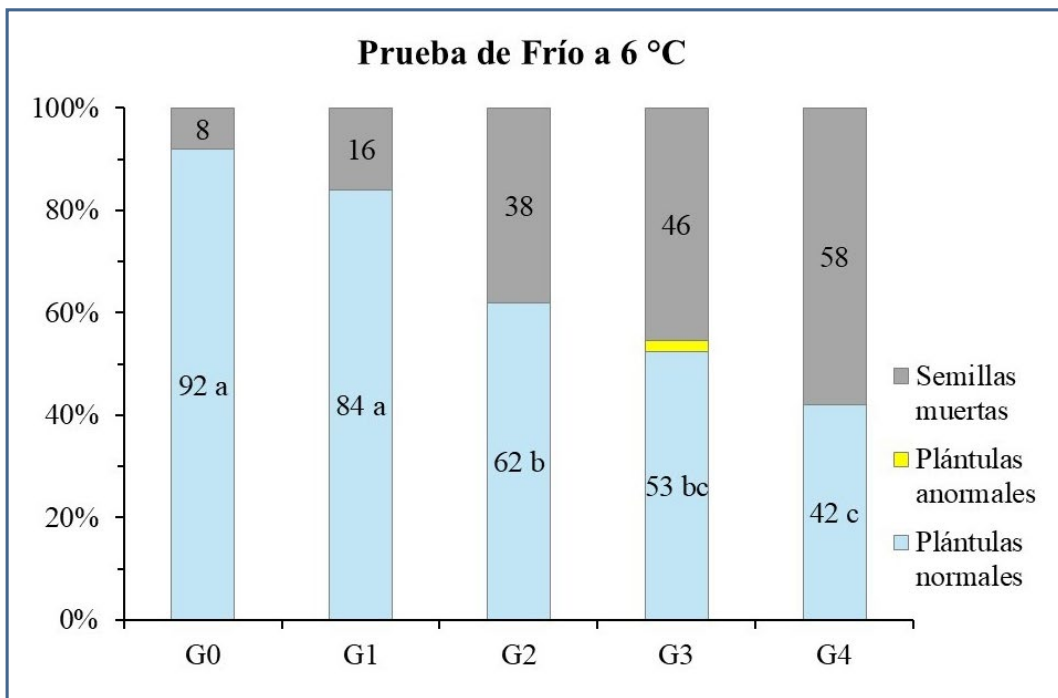


Figura 5. Porcentaje de plántulas normales, plántulas anormales y semillas muertas de la Prueba de frío modificada a 6 °C por 7 días seguido de 7 días de incubación en cámara de germinación a 25 °C, conducida en los tratamientos G0, G1, G2, G3 y G4. Letras diferentes indican diferencias significativas por la Prueba LSD de Fisher ( $\alpha= 0,05$ ).

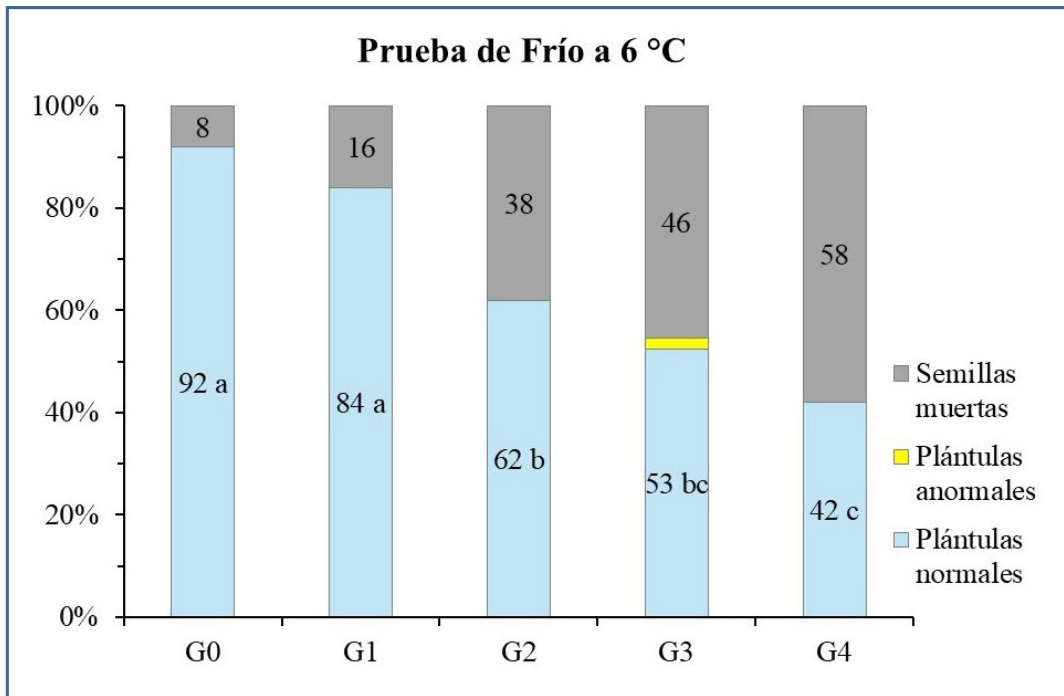


Figura 6. Porcentaje de plántulas normales, plántulas anormales y semillas muertas de la Prueba de frío modificada a 8 °C por 7 días seguido de los 7 días de incubación en cámara de germinación a 25 °C conducida en los tratamientos G0, G1, G2, G3 y G4. Letras diferentes indican diferencias significativas por la Prueba LSD de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

En cuanto a las pruebas de emergencia a campo, la fecha de siembra del 7 de agosto, fecha muy temprana para la zona, mostró valores de 96 y 82 % para G0 y G1 a los 26 días desde la siembra, y un porcentaje significativamente menor de plántulas emergidas en G2, G3 y G4 (76, 38 y 34 %, respectivamente). Sin embargo, a pesar de ser semillas de bajo peso provenientes de las espigas con los mayores niveles severidad de daño, pudo observarse que son capaces de germinar en condiciones de campo desfavorables. Es importante mencionar que las temperaturas mínimas para esa fecha de siembra estuvieron en  $9,9 \pm 4,1$  °C; con mínimas de  $-2,96$  °C y, pese a ello, las semillas de bajo peso pudieron emerger. En el caso de la fecha de siembra del 3 de septiembre, a los 16 días se alcanzó el máximo de emergencia, durante ese período las temperaturas mínimas promedio fueron de  $15,7 \pm 4,9$  °C, con mínimas de  $1,80$  °C. La emergencia alcanzó valores de 94 y 90 % para los tratamientos G0 y G1, y, de manera similar a lo observado en la fecha de siembra más temprana, los

tratamientos G2, G3 y G4 alcanzaron valores de 78, 38, 52 %, respectivamente. Esto indica que, al igual que lo evidenciado en las pruebas de laboratorio, las semillas provenientes de espigas con niveles de daño medio, alto y muy grave, pese a su muy bajo peso y conjeturas sobre su maduración, tendrían el potencial de establecerse en el campo y producir plantas que podrían refugiar y alimentar a *D. maidis* durante la época invernal y comienzo de la primavera. Dada la especificidad de la plaga por el hospedante, es decir que sin la presencia de plantas de maíz la chicharrita no sobrevive, se pone de manifiesto una vez más la relevancia del seguimiento y control de plantas de maíz guacho en el campo, y el monitoreo de las poblaciones del insecto.

## Conclusiones

La escala de espigas utilizada permitió identificar diferente severidad de CAM y en base a esto comparar el potencial fisiológico de las semillas de diferente peso y su posibilidad de establecerse para generar maíces guachos.

Las semillas de los tratamientos con niveles de daños medio (G2), alto (G3) y muy grave (G4) evidenciaron, tanto en las pruebas de laboratorio como en la emergencia a campo, que tendrían el potencial fisiológico para germinar y establecerse como plántulas de maíz guacho, aún en la época invernal.

## Bibliografía

Barontini, J. M., Malavera, A. P., Ferrer, M., Torrico, A. K., Maurino, M. F., De la Paz Giménez Pecci, M. 2022. Infection with *Spiroplasma kunkelii* on temperate and tropical x temperate maize in Argentina and development of a tool to evaluate germplasm. *European Journal of Plant Pathology*, 1-9.

Borrás L., G. Slafer y M.E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research* 86:131-146.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

De Rossi, R.L.; Guerra, F.A.; Lábaque, M. J.; Plazas, M. C. y Guerra, G.D. 2024. Propuestas para la evaluación y estimación de la disminución de rendimiento causada por el Complejo del Achaparramiento del maíz. *Notas de Sanidad Vegetal*, 3. <https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/NSV/article/view/5564>

ISTA. 2018. *Handbook on Seedling Evaluation*. International Seed Testing Association, 221 pp.

ISTA. 2024. *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Zurich. 314 pp.





# Comportamiento de híbridos y — cultivares





# Estabilidad en el rendimiento de variedades de trigo pan en ambientes del centro-sur de Santa Fe. Campaña 2023

**Autores:** Manlla, A.<sup>1</sup>, Echaguibel, N.<sup>1</sup>; Magnano, L.<sup>1</sup>, Almada, G.<sup>2</sup>; Boero, L.<sup>3</sup>; Malmantile, A.<sup>4</sup>; Millet, C.<sup>5</sup>; Widmer, T.<sup>4</sup>; Ramonda, S.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>EEA Oliveros; <sup>2</sup>AER Carlos Pellegrini; <sup>3</sup>AER Gálvez; <sup>4</sup>AER Venado Tuerto; <sup>5</sup>AER Las Rosas

**Palabras clave:** cultivares, trigo pan, interacción genotipo-ambiente.

## Introducción

El rendimiento promedio del cultivo de trigo pan de los últimos 15 años en la provincia de Santa Fe es de 3000 kg ha<sup>-1</sup> (MAGyP, 2024). La variabilidad que tiene este cultivo en su rendimiento es producto, entre otros factores, de la interacción del genotipo con el ambiente. A su vez, el ambiente está en función del clima, el suelo y de las tecnologías de manejo aplicadas. Por eso es importante conocer el comportamiento y adaptación de las distintas variedades de trigo en cada ambiente donde sea sembrado. En línea con esta necesidad es que se llevó a cabo este análisis con el objetivo de proveer de información sobre la estabilidad y adaptabilidad de las 24 variedades de trigo pan en los diversos ambientes del centro-sur de Santa Fe.

## Materiales y métodos

Para el análisis de estabilidad se utilizaron parte de los datos de los ensayos en red de trigo pan del centro sur de Santa Fe, campaña 2023. Estos datos fueron el rendimiento (kg ha<sup>1</sup>) de 13 variedades de ciclo largo e intermedio y de 11 variedades de ciclo corto en cinco localidades descritas en las Tablas 1 y 2 con sus respectivas fechas de siembra y de cosecha. Estos ensayos fueron sembrados en macroparcelas con dos repeticiones bajo el sistema de siembra directa. Los datos de rendimientos fueron ajustados al 14 % de humedad. Para el estudio de la interacción genotipo por ambiente se realizó el análisis de estabilidad de Shukla (Shukla, 1972, adaptada por Masiero & Castellano, 1991) y el gráfico GGE (Yan, et. al, 2000).

El método de Shukla muestra cómo se posiciona el rendimiento medio de las variedades con relación a la media general y a un índice de estabilidad. De esta manera, de acuerdo al lugar del gráfico donde se posicionen, se puede determinar cuáles fueron los rendimientos medio y si tuvieron poca o mucha interacción con el ambiente.

El análisis del gráfico GGE posibilita observar simultáneamente la variación producida por los efectos de los genotipos y los de la interacción genotipo-ambiente sin tener el peso de la variabilidad producida específicamente por el ambiente. Los programas estadísticos empleados son el InfoGen/P 2020 y el SAS On Demand.

Tabla 1: Variedades de Trigo de ciclo largo e intermedio y ciclo corto. Campaña 2023.

CICLO LARGO E INTERM		CICLO CORTO	
SEMILLERO	VARIEDAD	SEMILLERO	VARIEDAD
ACA	ACA308	ACA	ACA605
	ACA363		ACA917
	ACA502		ACA921
NIDERA	BAG610	BIOCERES	ARCE
BUCK	BAG620	NIDERA	BAG460
	COLIHUE		BAG525
DON MARIO	DMCATALPA	DON MARIO	DM ALERCE
	DMPEHUEN		DM AROMO
ACA	FRESNO	BIOCERES	GINGKO
ILLINOIS	ISTERO	ILLINOIS	ISCANARIO
BIOCERES	LAUREL	NEOGEN	NEO30T23
MACROSEED	MSINTA119		
NEOGEN	NEO50T23		

Tabla 2: Ambientes participantes en la Red Trigo Pan, fechas de siembra de ambos ciclos de precocidad y de cosecha. Campaña 2023.

AMBIENTES	LAS ROSAS	SAN EDUARDO	B. IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	OLIVEROS
FECHA DE SIEMBRA CICLO LARGO E INTERMEDIO	7/6/2023	5/6/2023	13/6/2023	8/6/2023	7/6/2023
FECHA DE SIEMBRA CICLO CORTO	28/6/2023	28/6/2023	29/6/2023	30/6/2023	28/6/2023
FECHA DE COSECHA	18/11/2023	15/12/2023	18/11/2023	15/12/2023	16/11/2023

## Resultados

Los ambientes con mayor rendimiento en las variedades de ciclo largo e intermedio fueron Las Rosas y Oliveros (6004 y 6309 kg ha<sup>-1</sup>, Tabla 3). Mientras que Carlos Pellegrini fue el de menor

rendimiento (2734 kg ha<sup>-1</sup>). Esto estuvo sujeto al manejo del lote y a las variaciones en la distribución de las lluvias en cada localidad como también a la ocurrencia de heladas tardías.

*Tabla 3. Rendimientos por ambiente y por variedades de ciclo largo e intermedio participantes de la Red de trigo pan. Campaña 2023.*

AMBIENTES	Bernardo Yrigoyen	Carlos Pellegrini	Las Rosas	Oliveros	San Eduardo
Variedad	RTO (kg ha <sup>-1</sup> )				
ACA308	2958	3487	5819	5391	4009
ACA363	2894	2194	4704	5569	2522
ACA502	2910	3153	5561	7319	2910
BAG610	3035	2297	6612	6958	2444
BAG620	2184	2457	4335	6001	2304
COLIHUE	3580	2735	6578	6248	3026
DMCATAL	3205	3237	6902	6675	3317
DMPEHUEN	3297	2520	7365	6949	4332
FRESNO	3164	2899	6513	6391	3899
ISTERO	3093	2836	6345	6832	3375
LAUREL	3092	3097	6117	6262	3142
MSINTA119	2897	2571	5544	5316	3298
NEO50T23	2663	2064	5658	6071	2910
PROMEDIO	2998	2734	6004	6306	3191

Respecto a los ciclos cortos, los ambientes con mayores rendimientos fueron nuevamente Las Rosas y Oliveros (5131 y 5496 kg ha<sup>-1</sup>), en tanto que

los otros ambientes a excepción de San Eduardo rindieron por debajo de los 3000 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 4).

*Tabla 4. Rendimientos por ambiente y por variedades de ciclo corto participantes de la Red de trigo pan. Campaña 2023.*

AMBIENTES	Bernardo Yrigoyen	Carlos Pellegrini	Las Rosas	Oliveros	San Eduardo
Variedad	RTO (kg ha <sup>-1</sup> )				
ACA605	2975	2688	4975	5266	3295
ACA917	2938	2170	5644	5410	2065
ACA921	2906	3114	5977	5350	1702
ARCE	2937	2426	4923	5066	2059
BAG460	2942	1790	4931	5486	3631
BAG525	2997	2320	4868	5444	3490
DMALERCE	2405	2309	5214	5594	3598
DMAROMO	2582	2712	3766	5522	2850
GINGKO	3259	2099	5720	5777	3295
ISCANARIO	2875	2674	5175	5741	3089
NEO30T23	2775	2878	5247	5801	2937
PROMEDIO	2872	2471	5131	5496	2910

La figura 1 muestra el análisis de estabilidad de Shukla. La línea roja paralela al eje del test de estabilidad representa la media general de los ambientes (4247 kg.ha<sup>-1</sup>). Todas las variedades que se encuentran por arriba de esta línea lograron alcanzar rendimientos superiores a la media. Las líneas azules, paralelas al eje de rendimiento, dividen a las variedades según la interacción que tuvieron con el ambiente con un nivel de significación del 5 % y 1 % de izquierda a derecha. De este modo, las variedades que se encuentran a la izquierda de estas líneas presentaron baja interacción con el ambiente y, las que están a la derecha, exhibieron mayor interacción. En este sentido se observó que Fresno, IS Tero y Laurel fueron las variedades que obtuvieron

un rendimiento superior al promedio y demostraron ser más estables frente a variaciones en el ambiente en un nivel de significancia del 5 %. Las variedades Colihue (4433 kg.ha<sup>-1</sup>), Pehuén (4893 kg.ha<sup>-1</sup>), ACA 308 (4333 kg.ha<sup>-1</sup>), ACA 502 (4370 kg.ha<sup>-1</sup>) y Baguette 610 (4269 kg.ha<sup>-1</sup>) superaron a la media, y mostraron más interacción con el ambiente. Es interesante destacar que la variedad Pehuén fue la que mostró mayor rendimiento promedio. Por su parte las variedades MS INTA 119 (3925 kg.ha<sup>-1</sup>), ACA 363 (3577 kg.ha<sup>-1</sup>) y Baguete 620 (3456 kg.ha<sup>-1</sup>) también se ubicaron como variedades con alta interacción con el ambiente, pero registraron rendimientos por debajo del promedio.

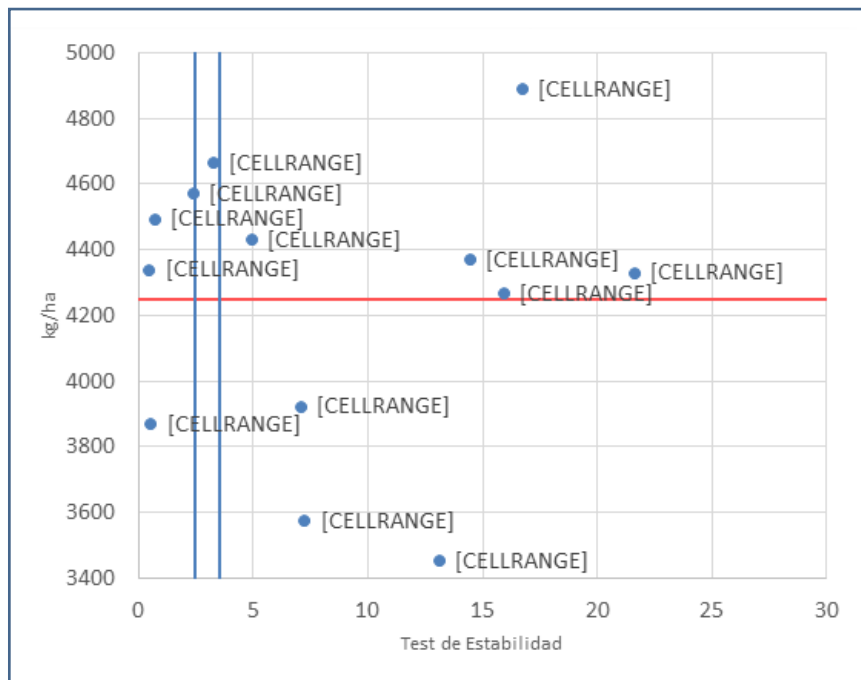


Figura 1. Análisis de estabilidad para las variedades de ciclo largo e intermedio de trigo pan. Campaña 2023.

En las variedades de ciclo corto, el rendimiento promedio fue 3776 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Neo 30T23 (3928 kg.ha<sup>-1</sup>), IS Canario (3911 kg.ha<sup>-1</sup>) y ACA 605 (3840 kg.ha<sup>-1</sup>) se ubicaron entre las más estables y con un rendimiento superior a la media. Por su parte, las variedades Baguette 525 (3823 kg.ha<sup>-1</sup>) y DM Alerce (3824 kg.ha<sup>-1</sup>) mostraron alto rendimiento promedio y mayor interacción con el ambiente. Dentro de las variedades que se encuentran en este cuadrante se destacan las variedades, Gingko (4030 kg.ha<sup>-1</sup>) por su alto rendimiento y ACA 921 (3810

kg.ha<sup>-1</sup>) por la alta interacción que presentó con los diferentes ambientes. Las variedades Baguette 460 (3456 kg.ha<sup>-1</sup>), ACA 917 (3642 kg.ha<sup>-1</sup>), Arce (3482 kg.ha<sup>-1</sup>) y Aromo (3486 kg.ha<sup>-1</sup>) tuvieron rendimientos medios por debajo del promedio general y se ubicaron también a la derecha de las líneas azules mostrando que su comportamiento fue diferente en los distintos ambientes.

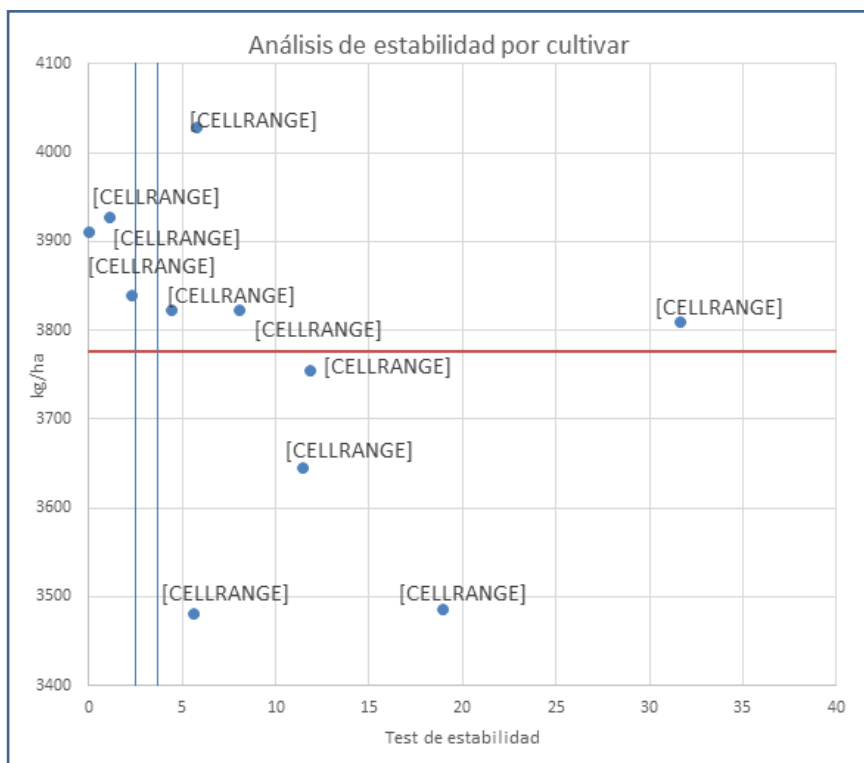


Figura 2. Análisis de estabilidad para las variedades de ciclo. Corto de trigo pan. Campaña 2023.

En el gráfico GGE se identifican mega-ambientes y los genotipos que presentaron mejor desempeño dentro de cada uno de ellos. Los polígonos (color azul) de las figuras 3 y 4 se forman uniendo los genotipos más extremos en el biplot y son las variedades que más contribuyeron a la interacción cultivar por ambiente. Los ambientes que quedan dentro de las líneas rojas punteadas se consideran pertenecientes al mismo mega-ambiente. Generalmente cada mega-ambiente contiene un genotipo en el vértice que es el de mayor rendimiento en el mismo. Los vectores de los ambientes que tienen un ángulo estrecho indican que estos son similares. Vectores ambientales de mayor longitud

indican mejor desempeño de los genotipos en dichos ambientes. En la figura 3 del gráfico GGE correspondiente a las variedades de ciclo largo e intermedio se reconocen tres mega-ambientes, uno determinado por Carlos Pellegrini (CP) y San Eduardo (SED) donde se destacó el buen desempeño de ACA 308. Otro mega ambiente determinado por Las Rosas (LRS) y Bernardo de Irigoyen (BYN) donde se distingue el buen rendimiento de DM Pehuén y donde las variedades Fresno, Colihue, DM Catalpa e IS Tero también tuvieron buen desempeño y un tercer mega ambiente representado por Oliveros (OLI) donde se destacó el rendimiento de Baguette 610 y ACA 502.

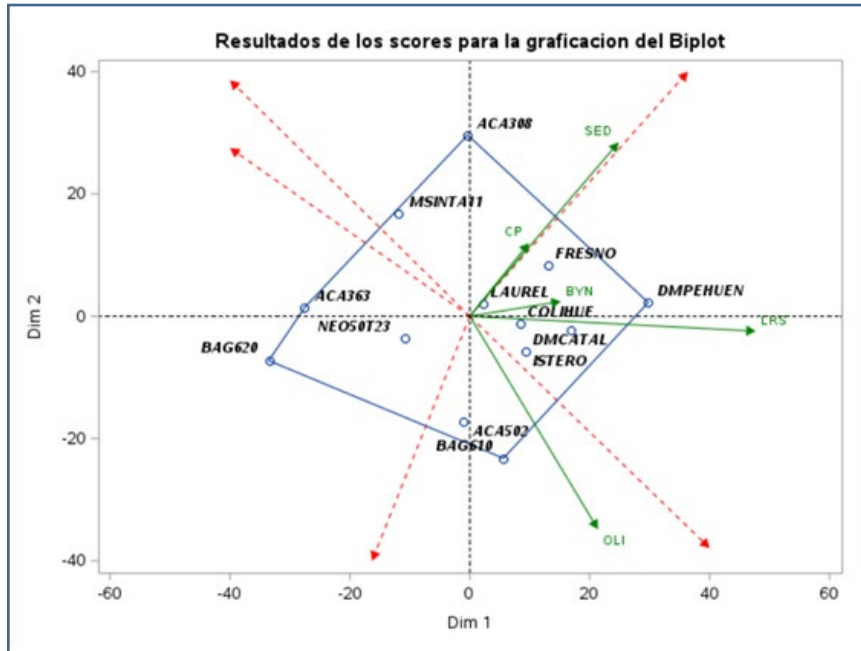


Figura 3. Análisis de interacción genotipo por ambiente, GGE para las variedades de ciclo Largo e intermedio de trigo pan. Campaña 2023.

Respecto a la figura 4 del gráfico GGE con las variedades de ciclo corto se observaron tres mega-ambientes. Uno formado por San Eduardo (SED) donde las variedades que mejor se desempeñaron fueron Baguette 460, DM Alerce y Baguette 525.

El otro mega-ambiente, formado por Bernardo de Irigoyen y Oliveros donde la variedad Ginkgo tuvo buen desempeño. Un tercer mega-ambientes formado por Las Rosas y Carlos Pellegrini donde se destacó el comportamiento de ACA 921.

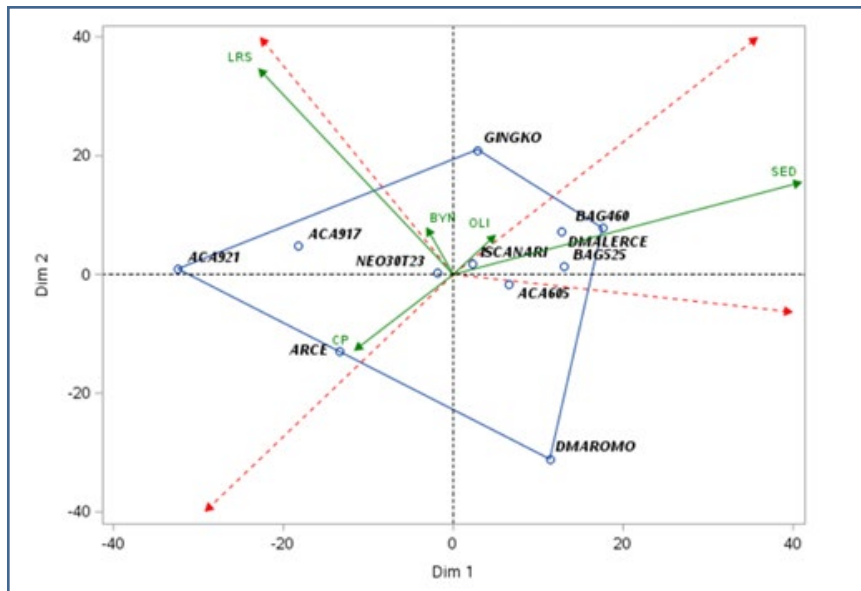


Figura 4. Análisis de interacción genotipo por ambiente, GGE para las variedades de ciclo Corto de trigo pan. Campaña 2023.

## Conclusión

La mayoría de las variedades de trigo pan, tanto de ciclo largo e intermedio y de ciclo corto demostraron tener una gran interacción con el ambiente, en este análisis Fresno, IS Tero y Laurel de ciclo largo e intermedio como también así IS Canario, ACA 605 y Neo 30T23 de ciclo corto reunieron los requisitos de ser estables y de tener un buen potencial.

Se identificaron tres ambientes en ambos ciclos de precocidad junto con las variedades que lograron expresar mejor su potencial de rendimiento. Sin embargo, este tipo de análisis son metodologías orientativas, ya que pueden variar según la cantidad de genotipos y ambientes participantes. Es por ello recomendable la continuidad de estos análisis para lograr un mejor ajuste en la elección de las variedades presentes en el mercado.

## Bibliografía

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Massiero, B. y Castellano, S., 1991. Programa para el análisis de la interacción genotipo-ambiente usando el procedimiento IML de SAS. Actas I Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística. Valparaíso. Chile 1: 47-54.

SAS Institute Inc. (2018). SAS University edition virtual application. Cary, NC, USA. Retrieved from [http://www.sas.com/en\\_us/software/university-edition.html](http://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html)

Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29, 237-245.

Yan, W., Hunt, L. Sheng, Q., Szlavnics, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.* 40, 537-605.





# Trigo pan: comportamiento agronómico y calidad comercial de la Red de cultivares comerciales en el centro-sur de Santa Fe. Campaña 2023

**Autores:** Manlla, A.<sup>1</sup>; Echaguibel, N.<sup>1</sup>; Sanmarti, N.<sup>1</sup>; Almada, G.<sup>2</sup>; Boero, L.<sup>3</sup>; Casasola, E.<sup>4</sup>; Ibarlucea, J.<sup>5</sup>; Malmantile, A.<sup>6</sup>; Millet, C.<sup>7</sup>; Widmer, T.<sup>6</sup>; Palú, E.<sup>8</sup>; Ramonda, S.<sup>7</sup>; Accoroni, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA Oliveros; <sup>2</sup>AER Carlos Pellegrini; <sup>3</sup>AER Gálvez; <sup>4</sup>AER Casilda; <sup>5</sup>AER Roldán; <sup>6</sup>AER Venado Tuerto; <sup>7</sup>AER Las Rosas; <sup>8</sup>AER Pago de los Arroyos

**Palabras clave:** trigo pan, comportamiento agronómico, calidad comercial.

## Introducción

Desde hace 25 años, en la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros INTA y sus Agencias de Extensión Rural (AER), se viene realizando año a año en su área de influencia una red de ensayos en lotes de productores, de cultivares comerciales de distintos criaderos en forma conjunta con las AER de Gálvez y Carlos Pellegrini, unidades que dependen de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela.

Estos ensayos se realizaron en macro parcelas en campo de productores, excepto en la localidad de Oliveros que fueron en microparcelas. Los cultivares participantes fueron agrupados según su precocidad en dos grupos: ciclo largo e intermedio y ciclo corto.

## Objetivos

Conocer el comportamiento de los cultivares comerciales de trigo pan (rendimiento, estabilidad, respuesta al ambiente, sanidad y calidad comercial), en condiciones de secano.

Proveer de información a los productores y profesionales sobre la respuesta de los cultivares comerciales de trigo dentro de los sistemas agrícolas predominantes del centro - sur de Santa Fe.

## Resultados y discusión

### Rendimiento promedio según localidad – ciclos largos e intermedios y cortos

Los rendimientos en grano obtenidos entre las diferentes localidades, según grupo de precocidad, fueron contrastantes como se muestra en la Tabla 1.

Las localidades con mayor rendimiento promedio, y que superaron ampliamente a la media regional en ambos grupos de precocidad, fueron: Peyrano, Las Rosas y Oliveros, en tanto que Pujato obtuvo un rendimiento por encima de la media en los ciclos largos e intermedios y Casilda en los ciclos cortos.

Tabla 1: Rendimiento promedio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e índice de ponderación según localidad y grupo de precocidad. Campaña 2023.

CICLO		LOCALIDAD CENTRO SUR SANTA FE 2023								PROMEDIO REGIÓN
		PEYRANO	CASILDA	SAN EDUARDO	BERNARDO IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	PUJATO	LAS ROSAS	OLIVEROS	
Largos e Intermedios	Rendimiento Promedio	5839	4373	3150	2998	2672	4938	6004	6233	4526
	Índice Ponderado (%)	129	97	70	66	59	109	133	138	100
Cortos	Rto. Promedio	6220	5086	2910	2872	2471	4197	5129	5496	4298
	Índice Ponderado (%)	145	118	68	67	57	98	119	128	100

Estas diferencias observadas entre las localidades evaluadas se debieron, principalmente, a las condiciones meteorológicas en lo respecta a precipitaciones y ocurrencia de heladas en el periodo reproductivo.

A continuación, se detallan las características, comentarios y análisis de los resultados obtenidos en el sitio experimental de la EEA Oliveros.

**Localidad Oliveros, departamento IRIONDO. EEA INTA Oliveros**

Autores: Manlla, A.\*<sup>1</sup>; Echaguibel, N.\*<sup>1</sup>; Accoroni, C.\*<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Área de Investigación en Producción Vegetal.

**Materiales y métodos**

Los experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Oliveros, sur de Santa Fe (32°34' 34" S- 60°52'10" W) durante la campaña de invierno del 2023. Los dos Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR). uno con cultivares de ciclo largo e intermedio y otro con cultivares de ciclo corto fueron sembrados sobre un suelo Argiudol Típico serie Maciel (franco arcillo-limoso) con más de 40 años de historia agrícola. Las fechas de siembra de ambos ciclos fueron realizadas el 7/06/23 y 28/06/2023, con una sembradora experimental de 7 surcos distanciados a 0,20 m.

El barbecho se realizó el día 18/05/23 con 300 cc  $\text{ha}^{-1}$  de Fierce (Flumioxazin + Pyroxasulfona), en macollaje (2/8/23) se aplicaron 7 g  $\text{ha}^{-1}$  Metsulfuron + 120 cc  $\text{ha}^{-1}$  de Banvel. El cultivo antecesor fue soja de primera.

A la siembra, todos los tratamientos fueron fertilizados con 75  $\text{kg ha}^{-1}$  de DAP (Fosfato Diamónico) y en el estadio vegetativo (inicio de macollaje; DC 2,1 en escala de Zadock 5/07/23) se fertilizó con 109  $\text{kg ha}^{-1}$  urea (fuente nitrogenada) para que no fuera limitante.

Las variedades comerciales participantes fueron 14 de ciclo largo e intermedio y 11 de ciclo corto. El diseño de los experimentos fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones y el tamaño de la parcela experimental fue de 9  $\text{m}^2$ .

Los resultados del análisis químico del suelo se muestran en la Tabla 2. Se puede observar que se trata de un suelo de mediana fertilidad de capacidad de uso I, representativo del área, el nivel de Fósforo (P) promedio y de N-NO3 son adecuados, con un pH ligeramente ácido.

Tabla 2: Análisis químico del suelo de 0 a 20 cm de profundidad. Oliveros 2023.

Prof suelo (cm)	N-NO (ppm)	P (ppm)	% MO	P:H en agua 1: 25
0-20	99	22,0	2,30	6,1

La cosecha se realizó con una cosechadora experimental de parcelas (se cosecharon 7 surcos), sobre una superficie de 7,5 m<sup>2</sup> por parcela.

Se calcularon los rendimientos (kg ha<sup>-1</sup>) corregidos al 14 % de humedad, el peso de mil granos (g) y números de granos por unidad de superficie.

El análisis estadístico se realizó con el software Infostat (2020), y la diferencia de medias se hizo con el Test de Diferencia Mínimas al 5 %.

## Resultados y Discusión

### Caracterización del ambiente climático en Oliveros 2023

La siembra del experimento en red se hizo con buenas condiciones de humedad en el suelo por la recarga de los perfiles durante los meses de marzo y abril. Las precipitaciones acumuladas en el ciclo del cultivo (junio a noviembre) fueron de 271,5 mm, un 30 % menos que el promedio histórico de la serie.

En la Figura 1, se observa que durante la etapa vegetativa del cultivo las temperaturas mínimas del 2023 estuvieron por debajo de la serie histórica en los meses de junio a agosto, en promedio 1.3 °C de diferencia (6.1 °C 2023 vs 7.4 °C serie histórica), mientras que en los meses de octubre y noviembre coincidiendo con el periodo de floración y llenado de granos del cultivo fueron levemente superior al promedio de la serie. En tanto que las temperaturas máximas del 2023 para el mismo periodo antes mencionado (junio a noviembre) fueron superiores al promedio histórico en un 6 % (22 °C 2023 vs 20 °C serie histórica) durante todo el ciclo del cultivo.

Sin embargo, mientras el cultivo generaba biomasa estuvo acompañado de algunos días de temperaturas máximas por encima de lo normal, alcanzando valores cercanos a los 30 °C, registrándose el 2 de agosto con 31.9 °C (Datos obtenidos de la estación automática de INTA EEA Oliveros). Este incremento de temperatura sumado a la falta de humedad en el suelo, tuvo efectos directos sobre el normal desarrollo y crecimiento del cultivo, produciendo un acortamiento de la etapa fenológica de floración en

la mayoría de las variedades con baja sensibilidad al fotoperiodo y de bajo requerimiento de frío de alrededor de 7 a 10 días. No obstante, ante un invierno benigno, con un 38 % menos de heladas respecto a los últimos 6 años (promedio heladas agrometeorológicas 2023: 30 vs promedio últimos 6 años: 48) hubo variedades de ciclo largo (con alto requerimiento de frío), que retrasaron su etapa de espigazón- floración por la falta de acumulación de horas de frío complicando las tareas posteriormente a cosecha (mayor variabilidad en la madurez de las espigas).

La etapa de llenado de granos se dio en muy buenas condiciones de humedad y amplitud térmica, es decir, días con mañanas frescas y tardes con temperaturas óptimas para el buen crecimiento de los granos pudiendo compensar en parte el rendimiento final.

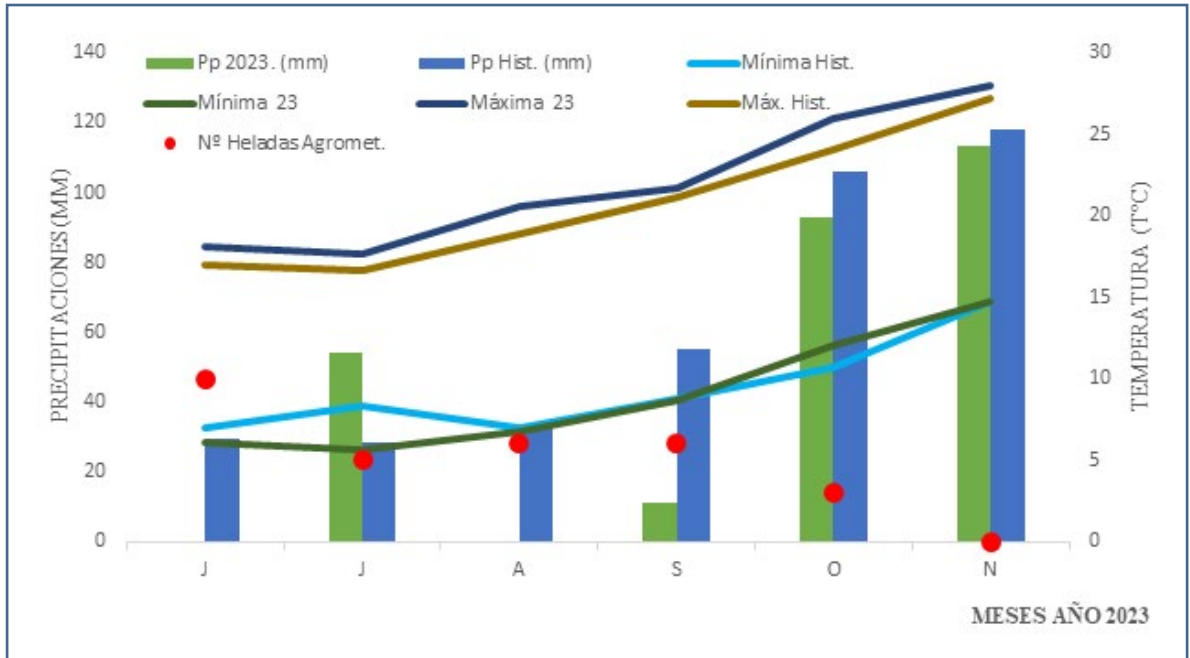


Figura 1. Distribución de las precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas mensuales (abril-noviembre) en el año 2023 y sus respectivos valores promedios históricos (1970-2022), Número de heladas meteorológicas. Datos provenientes de la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Oliveros.

## Rendimiento y calidad comercial

En las Tabla 3 y 4 se presentan a modo de resumen el promedio del rendimiento, peso de mil granos y peso hectolítrico de ambos grupos de precocidad.

El rendimiento promedio de los cultivares de ciclo largo e intermedio fue de 6233 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3). Entre variedades, ACA 502, Baguette 610, Pehuén, IS Tero, Catalpa y Fresno se diferenciaron significativamente (P > 0,001) del resto y fueron las que superaron al valor promedio del ensayo.

El peso promedio de mil granos en los ciclos largos e intermedio (Tabla 3) fue de 36.7 g. Con máximos de más de 40 g en Fresno y Colihue. En general, las variedades obtuvieron un buen peso de granos, dado por la amplitud térmica durante el llenado de granos, mañanas frescas y cálidas por la tarde, permitiendo desarrollar esta etapa en condiciones cercanas a las óptimas (alrededor de 25 °C).

*Tabla 3: Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) y su significancia estadística, Peso de mil granos (PMG) y Peso Hectolítrico (P:H) de Ciclos Largos e Intermedios de los cultivares. Oliveros, campaña 2023.*

CICLOS LARGOS E INTERMEDIOS				
VARIEDAD	RTO (kg ha <sup>-1</sup> )		PMG (g)	P:H (kg HI <sup>-1</sup> )
ACA 502	7319	A	36,7	72,8
Baguette 610	6958	AB	36,5	75,6
Pehuen	6949	AB	38,2	75,4
IS Tero	6832	B	35,7	72,8
Catalpa	6675	BC	38,3	71,1
Fresno	6391	CD	41,2	70,3
Laurel	6262	CD	31	74,5
Colihue	6248	D	41,7	73,6
NEO 50T23	6071	D	33,8	70,2
Baguette 620	6001	D	35,3	68,6
ACA 363	5569	E	35,5	73,1
ACA 308	5391	E	-	67,3
MS INTA 119	5316	E	39,5	67,4
ACA 364	5275	E	34	69,2
<b>PROMEDIO</b>	<b>6233</b>		<b>36,7</b>	<b>71,6</b>

Las medias seguidas por una misma letra no difieren significativamente. Test LDS al 5 %

En líneas generales, el peso hectolítrico promedio para los cultivares de ciclo largo e intermedio fue de 71.6 kg HI<sup>-1</sup> (Tabla 3), no superando el valor mínimo según la norma de comercialización de trigo pan (Nº XX) que es mayor a 73 kg HI<sup>-1</sup>, correspondiente al Grado 3. Las variedades que se destacaron por encima este valor fueron: Baguette 610, Pehuén, ACA 363 y Laurel (Tabla 3).

En la Tabla 4, el rendimiento promedio de los ciclos cortos fue 5496 kg ha<sup>-1</sup>. Entre las variedades de ciclo corto que se destacaron, por encima de la media fueron NEO 30T23, Ginkgo, IS Canario, Alerce y Aromo.

El peso de mil granos, en promedio para los ciclos cortos fue de 40.3 g, con máximos de más 40 g en las variedades Alerce, Baguette 610, IS Canario, Ginkgo y ACA 605. No obstante, el resto de las variedades obtuvieron pesos considerados buenos y muy buenos.

En los ciclos cortos, el peso hectolítrico (Tabla 4) fue mayor que en las variedades de ciclo intermedios largos. El valor promedio fue 75.8 kg HI<sup>-1</sup>, por encima del mínimo establecido en las normas de comercialización de trigo pan. Entre las variedades se destacaron ACA 605, Arce, Ginkgo, Alerce, Neo30T23, Baguette 460 y 525.

Tabla 4: Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) y su significancia estadística, Peso de mil granos (PMG) y Peso Hectolitrico (P:H) de los cultivares de Ciclo Corto. Oliveros, campaña 2023.

CICLO CORTO				
VARIEDAD	RTO (kg ha <sup>-1</sup> )		PMG (g)	P:H (kg HI <sup>-1</sup> )
NEO 30T23	5801	A	39,7	75,9
GINKGO	5777	A	43,3	76,8
IS CANARIO	5741	AB	42,3	73,6
ALERCE	5594	ABC	40	77,6
AROMO	5522	ABC	38,8	74,3
BAG 460	5486	ABC	41,7	75,6
BAG 525	5444	ABCD	39,7	75,6
ACA 917	5410	ABCD	39,2	74,7
ACA 921	5350	BCD	37,8	74,1
ACA 605	5266	CD	43,3	79,2
ARCE	5066	D	37,2	76,2
<b>PROMEDIO</b>	<b>5496</b>		<b>40,3</b>	<b>75,8</b>

Las medias seguidas por una misma letra no difieren significativamente. Test LDS al 5 %

### Resultados en Red

La Red de trigo pan del centro sur de Santa Fe, campaña 2023 consistió en 8 ambientes dependientes de las Agencias de Extensión Rural (AER): Casilda (AER Casilda), San Eduardo (AER Venado Tuerto), Peyrano (AER Pago Arroyo), Bernardo de Irigoyen (AER Gálvez), Carlos Pellegrini (AER C. Pellegrini), Las Rosas (AER Las Rosas), Pujato (AER Roldán). Estos experimentos se realizaron

en campo de productores, en macroparcels con dos repeticiones, bajo el manejo tecnológico que realiza el productor y Oliveros (EEA Oliveros), antes descripto (Figura 2). En esta campaña las empresas semilleras que participaron de la red fueron: ACA, Nidera, Buck; Macroseed, Bioceres y el grupo GDM (Illinois, Neogen y Don Mario).



Figura 2. Mapa del Centro sur de Santa Fe, con los 8 ambientes de la Red Trigo pan. Campaña 2023.

A continuación, en las Tablas 5 y 6 se detallan los ambientes, con sus respectivos responsables, agencias de extensión del área de influencia de los ensayos a campo y los colaboradores y, por otro

lado, se presentan las características generales de los ambientes evaluados en red y las precipitaciones acumuladas de cada uno durante el ciclo del cultivo de trigo.

*Tabla 5: Detalles de los ambientes con sus respectivos responsables y colaboradores de Red Trigo Pan. Campaña 2023.*

SITIO/LOCALIDAD	RESPONSABLES	UNIDAD/AGENCIA EXTENSION	COLABORADORES
<b>SAN EDUARDO</b>	Malmantile, Alberto	AER VENADO TUERTO	
<b>CASILDA</b>	Casasola, Erica	AER CASILDA	Pistoni, I.; González, S.; Vitali, D.; Gálvez, L.
<b>BERNARDO IRIGOYEN</b>	Boero, Leandro	AER GALVEZ. EEA RAFAELA	Dipego, J.; Marzetti, M.; Putero, E.
<b>CARLOS PELLEGRINI</b>	Almada, Gustavo	AER CARLOS PELLEGRINI. EEA RAFAELA	
<b>OLIVEROS</b>	Manlla, Amalia; Echaguibel Naiara	EEA OLIVEROS	ynfante, R.; Martarello, L.; Gomez, E.; Marietan, P.; Insaurraldi, A.; Requino, P.; Stier, N.; Marietan, A.
<b>LAS ROSAS</b>	Ramonda, Susana; Millet, Cristina	AER LAS ROSAS	Taccari, F; Lattanzi, L.; Fontana, S.; Iturbide, P.; Yañes, F.
<b>PEYRANO</b>	Palú, Estefania	AER PAGO DE LOS ARROYOS	Vitelli, D.; Conti, A.; Francioni, G.
<b>PUJATO</b>	Ibarlucea, Juan	AER ROLDÁN	Técnicos de AFA: Cimadomo, F.; Savoretti, V.; Giacomelli, M. y otros



**Tabla 6: Características de los 8 ambientes de la Red de Trigo pan del Centro Sur de Santa Fe. Campaña 2023.**

SITIOS	LAS ROSAS	CASILDA	SAN EDUARDO	B. IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	OLIVEROS	PUJATO	PEYRANO
FECHA DE SIEMBRA CICLO LARGO E INTERMEDIO	7/6/2023	13/6/2023	5/6/2023	13/6/2023	8/6/2023	7/6/2023	14/6/2023	2/6/2023
FECHA DE SIEMBRA CICLO CORTO	28/6/2023	4/7/2023	28/6/2023	29/6/2023	30/6/2023	28/6/2023	5/7/2023	15/6/2023
FECHA DE COSECHA	18/11/2023	28/11/2023	15/12/2023	18/11/2023	28/11/2023	16/11/2023	7/12/2023	15/12/2023
TIPO Y SERIE DE SUELO	ARGIUDOL TÍPICO SERIE CLASON	ARGIUDOL TÍPICO SERIE PEIRANO	HAPLUDOL TÍPICO SERIE SANTA ISABEL 1	ARGIUDOL TÍPICO SERIE CLASON	ARGIUDOL TÍPICO SERIE LOS CARDOS	ARGIUDOL TÍPICO SERIE MACIEL	ARGIUDOL TÍPICO SERIE PEIRANO	ARGIUDOL TÍPICO SERIE PEIRANO
CULTIVO ANTECESOR	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1	SOJA 1
PRECIPITACIONES ACUMULADAS MAYO-OCTUBRE 2023 (MM)	276	300,8	223	276	178	354	322	188
PRECIPITACIONES HISTÓRICAS MAYO-OCTUBRE (MM)	276	-	229	223	256	310,2	-	335

### Rendimiento Red Centro Sur Santa Fe. 2023

En las siguientes tablas 7 y 8, se muestra el rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) de las variedades de ciclo largo e intermedio y corto, para cada uno de los ambientes de la campaña 2023.

En la Tabla 7, se observa que el rendimiento promedio de la Red de trigo pan en los ciclos Largos e intermedios fue de 4528 kg ha<sup>-1</sup>, con variaciones importantes entre los ambientes, destacándose por encima de la media general a Oliveros, Las Rosas, Peyrano y Pujato. Entre las variedades con mayores rendimientos y que superaron la media del ensayo fueron Pehuén, ACA 308, Fresno, Colihue, Catalpa, ACA 502, Bag 610, y Laurel.

Sin embargo, los rendimientos obtenidos en los otros ambientes como Casilda, San Eduardo y Bernardo de Irigoyen fueron buenos y estuvieron cercanos a la media general de la región (3000 kg ha<sup>-1</sup>), a pesar del estrés hídrico que atravesaron gran parte de su ciclo. Cabe aclarar que el ambiente de Carlos Pellegrini tuvo problemas de heladas entre floración y llenado de grano, motivo por el cual el rendimiento final se vio afectado.

En lo que respecta a los ciclos cortos, el rendimiento promedio general fue de 4077 kg ha<sup>-1</sup> (tabla 8), los

mejores ambientes fueron Peyrano, Oliveros, Las Rosas, Pujato y Casilda con rendimientos entre 6220 a 4197 kg ha<sup>-1</sup>. Respecto a las variedades que superaron a la media general fueron: Bag 525, Ginkgo, ACA 605, Bag 460, Arce y ACA 921.

Estas diferencias observadas entre los distintos ambientes se debieron a las variaciones en las precipitaciones y ocurrencia de heladas en el periodo crítico del cultivo.

Tabla 7: Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) de las variedades de ciclo Largo e Intermedio de la Red de Trigo Pan del Centro Sur de Santa Fe. Campaña 2023.

CICLOS LARGOS E INTERMEDIOS		PEYRANO	CASILDA	SAN EDUARDO	BERNARDO IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	PUJATO	LAS ROSAS	OLIVEROS	PROMEDIO
SEMILLERO	VARIEDAD	RTO KG HA <sup>-1</sup>								
DON MARIO	PEHUEN	S/D	S/D	4332	3297	2520	5216	7365	6949	4946
ACA	ACA 308	6699	4406	4009	2958	S/D	5193	5819	5391	4925
ACA	FRESNO	6283	4797	3899	3164	2899	4954	6513	6391	4862
BUCK	COLIHUE	6696	4492	3026	3580	2735	4748	6578	6248	4763
DON MARIO	CATALPA	S/D	S/D	3317	3205	3237	5133	6902	6675	4745
ACA	ACA 502	6629	4700	2910	2910	3152	4662	5561	7319	4730
NIDERA	BAG 610	6646	4218	2444	3035	2297	5400	6612	6958	4701
BIOCERES	LAUREL	4865	4870	3142	3092	3097	4881	6117	6262	4541
ILLINOIS	IS TERO	S/D	S/D	3375	3093	2835	S/D	6345	6832	4496
MACROSEEDS	MS INTA 119	4703	4499	3298	2897	2571	4770	5544	5316	4199
ACA	ACA 363	6265	4027	2522	2894	2194	4653	4704	5569	4103
NIDERA	BAG 620	5160	4409	2304	2184	2457	4975	4335	6001	3978
NEOGEN	NEO 50T23	S/D	S/D	2910	2663	2064	S/D	5658	6071	3873
ACA	ACA 364	4447	3312	2619	S/D	3488	4670	2517	5275	3761
PROMEDIO		5839	4373	3150	2998	2672	4938	6004	6233	4528
DMS (KG HA <sup>-1</sup> )		647	480	282	291	609,9	601	674,8	425,3	
CV %		6,5	4,9	4,2	4,5	10,3	5,6	5,5	4,1	

Variedades ordenadas de mayor a menor Rendimiento por la columna promedio (ÚLTIMA)

**Tabla 8: Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) de las variedades de ciclo Corto de la Red de Trigo Pan del Centro Sur de Santa Fe. Campaña 2023.**

CICLOS CORTOS		PEYRANO	CASILDA	SAN EDUARDO	BERNARDO IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	PUJATO	LAS ROSAS	OLIVEROS	PROMEDIO
Semillero	Variedad	RTO (kg ha <sup>-1</sup> )								
NIDERA	BAG 525	6745	4933	3490	2997	2320	4531	4868	5444	4416
BIOCERES	GINKGO	6332	4932	3295	3259	2099	3915	5705	5777	4414
ACA	ACA 605	5743	5234	3295	2975	2688	S/D	4975	5266	4311
NIDERA	BAG 460	6199	5034	3631	2942	1790	4096	4930	5486	4264
BIOCERES	ARCE	6079	5034	2059	2937	2426	4357	4923	5066	4110
ACA	ACA 921	S/D	5404	1702	2906	3114	3928	5977	5350	4054
ACA	ACA 917	S/D	5032	2065	2938	2170	4182	5644	5410	3920
DON MARIO	ALERCE	S/D	S/D	3598	2405	2309	4414	5213	5594	3922
NEOGEN	NEO 30T23	S/D	S/D	2937	2775	2878	S/D	5247	5801	3927
ILLINOIS	IS CANARIO	S/D	S/D	3089	2875	2674	S/D	5175	5741	3911
DON MARIO	AROMO	S/D	S/D	2850	2582	2712	4156	3766	5522	3598
PROMEDIO		6220	5086	2910	2872	2471	4197	5129	5496	4077
DMS (kg ha <sup>-1</sup> )		582	888	442	352,4	921	234	663,8	408,6	
CV %		5,1	7,4	6,9	5,6	11,4	1,4	5,8	4,4	

Variedades ordenadas de mayor a menor Rendimiento por la columna promedio (ÚLTIMA)

### Calidad comercial de Trigo Pan. Red Centro Sur Santa Fe. 2023

La capacidad de uso final del trigo, está regida por su calidad industrial. En base a esto, el Comité de Cereales de Invierno de la CONASE, clasificó a los trigos, en tres grupos de calidad: Grupo 1(G1), Grupo 2 (G2) y Grupo 3 (G3) según variables de importancia para los eslabones de la cadena de industrialización (molinería e industrias de manufactura de harinas), tanto locales, como de los países que compran esta materia prima. El porcentaje de proteína es una de las variables que conforman el Índice de Calidad tenidas en cuenta a la hora de catalogar

las variedades, así variedades con más de 11 % de proteína se encontraran dentro de G1, mayores a 10.5 % en G2 y más de 9.5 % en G3.

En las tablas 9 y 10, se presentan el porcentaje de proteína promedio de cada una de las variedades de ciclo largo e intermedio y de ciclo corto por ambiente. A cada una de las variedades se les ha asignado un color (verde con 11 % o más de proteínas), teniendo en cuenta la clasificación antes mencionada.

Tabla 9: Porcentaje de proteína (%) por variedad de Ciclo Largo e Intermedio y ambiente. Rango de referencia (%). Campaña 2023

CICLOS LARGOS E INTERMEDIOS		PEYRANO	CASILDA	BERNARDO IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	LAS ROSAS	OLIVEROS
SEMILLERO	VARIEDAD	% PROTEÍNA					
DON MARIO	PEHUEN	S/D	S/D	9,7	10,8	9,7	9,8
ACA	ACA 308	8,5	10,9	12,2	S/D	11,9	S/D
ACA	FRESNO	14,3	11,1	13,4	13,1	11,5	10,8
BUCK	COLIHUE	13,3	10,6	10,3	11,5	11,4	11,3
DON MARIO	CATALPA	S/D	S/D	10	11,1	10,6	9,2
ACA	ACA 502	13,1	10,3	11,1	11,4	10,9	10,7
NIDERA	BAG 610	S/D	11	9,4	11,8	10,5	10,3
BIOCERES	LAUREL	13,5	10,4	10,8	11,3	11,3	11,3
ILLINOIS	IS TERO	S/D	S/D	9,5	10,9	11	10,2
MACROSEEDS	MS INTA 119	13,4	10,3	12,5	11,8	12	10,9
ACA	ACA 363	12,9	12,4	12,8	13,3	12,7	10,6
NIDERA	BAG 620	13	10,5	12	12,1	12,9	S/D
NEOGEN	NEO 50T23	S/D	S/D	11,1	11,1	11,8	11,1
ACA	ACA 364	12,4	10,7	S/D	11,8	11,8	10,9

Tabla 10: Porcentaje de proteína (%) por variedad de ciclo Corto y ambiente. Rango de referencia (%). Campaña 2023

CICLOS CORTOS		PEYRANO	CASILDA	BERNARDO IRIGOYEN	C. PELLEGRINI	LAS ROSAS	OLIVEROS
SEMILLERO	VARIEDAD	% PROTEÍNA					
NIDERA	BAG 525	10,4	11,9	11,2	11,8	11,9	10,2
BIOCERES	GINKGO	9,5	11,1	9,2	11,6	11,5	9,8
ACA	ACA 605	12,6	10,9	11,7	12,1	12,5	10,2
NIDERA	BAG 460	10,8	11,1	10,5	12,4	13,3	10,6
BIOCERES	ARCE	8,8	11,4	10,3	12,2	12,1	10,7
ACA	ACA 921	S/D	11,3	10,8	12,2	12,2	10,7
ACA	ACA 917	S/D	11,5	9,5	11,9	11,8	9,9
DON MARIO	ALERCE	S/D	S/D	10,7	12	12,4	9,9
NEOGEN	NEO 30T23	S/D	S/D	10	12,3	12,5	10,1
ILLINOIS	IS CANARIO	S/D	S/D	9,8	11,7	11,4	9,1
DON MARIO	AROMO	S/D	S/D	10,8	11,8	13,2	10,5

El contenido de proteína en grano (PROT) promedio de la Red Trigo fue de 11 % y de 11,4 % para los ciclos largos e intermedios y cortos, ambos valores fueron superiores a la base de comercialización del 11 % y entre ciclos de variedades, los ciclos cortos tuvieron un 3 % más de proteína respecto a los ciclos largos e

intermedio. En líneas generales, se considera que la campaña obtuvo un buen contenido de proteína con valores mínimos de 9.2 % y máximos de 13.3 % en los ciclos largos e intermedios. En tanto que, en los ciclos cortos el valor mínimo fue 8,5 % y el máximo de 14.3 %.

## Agradecimientos

Se agradece al personal de apoyo del grupo de Manejo de Cultivos, Suelo y Agua: Leandro Martarello, Edgardo Gómez, Ramon Ynfante, Pablo Marietan, Ariel Marietan, Ariel Insaurraldi, Pedro Requino y Nelson Stier por el compromiso en la realización de las tareas. A los semilleros por su apoyo para la realización de esta red y a los productores y cooperativas que colaboraron en los ensayos.

## Bibliografía

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Zadoks J.C., T.T. Chang y C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14, 415 – 421.



# Cebada cervera: comportamiento agronómico y calidad comercial en Oliveros (Santa Fe). Campaña 2023

**Autores:** Manlla, A.<sup>1</sup>; Echaguibel N<sup>1</sup>.; Gonzalez, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Técnicos de EEA INTA Oliveros; <sup>2</sup> EEA INTA Bordenave

**Palabras clave:** cebada cervecera, comportamiento de cultivares, rendimiento.

## Introducción

La cebada cervecera (*Hordeum vulgare*), es una gramínea de invierno que aporta a la sustentabilidad de los sistemas de producción por el gran volumen de biomasa que genera, y es un buen antecesor del cultivo de soja de segunda. Es de destacar que, a diferencia del trigo, tolera la sequía y su cosecha se realiza en forma anticipada respecto a este cereal. Merced a los avances en el mejoramiento genético, existen en la actualidad variedades de mayor potencial de producción y estabilidad.

La Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Oliveros, participa de la Red Nacional de Cebada Cervecera (REC), que nuclea Ensayos Comparativos de Rendimiento en 23 ambientes distribuidos en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos. Coordinan esta red de ensayos el grupo de Mejoramiento y Calidad Vegetal de la EEA INTA Bordenave. En esta publicación se muestran los resultados de la localidad Oliveros, provincia de Santa Fe.

## OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivos:

Generar conocimiento sobre el comportamiento agronómico y la calidad comercial de las variedades de cebada cervecera comerciales, en condiciones de secano.

Brindar información sobre este cereal a productores y profesionales que se desempeñan en los sistemas agro productivos del sur de Santa Fe.

## Materiales y métodos

La evaluación de los cultivares de cebada cervecera se llevó a cabo en la EEA INTA Oliveros, sur de Santa Fe (32°34' 34" S- 60°52'10" W) durante la campaña 2023. La siembra se realizó bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol Típico serie Maciel (franco arcillo-limoso) con más de 40 años de historia agrícola. La fecha de siembra fue el 23/06/2023, con una sembradora experimental de 7 surcos distanciados a 0,20 m. El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones.

El barbecho se realizó el día 18/05/23 con 300 cc/ha de Fierce (Flumioxazin + Pyroxasulfona), en macollaje (02/08/23), se aplicó 7 gs/ha de Metsulfuron + 120 cc/ha de Banvel y para el control de *Bowlesia* sp. (01/09/23) 40 cc/ha Cafentrazone (Affinity) + Tensioactivo. El cultivo antecesor fue soja de primera.

A la siembra, todos los tratamientos fueron fertilizados con 75 kg ha<sup>-1</sup> de DAP (Fosforo Diamónico) y en el estadio vegetativo (DC 1.2 escala Zadock, 05/07/23) se fertilizo con 109 kg ha<sup>-1</sup> urea (fuente nitrogenada) para que no fuera limitante este nutriente.

En inicio espigazón (DC 5.1 escala Zadock 13/09/23) se hizo el control de enfermedades foliares en 3 repeticiones con UPL GOLD LEAF 2 (Azoxystrobin + protriocoazole + mancozeb), a una dosis de 2 kg ha<sup>-1</sup>. En la cuarta repetición no se aplicó el fungicida para determinar el perfil sanitario sobre los distintos genotipos de la red.

Participaron en total 18 genotipos, de los cuales 11 eran variedades comercializadas por diferentes empresas y completan el conjunto 7 líneas experimentales de cebada cervecera.

La cosecha se realizó el 15/11/23 en forma mecánica con cosechadora experimental de parcelas (se cosecharon 6 surcos de 6 m de largo). Se determinó

el rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) corregido a 12% de humedad y el peso de los granos. Desde el laboratorio de mejoramiento y calidad Vegetal de INTA Bordenave, se determinó el porcentaje de proteínas en grano y el calibre de granos retenidos sobre zarandas de 2.5 mm. Los resultados fueron analizados a través del paquete de análisis estadístico InfoStat, 2020.

## Resultados

### Caracterización del ambiente climático 2023

La siembra del experimento en red se hizo con buenas condiciones de humedad en el suelo por la recarga de los perfiles durante los meses de marzo y abril. Las precipitaciones acumuladas en el ciclo del cultivo (junio a noviembre) fueron de 271,5 mm, un 26% menos que el promedio histórico de la serie (Figura 1).

En etapa vegetativa (julio, agosto) hubo la presencia de heladas a 1.5 m del suelo (total 21) sin embargo el cultivo no se vio afectado por las mismas.

Las temperaturas mínimas fueron superiores a las del promedio histórico de la serie, siendo más significativo el mes de julio con 2.7°C por encima de la media. Siguiendo con esta tendencia, las máximas fueron superiores entre 0.6 y 1.9°C respecto al promedio histórico en todo el ciclo del cultivo (Figura 1).

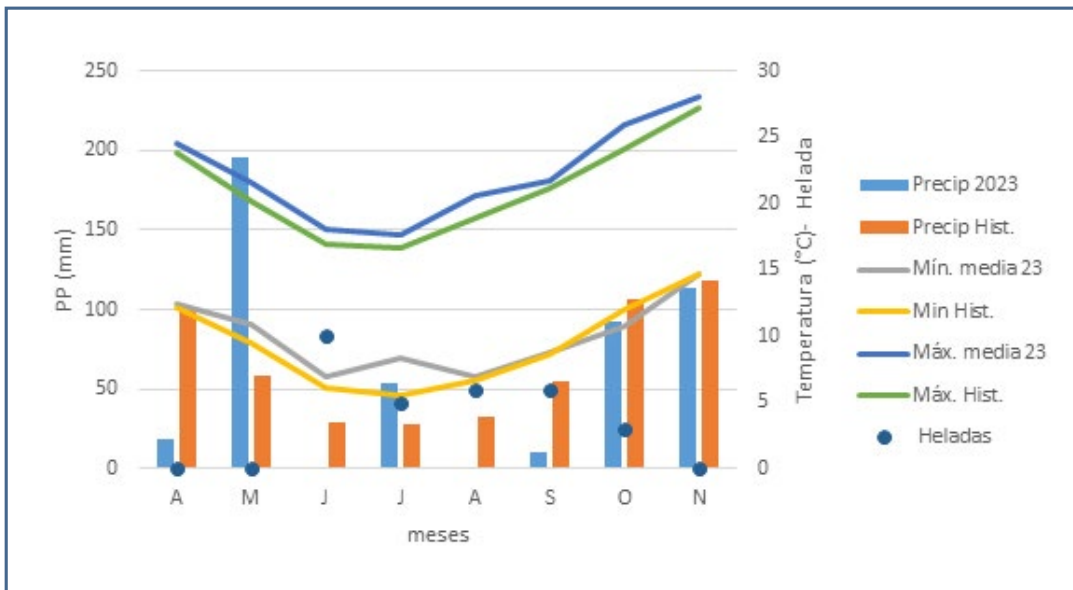


Figura 1. Distribución de las precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas mensuales (abril-noviembre) en el año 2023 y sus respectivos valores promedios históricos (1970-2022), Número de heladas meteorológicas. Datos provenientes de la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Oliveros.



### Rendimiento y calidad

Se obtuvieron muy buenos rendimientos en esta campaña. El promedio de la Red de Ensayos de Cultivares en Oliveros fue de 5980 kg ha<sup>-1</sup> y 5839 kg ha<sup>-1</sup> para los tratamientos con fungicida y sin fungicida respectivamente (Tabla 1). Representando el primero, un 53% superior al promedio de rendimiento de la campaña 2022 (2819 kg ha<sup>-1</sup>), debido a que, en la campaña anterior, el cultivo fue afectado durante la etapa vegetativa por la ocurrencia de heladas, sumado a la sequía reinante. En cuanto a las variedades, se observaron diferencias significativas, siendo las más destacadas L4-2023 y L9-2023 para ambos

tratamientos con y sin fungicida. En tanto que Andreia y Alhue fueron las variedades de menor rendimiento del tratamiento con fungicida y que se diferenciaron significativamente del resto variedades rindiendo un 10 y 11% menos que el promedio general del experimento. Sin embargo, en líneas generales entre los tratamientos con y sin fungicida hubo una diferencia de 141 kg.

Tabla 1. Promedio de Rendimiento (Rto, kg ha<sup>-1</sup>), Peso de mil granos (PMG, g) y Peso Hectolitrico (P:H, kg hl<sup>-1</sup>) según cultivar de cebada cervecera con y sin fungicida. INTA Oliveros, campaña 2023.

*Tabla 1: Promedio de Rendimiento (Rto, kg ha<sup>-1</sup>), Peso de mil granos (PMG, g) y Peso Hectolitrico (P:H, kg hl<sup>-1</sup>) según cultivar de cebada cervecera con y sin fungicida. INTA Oliveros, campaña 2023.*

Variedad	Con Fungicida			Sin Fungicida		
	Rto (kg ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	P:H (Kg hl <sup>-1</sup> )	Rto (Kg ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	P:H (Kg hl <sup>-1</sup> )
L4-2023	6838	42,3	59,0	6800	39,9	58,1
L9-2023	6719	40,5	58,7	6492	41,8	58,3
Sinfonía	6409	39,4	55,1	5776	40,3	58,3
L1-2023	6406	40,5	58,8	5552	44,5	58,5
L7-2023	6238	43,2	56,8	5965	42,3	58,3
Montoya	6206	40,4	59,2	6053	38,0	58,3
L2-2023	5979	40,2	59,6	6285	38,7	59,2
Buck 316	5953	39,1	59,4	5683	39,0	59,8
Charles	5907	42,1	59,0	5705	39,2	54,1
Militza INTA	5892	41,3	58,5	5554	40,1	58,1
L3-2023	5867	43,3	59,2	6009	42,5	56,4
Fátima	5819	40,9	59,2	5645	41,8	60,6
Overture	5816	42,9	57,7	5376	44,7	61,3
Verónica INTA	5783	41,8	58,0	6229	40,8	61
Jennifer	5543	42,2	59,7	5325	39,8	60,6
L8-2023	5537	38,5	56,4	5426	37,2	57,5
Andreia	5391	38,5	56,9	5169	40,0	55
Alhue	5345	41,2	59,6	6060	39,9	61,7
PROMEDIO	5980	41,0	58,4	5839	40,6	58,6
Signif %5	p< 0.01	p< 0.01	ns			
DMS	340	2,6	3,1			
CV%	3,4	3,9	3,2			

El peso promedio de mil granos (PMG, g) para el tratamiento con fungicidas fue 41 g (Tabla 1), entre los genotipos hubo diferencias significativas al 5%, destacándose L3-2023, L7-2023 con valores de PMG mayores a 43 g. A pesar de que el promedio del ensayo sin fungicidas fue un poco menor, las variedades Overture y L1-2023 mostraron valores superiores a 44g de PMG. En resumen, los pesos de los granos obtenidos en esta campaña conciden con el buen rendimiento logrado debido a que hubo buenas condiciones ambientales durante el llenado de granos.

El Peso Hectolitrico en promedio fue de 58 kg hl<sup>-1</sup>, no observándose diferencias significativas entre las variedades y tratamientos (Tabla 1).

El porcentaje de proteínas en promedio fue de 11.5% y 11,4%, para tratamientos con fungicida y sin fungicida respectivamente (Tabla 2), las variedades más destacadas con fungicida fueron Andreia, Alhue, Militza INTA y Overture con un valor superior

al 12% de calidad proteica y en sin fungicida fue L3-2023. A excepción de algunas variedades en ambos tratamientos, el porcentaje de proteínas de las variedades en general se encuentran dentro de los valores de tolerancia de recibo permitida por la norma de calidad para la comercialización de cebada cervecera (entre 10% y 12%).

En el calibre de los granos, el promedio fue muy bueno para los dos tratamientos, con fungicida: 93.4 % y sin fungicida 89.7% (Tabla 2). La mayoría de los genotipos tratados superaron el 90% de primera calidad, a excepción de Fátima y L9-2023 con fungicida. En las variedades no tratadas, el calibre de granos fue muy bueno en L1-2023 (93.8%), Andreia y Militza INTA (93.3%)

Respecto a la presencia de enfermedades foliares en la campaña 2023, hubo una alta presión de Mancha en red (Pyrenophora teres) y Mancha en red tipo Spot (Drechslera teres)

**Tabla 2: Porcentaje de proteínas (%) y calibre de granos retenidos. Laboratorio de Mejoramiento y calidad vegetal. EEA INTA Bordenave.**

VARIEDAD %PROT.	CON FUNGICIDA		SIN FUNGICIDA	
	%PROT.	1° CAL. %	%PROT.	1° CAL. %
ALHUE	12,0	93,3	11,6	88,7
ANDREIA	12,3	96,9	11,6	93,3
BUCK 316	11,5	94,1	11,7	90,9
CHARLES	11,5	93,2	11,1	84,8
FÁTIMA	10,8	89,8	11,5	81,3
JENNIFER	11,2	96,6	11,9	92,6
MILITZA INTA	12,2	94,4	11,2	93,3
MONTOYA	11,9	92,8	10,9	90,8
OVERTURE	12,0	91,6	10,9	93
SINFONÍA	10,9	91,4	10,4	86,1
VERÓNICA INTA	11	92,5	11,6	87,5
L1-2023	11,9	94,3	11,5	93,8
L2-2023	11,8	96,9	11,8	89,5
L3-2023	11,8	96	12,0	92,1
L4-2023	11	95	11,0	92,5
L7-2023	10,9	95	11,3	90,2
L8-2023	11,5	92,3	11,8	87,4
L9-2023	11,5	85,4	10,4	87,6
<b>PROMEDIO</b>	<b>11,5</b>	<b>93,4</b>	<b>11,4</b>	<b>89,7</b>
<b>PROTEINA</b>				
	>12%	11-12%	<11%	
<b>CALIDAD</b>				
	>90%	85-90%	<85%	

## Referencia

Norma V de Calidad para la comercialización de la Cebada Cervecera.

Calibre es el valor expresado en porciento en peso de la muestra, através del cual se aprecia el tamaño y uniformidad de los granos.

Bajo zaranda de 2,2 mm, tolerancia de recibo 4%;  
Sobre zaranda mín. 2,5 mm. Base 85 %, Tolerancia de recibo 80 %

Proteína Mínima S.S.S. mínimo 10 %, Tolerancia de recibo 9%.

Proteína Máxima S.S.S. máximo 12%, Tolerancia de recibo 13

## Bibliografía

Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>.

Zadoks J.C., T.T. Chang y C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415 – 421.



# Rendimiento y estabilidad de híbridos comerciales de maíz en fecha de siembra temprana y tardía

## Resultados de la Red de maíz de INTA Oliveros y sus AERs - Campaña 2023-24.

**Autores:** Ferraguti, F.<sup>1</sup>; Malmantile, A.<sup>2</sup>; Widmer, T.<sup>2</sup>; Vita, E.<sup>3</sup>; Palú, E.<sup>3</sup>; Prieto, G.<sup>4</sup>; Lotto, A.<sup>4</sup>; Ibarlucea, J.<sup>5</sup>; Jankovic, V.<sup>6</sup>; 7 Pagani, R.<sup>8</sup>; Dickie M.J.<sup>8</sup>; Ramonda, S.<sup>9</sup>; Almada, G.<sup>9</sup>; Boero, L.<sup>10</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Oliveros; <sup>2</sup> INTA AER Venado Tuerto; <sup>3</sup> INTA AER Pago de los Arroyos; <sup>4</sup> INTA AER Arroyo Seco; <sup>5</sup> INTA AER Roldán; <sup>6</sup> INTA AER Casilda; <sup>7</sup> INTA AER Cañada de Gómez; <sup>8</sup> INTA AER Las Rosas; <sup>9</sup> INTA AER Carlos Pellegrini; <sup>10</sup> INTA AER Galvez.

**Palabras clave:** maíz, híbridos, IGA, estabilidad, GGE Plot.

### Introducción

Desde 1999 la Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros en conjunto con sus Agencias de Extensión Rural, llevan a cabo una Red de ensayos comparativos de rendimiento de los principales híbridos comerciales de maíz disponibles en el mercado. La Red tiene como objetivos identificar los genotipos con mayor potencial de rendimiento y que mejor se adaptan los ambientes del centro - sur de Santa Fe. Para ello, durante la Campaña 2023/24 se evaluó un set de 33 híbridos comerciales (Tabla 1) en 11 sitios representativos del Centro Sur de Santa Fe en la Red de fecha de siembra temprana (septiembre – octubre); y en la fecha tardía (diciembre – enero) 21 híbridos en 9 sitios, de los cuales sólo se presentan 6, debido a la influencia del daño causado por el Complejo de Achaparramiento transmitido por la chicharrita *Dalbulus maidis* (Tabla 2).

Al momento de elegir un híbrido de maíz, los puntos principales a tener en cuenta son: el potencial de rendimiento, la adaptabilidad a diferentes ambientes y las características agronómicas como resistencia a insectos y enfermedades, integridad de caña, velocidad de secado, calidad de grano, etc.

Para determinar la estabilidad a través de los ambientes evaluados en la Red, se utilizan métodos

estadísticos como los propuestos por Shukla et al., (1972), adaptado por Masiero y Castellano, (1991), y el biplot de interacción genotipo x ambiente (GGE Plot) (Alwala et al., 2011; Yan et al., 2000). Estos métodos se basan en el análisis de la interacción genotipo x ambiente (IGA), asignando en este caso a los híbridos con menor interacción a través de los ambientes evaluados la categoría de adaptable/ estable.

### Resultados

#### Componentes de la variancia

En la Figura 1 se presentan dos gráficos circulares que indican el aporte de los diferentes componentes de la variancia en la Red Temprana (Figura 1 a) y la Red Tardía (Figura 1 b). En ambas redes la mayor parte de la variabilidad de los datos estuvo explicada por el ambiente, siendo 67% para la Red Temprana y 76% para la Red Tardía. Es importante recalcar que el componente Ambiente no se restringe a lo meramente climático y edáfico, sino que además es resultado de la prácticas de manejo y la presión de plagas y enfermedades que pudieran experimentar los cultivos. En este sentido, la presión ejercida por el complejo de achaparramiento en algunos

sitios como Oliveros, Totoras y Las Rosas, hizo que un subset de híbridos tuviese una performance ligeramente superior ya sea por escape o tolerancia, y determinó un peso mayor de la elección híbrido (14%) respecto a los valores usuales si comparamos con otros años de la Red (normalmente por debajo del 5%). En la Red Tardía, donde el comportamiento

general ante esta contingencia fue similar, el componente híbrido tuvo aproximadamente la mitad del peso que en la Red de Temprana, mientras que los valores de IGA fueron comparablemente similares y en línea con los valores habitualmente informados en años anteriores.

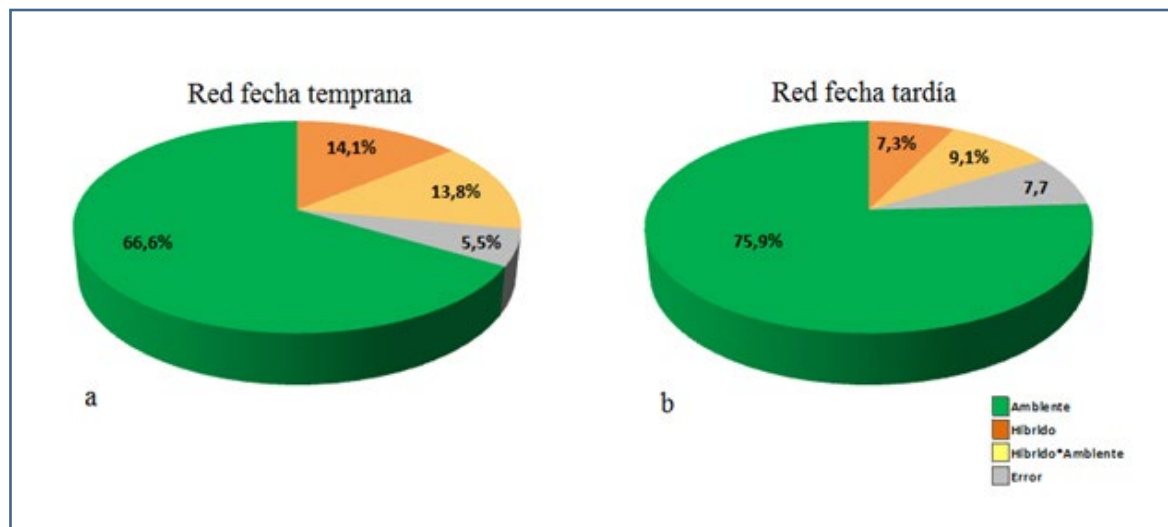


Figura 1. Contribución de los componentes de la variancia al rendimiento promedio en la Red de maíz de fecha temprana (a) y tardía (b) durante la campaña 2023-24

### Análisis Shukla

A continuación se presenta el análisis Shukla donde se observan los rendimientos promedio de los híbridos en función de un test de estabilidad que indica la IGA durante la campaña 2023-24 para la Red Temprana (Figura 2) y Tardía (Figura 3). Los híbridos que se encuentran por encima de la línea color anaranjado que representa el rendimiento

promedio de la red, fueron los más destacados en esta característica. La línea azul, paralela al eje del rendimiento, divide el set de híbridos que con mayor estabilidad de rendimiento a través de los ambientes evaluados, de aquellos que presentaron mayor interacción con el ambiente.

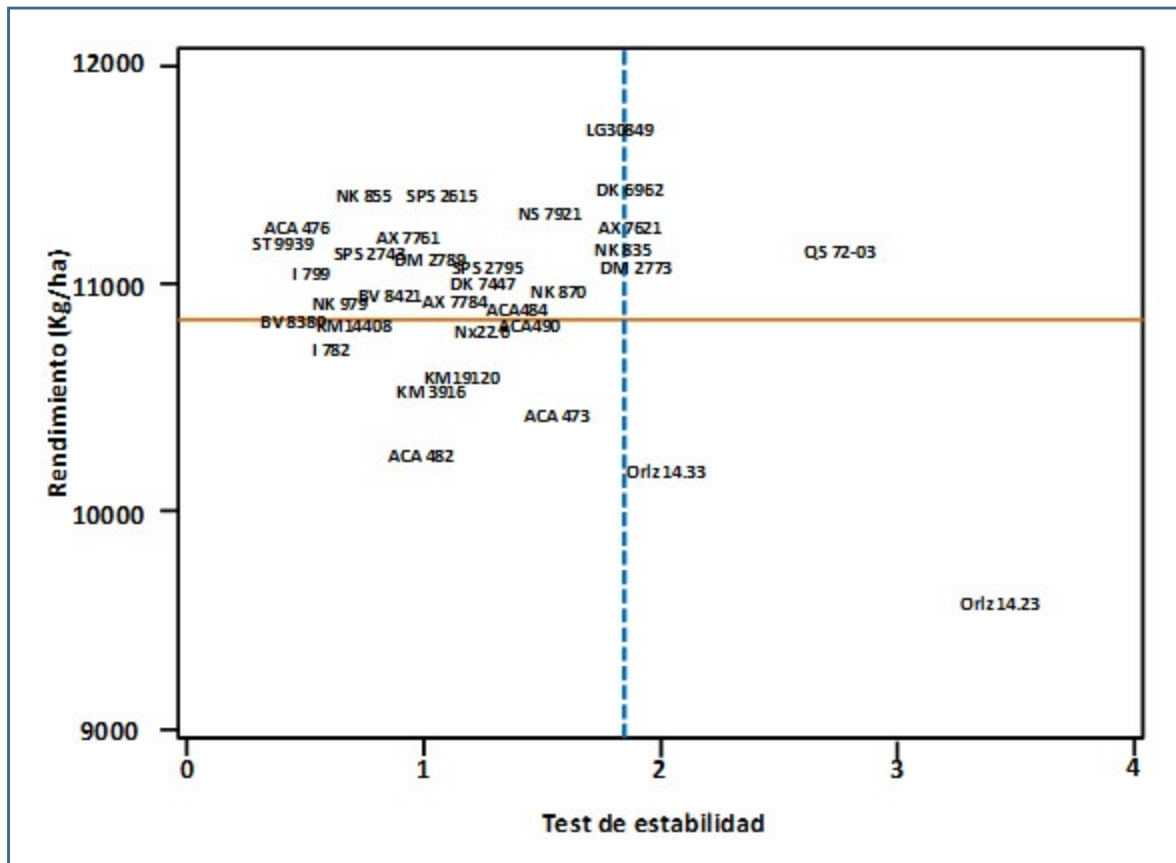


Figura 2. Análisis Shukla de la Red Temprana de maíz campaña 2023-24

En el caso de la Red Temprana, el rendimiento promedio fue 10859 kg/ha, con un rango de ambientes desde 6803 a 13985 Kg/ha (Tabla 1). El cuadrante superior izquierdo representa el sub set de híbridos con un rendimiento y estabilidad superior al resto. Estos genotipos lograron ubicarse entre los mejores sin bruscas variaciones a través del rango de ambientes evaluados. En el cuadrante superior izquierdo, se observa el híbrido QS 72-03, que si bien no está dentro del semiplano

considerado estable, su rendimiento está por encima del promedio general. Esta inestabilidad que a priori podría interpretarse como un demérito, por el contrario indica una mayor especificidad del híbrido a ciertos ambientes donde su performance fue superior. En este caso los ambientes explorados en Tortugas y Totoras fueron en los que más se destacó.

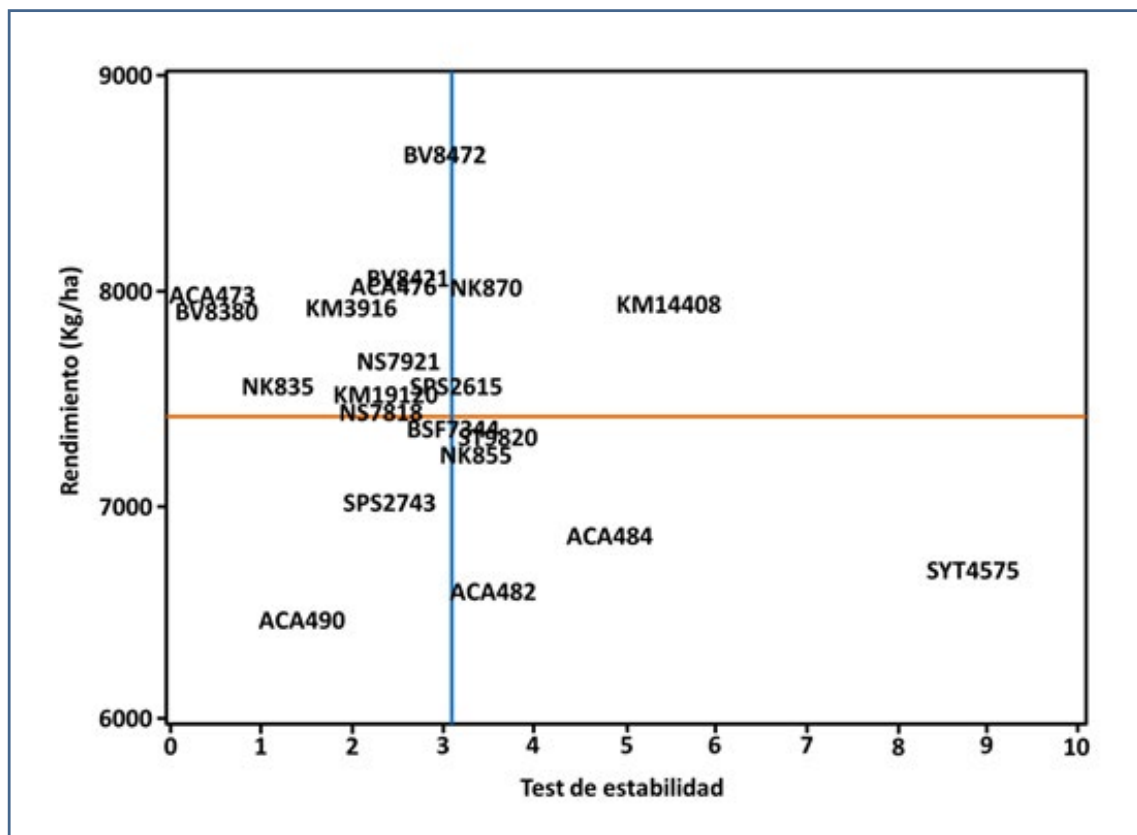


Figura 3. Análisis Shukla de la Red Tardía de maíz campaña 2023-24

En el caso de la Red Tardía, el rendimiento promedio fue 7424 kg/ha, con un rango de ambientes desde 4447 a 8904 Kg/ha (Tabla 1). El cuadrante superior izquierdo comprende una docena de híbridos estables y con rendimiento superior a la media

general, y nuevamente un híbrido en el cuadrante superior derecho, KM 14-408 Vip3 que tuvo una performance superior al resto en ambientes específicos como el explorado en Pueblo Irigoyen.

### Análisis GGE Plot

En la Figura 4 se presenta el biplot obtenido a partir de los datos de la Red Temprana de maíz en la campaña 2023-24. En base a la performance de los híbridos y la similitud en información entre los sitios evaluados, se pudo establecer 3 mega ambientes de recomendación limitados por líneas rojas punteadas. Uno de los megambientes incluye los sitios de Carcarañá y Santa Teresa, donde el híbrido NK 835 junto con DK 6962 VT3P fueron los más destacados (por su cercanía al borde del polígono azul). Otro megambiente lo constituyen

los sitios Totoras y Tortugas, donde se destacó principalmente el híbrido QS 72-03, en concordancia con el análisis Shukla y la Tabla general (Tabla 1). La diferente longitud del vector del sitio Totoras nos indica mayor peso de este ambiente en determinar el sector de recomendación. El tercer megambiente representa el resto de los sitios evaluados donde el híbrido LG 30849 Vip3, el de mayor rendimiento en la Tabla general, fue el más adaptado a este grupo de ambientes.



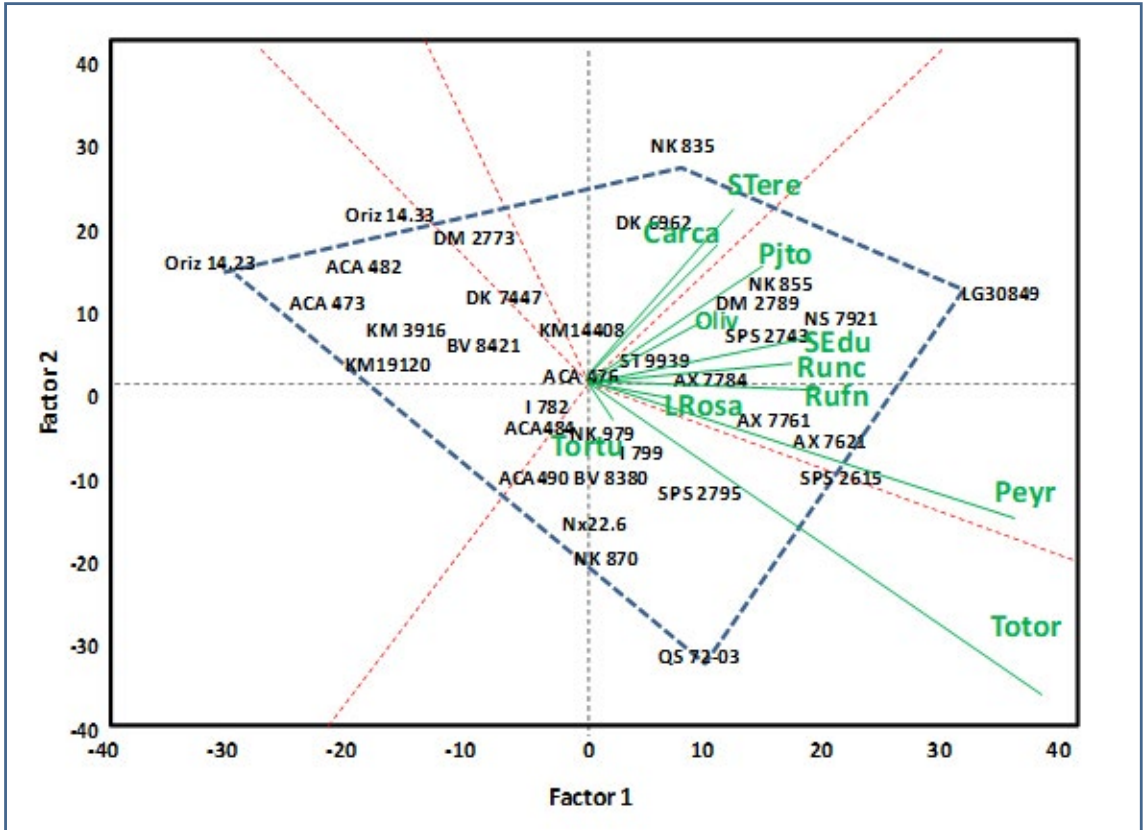


Figura 4. Análisis GGE Plot de la Red Tardía de maíz campaña 2023-24

En el caso de la Red Tardía, también se identificaron 3 megambientes. Uno constituido únicamente por el sitio Pueblo Irigoyen, donde en concordancia con el análisis Shukla el híbrido KM 14-408 Vip3 fue el híbrido más destacado. Un segundo megambiente con los sitios C. Pellegrini y Pujato donde se destacó

KM 3916 Vip3 y finalmente el tercer ambiente de recomendación, que incluyó el resto de los ambientes, y donde el híbrido BRV 8472 PWUEN, el de mayor rendimiento de la Red, fue el híbrido con mejor performance general.

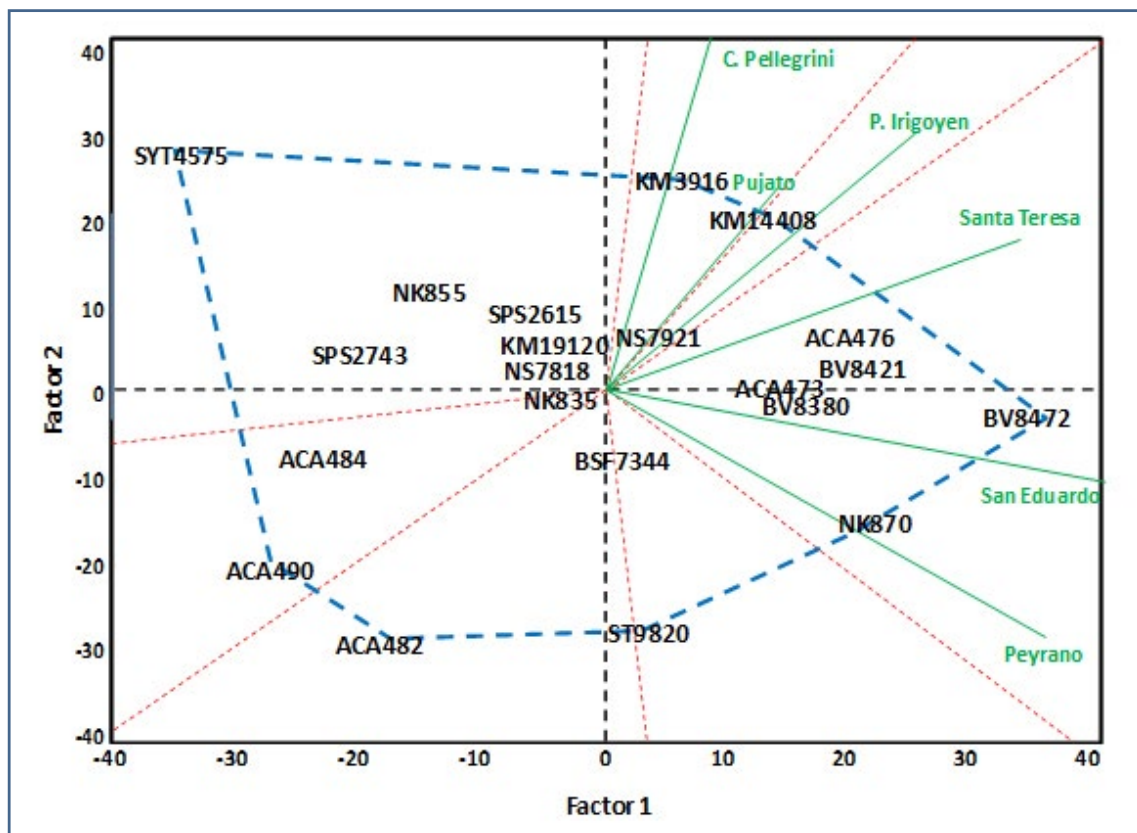


Figura 5. Análisis GGE Plot de la Red Tardía de maíz campaña 2023-24

Tabla 1: Resultados de la Red Temprana de maíz de la EEA INTA Oliveros y sus AERs campaña 2023-24

	Unidad INTA	AER Cañada de Gómez	AER Arroyo Seco	AER Las Rosas	EEA Oliveros	AER Pago de los Andes	AER Venado Tuerto	AER Roldan	AER Casilda	AER Venado Tuerto	AER Totoras	AER Venado Tuerto	Promedio*	Rend. Rel.
Híbrido	Empresa	Tortugas	Santa Teresa	Las Rosas	Oliveros **	Peyrano	San Eduardo	Carcaraña	Pujato	Runciman	Totoras	Rufino		
LG 30849 VIP3	Limagrain	6768	10133	9503	10781	11582	11564	12747	11613	13044	13731	16325	11617	1,07
DK 7447 TRE	Dekalb	6826	10544	9924	10736	12130	11860	11999	12601	12125	11121	14860	11339	1,04
SPS 2615 VIP3	SPS	7748	9117	9951	9731	11589	11142	11650	12208	12487	13985	15044	11332	1,04
NK 855 VIP3	NK	6990	9380	10427	10389	10881	11858	11084	13024	13061	12300	15257	11332	1,04
NS 7921 VIP3 CL	Nidera	6678	9239	9572	10244	10213	11685	11697	11729	13228	13597	15967	11259	1,04
AX 7621 VIP3	Nidera	6018	8975	10297	10474	10380	11778	11095	11858	12346	14293	15348	11169	1,03
ACA 476 VT3P	ACA	8120	9445	10265	10357	10305	11162	11413	12484	12788	12247	13981	11142	1,03
ST 9939-20	Stine	7782	9220	9405	10232	10958	11067	12696	11953	12282	12373	14301	11115	1,02
AX 7761 VT3P	Nidera	5846	8847	9812	9859	11479	11629	12054	12261	12431	13197	14719	11103	1,02
SPS 2743 VIP3	SPS	6942	9059	9438	10412	10707	11090	11477	11855	12394	13026	15576	11089	1,02
NK 835 VIP3	NK	7142	10289	9549	9646	9343	11245	11732	12464	12230	12155	16062	11078	1,02
QS 72-03	Qseeds	7408	8944	9637	10661	11543	11216	11650	10975	12206	14570	12770	11053	1,02
DM 2789 VT3P	Don Mario	6647	10214	9672	9310	10408	11174	11871	11576	12119	13016	15557	11051	1,02
DM 2773 VT3P	Don Mario	8039	10195	10364	10327	10165	11060	12545	11944	12355	10790	13421	11019	1,01
SPS 2795 DDTG CL	SPS	6173	9037	9779	10825	11464	11545	11765	11876	11172	13388	13884	10992	1,01
I 799 VT3P	Illinois	6364	9049	10241	9402	10740	11422	11430	12908	12305	12896	13949	10973	1,01
DK 6962 VT3P	Dekalb	7344	9357	10163	10995	9116	11321	11464	12871	11820	11924	13796	10925	1,01
NK 870 VIP3	NK	7385	9175	9519	9416	9945	11186	11304	12146	13098	13928	12807	10901	1,00
BV 8421 PWUEN	Brevant	6198	9770	10007	10159	10688	10954	12368	12160	12518	11492	13110	10857	1,00
NK 979 VIP3	NK	6448	9821	9276	9114	11047	10920	12229	11883	12519	12477	13387	10829	1,00
AX 7784 VT3P	Nidera	6174	9628	9155	9524	10097	11046	11084	11582	12008	13407	15353	10823	1,00
ACA 484 VT3P	ACA	7554	8643	10246	9261	11525	11083	10829	12540	11655	11696	13763	10800	0,99
BV 8380 PWUE	Brevant	6351	9269	9894	9492	11469	10631	11290	11859	11859	12577	13725	10765	0,99
Next 22.6 PWUE	Brevant	6047	9181	10228	9037	11783	11446	11095	11954	12021	12480	13101	10761	0,99
KM 14-408 VIP3	KWS	5676	9007	9676	9563	10711	11101	11765	11952	12752	11667	14305	10743	0,99
ACA 490 VIP3	ACA	7285	9569	9667	9570	9626	10480	11650	12061	11870	13661	12537	10725	0,99
I 782 VIP3	Illinois	6697	9352	9456	9486	9198	10757	11095	12317	11768	13083	14008	10656	0,98
KM 19-120 VIP3	KWS	6456	8959	9222	10073	9157	10716	12634	11754	12033	11610	12699	10483	0,97
KM 3916 VIP3	KWS	6533	9850	9725	9763	8756	10961	11268	12316	11192	11682	13160	10473	0,96
ACA 473 VT3P	ACA	7641	9047	9924	9303	9478	10887	10968	11076	11935	11190	11995	10313	0,95
ACA 482 VT3P	ACA	7124	8772	8916	9575	8549	11134	10786	11515	11087	11132	12920	10137	0,93
Orizea 14.33	Origo	6044	8924	9516	8942	8765	10467	12646	11220	11078	10244	12858	10064	0,93
Orizea 14.23 VT3P	Origo	6044	7880	9054	10120	8184	9707	10076	10317	12088	9267	10955	9427	0,87
Promedio		6803	9330	9742	9902	10363	11130	11620	11965	12178	12430	13985		
Diferencia min. significativa. LSD (0.05)		1360	893	1738	935	1407	2639	1481	932	1216	1720	1282		
CV (%)		3,0	4,7	8,8	5,8	6,7	15,3	6,3	3,8	4,9	6,8	4,5		

Tabla 2: Resultados de la Red Temprana de maíz de la EEA INTA Oliveros y sus AERs campaña 2023-24

	Unidad INTA	AER Gálvez	AER Casilda	AER Arroyo Seco	AER Carlos Pellegrini	AER Pago de los arroyos	AER Venado Tuerto		
Híbrido	Empresa	Pueblo Irigoyen	Pujato	Santa Teresa	Carlos Pellegrini	Peyrano	San Eduardo	Media Híbrido	Rdto Relativo
BV 8472 PWUEN	Brevant	5291	7641	9100	7893	11181	10169	8546	1,15
BV 8421 PWUEN	Brevant	4811	6604	8690	8087	9027	10490	7951	1,07
ACA 476 TRE	ACA	4964	6927	7989	8340	8799	10680	7950	1,07
NK 870 VIP3	NK	4459	7235	8075	7189	10205	10376	7923	1,07
ACA 473 TRE	ACA	4810	6969	7778	8322	10044	9416	7890	1,06
KM 14-408 VIP3	KWS	5715	7384	8209	7952	7660	10248	7861	1,06
BV 8380 PWUE	Brevant	4961	6817	7751	8119	9721	9785	7859	1,06
KM 3916 VIP3	KWS	4981	7531	8092	8995	8280	9201	7847	1,06
NS 7921 VIP3 CL	Nidera	4412	6949	6790	8799	8688	9742	7563	1,02
NK 835 VIP3	NK	4148	6874	7539	8330	9657	8322	7478	1,01
SPS 2615 VIP3	SPS	4756	7111	7921	8123	9494	7448	7475	1,01
KM 19-120 VIP3	KWS	4908	6582	8456	7545	9042	7939	7412	1,00
NS 7818 VIP3	Nidera	4290	7663	7876	7264	9248	7864	7368	0,99
BASF 7344 VT3P	BASF	4937	6937	7105	6664	8311	9744	7283	0,98
ST 9820-20	Stine	3597	6237	7290	6799	9760	9610	7215	0,97
NK 855 VIP3	NK	3776	7677	7833	7943	8168	7648	7174	0,97
SPS 2743 VIP3	SPS	4536	6951	6399	7805	8434	7502	6938	0,93
ACA 484 VT3P	ACA	2887	6312	6782	8289	9239	7203	6785	0,91
SYT 45-75 BTRG	Soytech	4411	6793	6650	8514	6342	6942	6609	0,89
ACA 482 VT3P	ACA	2741	6242	5993	6397	8008	9295	6446	0,87
ACA 490 VIP3	ACA	3993	5416	6793	6118	8308	7375	6334	0,85
Media de sitio		4447	6898	7577	7785	8934	8904		
Coef. Variación (%)		7,1	7,9	5,0	8,0	12,0	2,4		
Diferencia Mínima significativa (Kg/ha) (LSD 0.05)		659	1139	792	1437	-	445		

## Bibliografía

Alwala, S., T. Kwolek, M. McPherson, J. Pellow, D. Meyer. 2011. A comprehensive comparison between Eberhart and Russell joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. *Field Crops Research* 119:225-230.

Masiero, B. y Castellano, S.; 1991. Programa para el análisis de la interacción genotipo-ambiente usando el procedimiento IML de SAS. *Actas I Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística. Valparaíso, Chile.* 1:47-54

Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype–environmental components of variability. *Heredity* 29, 237–245.

Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavnic, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.* 40, 597–605.



# Evaluación del comportamiento de híbridos de Sorgo Granífero en Oliveros, Santa Fe. Campaña 2023-24

**Autores:** Manlla, A.<sup>1</sup>, Echaguibel N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área Producción Vegetal EEA INTA Oliveros

**Palabras clave:** sorgo granífero, rendimiento, híbridos.

## Introducción

El cultivo de sorgo esta adaptado a una amplia zona agroecológica en Argentina, incluso es destinado a áreas marginales debido a que su producción de grano y materia seca son más estables que otros cultivos.

El rendimiento promedio del sorgo granifero en el centro-sur de la provincia de Santa Fe en las últimas cinco campañas, es de 5.370 kg ha<sup>-1</sup> (Bolsa de Cereales, 2024), un valor que se podría incrementar con la tecnología disponible. Diversos estudios demostraron que el cultivo de sorgo con un manejo adecuado (fecha óptima de siembra, densidad adecuada, fertilización, buen control de malezas, etc.) y dentro de un plan de rotaciones en suelos que no sean los de menor aptitud agrícola logra alcanzar altos rendimientos con los beneficios de aportar al suelo una buena calidad y cantidad de rastrojo, manteniéndolo libre de malezas. Actualmente, hay una mayor oferta de genotipos de sorgo en el mercado nacional por lo que hace necesario la evaluación de estos híbridos en diferentes ambientes ya que la respuesta de los genotipos es función de su interacción con el ambiente.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el comportamiento de los híbridos participantes, su interacción con el ambiente y estabilidad en Oliveros.

Generar información para la toma de decisiones de los productores y técnicos asesores en la elección del/los genotipos a nivel regional y local.

## Materiales y métodos

El ensayo comparativo de rendimiento (ECR) se llevó a cabo en la localidad de Oliveros, en la Estación Experimental Agropecuaria INTA durante la campaña 2023-2024, el mismo está enmarcado dentro del proyecto de la Red Nacional de Evaluación de híbridos de sorgo granifero. El lote donde fue implantado corresponde a un Argiudol Típico serie Maciel, en pre-siembra (7/11/23) se aplicó 3 l. ha<sup>-1</sup> Atrazina + 2 l. ha<sup>-1</sup> Glifosato. La siembra se realizó el 23 de noviembre del mismo año con una sembradora experimental bajo siembra directa con surcos espaciados a 0,525 cm. El diseño de las parcelas fue en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones, el tamaño de las mismas fue de 2,6 m ancho x 10 m largo. La densidad de siembra fue de 13 semillas por metro lineal de surco. A la siembra se fertilizó con 80 kg.ha<sup>-1</sup> de MAP (fosfato monoamónico). El 4/1/24 se aplicaron 250 cc Engeo + 350 cc Lufenuron, para el control de Spodoptera frugiperda (Oruga militar) y el 26/1/24, 400 g de Tiametoxan + 80 cc de Archer para el control de Melanaphis sorghi (Pulgón amarillo del sorgo), se efectuó una segunda aplicación el día 2/2/24 con 400 g Tiametoxan + 80 cc Archer, por una reinfestacion de esta plaga.

La cosecha se realizó manualmente el 18 de abril de 2024. Se determinó el rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), el peso de mil granos (g) y el número de granos por unidad de superficie

Los datos de rendimiento se ajustaron al 15 % de humedad, peso de mil semillas fueron analizados

estadísticamente mediante un análisis de la varianza y las comparaciones de media por LSD (Test de Fischer) al 5 % utilizando el programa Infostat v. 2020 (Di Rienzo et al, 2008).

## Resultados y Discusión

### Caracterización del ambiente climático 2023

Durante el ciclo del cultivo, el total de precipitaciones ocurridas fue de 960 mm (23/11/23- 18/04/2024), este valor representó un 23 % más que el promedio histórico (736 mm), reflejando las mayores diferencias en los meses de diciembre, febrero y marzo.

El periodo de floración (R1) de la mayoría de los híbridos participantes fue alrededor del 15 a 20 de febrero (Figura 1). Esta etapa que se considera crítica para el cultivo (20 días antes y 7 días después

floración, Gerik et al., 2004) estuvo bien provista de agua, acumulando aproximadamente unos 205 mm.

Durante el periodo de llenado de granos el cultivo acumuló aproximadamente 400 mm de agua favoreciendo el peso de los mismos. El mayor aporte de lluvias dentro de esta etapa fue en marzo con 266 mm (Figura 1).

Las temperaturas máximas y mínimas promedio durante todo el ciclo del cultivo, fueron levemente superiores a las del promedio histórico, pero cabe destacar que en el mes de febrero (periodo crítico) tanto las temperaturas máximas como mínimas fueron superiores al promedio histórico, en 1.9 °C y 1.8 °C, respectivamente, afectando el potencial de rendimiento de los híbridos, a pesar de contar con buena provisión de agua. Hubo varios días de temperaturas por encima de 30 °C hasta 37 °C, lo que se considera como golpes de calor que afecta la viabilidad del polen o produce aborto de flores.

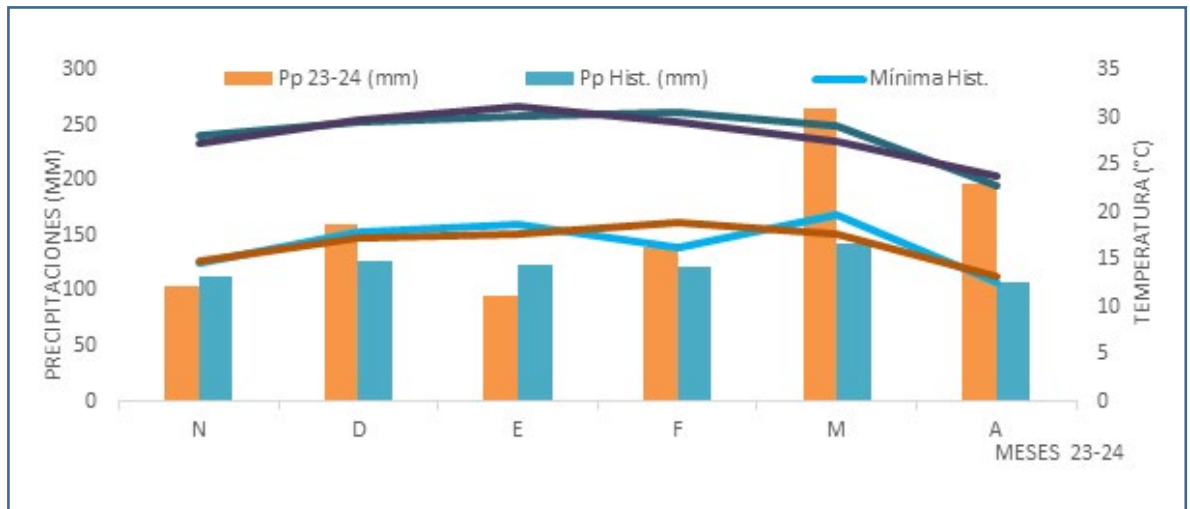


Figura 1. Precipitaciones (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C) durante el periodo Noviembre-abril y el promedio de precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas de la serie histórica de 45 años. Localidad Oliveros. Campaña 2023-24.

### Rendimiento

El rendimiento promedio del cultivo de sorgo para esta campaña fue de 5296 kg ha<sup>-1</sup>, valor similar al promedio provincial. Hubo diferencias significativas entre los híbridos, que variaron desde 3358,6 kg ha<sup>-1</sup> (441 IG) a 6530,5 kg ha<sup>-1</sup> (Summer II). Los híbridos que superaron los 6.000 kg ha<sup>-1</sup> fueron Summer

II, Malón y Tob 1078 IG. (Cuadro 1), que junto a SYT 7072, Tob 63 T, Rhodas, SYT 7070, Gen 21 T, Quima 186, SYT 7780, Popel, Arg 130 T y Tob 78 DP se diferenciaron estadísticamente del resto de los genotipos participantes del ensayo.

El peso promedio de mil granos fue de 20 g, presentando diferencias significativas entre los distintos híbridos que van desde 23,1 g (Tob 1078 IG) a 17,4 g (Nugrain 311 AB, Cuadro 1). Los híbridos Tob 1078 IG, Tob 78 DP y Quima 186 obtuvieron pesos de mil granos similares entre sí, pero se diferenciaron al 5 % de los otros híbridos. Mientras que los de menor peso registrado, fueron: Nuseed 441 IG, Gentos B675IG y Nugrain 311 AB.

Respecto al NG (número de granos m<sup>2</sup>) fue muy variado entre los distintos genotipos, presentando diferencias altamente significativas entre ellos. El promedio de NG fue de 26.352 granos por unidad de superficie (Tabla 1), los híbridos Syt 7072, Malón y Summer II fueron los que obtuvieron los mayores valores de NG con más de 31.000. En tanto que Nuseed 441 IG fue el de menor NG en coincidencia con el rendimiento obtenido (3.358 kg ha<sup>-1</sup>).

*Tabla 1: Rendimiento ajustado al 15 % de humedad (Kg ha<sup>-1</sup>), Peso de mil granos (PMG) y Número de granos m<sup>-2</sup> (NG) de los híbridos de sorgo granífero en Oliveros. Campaña 2023-24.*

EMPRESAS	HIBRIDO	RTO (KG HA <sup>1</sup> )	PMS (G)	NG (M <sup>2</sup> )
NUSEED	SUMMER II	6530,5	20,9	31359
ARGENETIC	MALÓN	6313,7	20,5	31004
TOBIN	TOB 1078IG	6288,7	23,1	27095
SOYTECH	SYT 7072	5880,0	18,6	31693
TOBIN	TOB 63T	5820,1	19,6	29765
ALIANZA AGRO	RHODAS	5811,1	20,7	28148
SOYTECH	SYT 7070	5745,5	22,0	26174
GENESIS SEED	GENESIS 21 T	5665,6	19,9	28550
QUIMARSEN	QUIMA 186	5588,0	22,6	24673
SOYTECH	SYT 7780	5578,5	19,0	29277
ALIANZA AGRO	POPEL TFI 12072	5526,8	20,7	26857
ARGENETIC	ARG 130T	5452,2	19,4	28217
TOBIN	TOB 78DP	5273,1	22,8	23263
NUSEED	SPRING T60	5246,6	18,5	28428
NUSEED	NUGRAIN 311	5123,3	17,3	29569
ARGENETIC	ARG 110T	4964,1	20,6	24062
QUIMARSEN	QUIMA 180	4730,7	22,2	21380
NUSEED	NUGRAIN 202 T	4277,0	19,1	22724
GENTOS	GENTOS 3675 IG	4093,7	17,8	23103
ARGENETIC	ARG 134T	3950,6	19,3	20499
NUSEED	441IG	3358,6	19,2	17550
<b>PROMEDIO</b>		<b>5296</b>	<b>20</b>	<b>26352</b>
<b>GRADO SIGNIFICANCIA AL 5 %</b>		<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>
<b>DMS 5 %</b>		<b>789</b>	<b>1,8</b>	<b>4106</b>
<b>CV %</b>		<b>7,4</b>	<b>6,1</b>	<b>11</b>



## Conclusión

En base a los resultados se puede resumir en que la campaña 2023-2024 los rendimientos alcanzados fueron aceptables y estuvieron acordes al promedio zonal de los últimos años (5.370 Kg ha<sup>-1</sup>).

A pesar de que el periodo crítico estuvo provisto de agua, las altas temperaturas ocurridas cercanas a este momento afectaron directamente a la fertilidad de las flores y la fijación de los granos, incidiendo en la expresión potencial del rendimiento del cultivo.

## Agradecimientos

Se agradece al personal de apoyo: Ariel Insaurralde, Edgardo Gomez, Leandro Martarello, Ramón Ynfante, Pedro Requino, Nelson Stier y Ariel Marietan por la realización de este experimento. Además agradecer a las empresas que nos han provisto de las semillas: Tobin, ALIANZA AGRO, Genesis Seed, Argenetic, SoyTech, Quimarsen, y Nuseed por su participación en esta campaña.

## Bibliografía

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Gerik, T. J.; Rosenthal, W. D.; Vanderlip, R. L. y Wade, L. J. 2004. Simulating Seed Number in Grain Sorghum from Increases in Plant Dry Weight. *Agron J* 96(5): 1222-1230.

Ministerio de Agroidustrias 2017. <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

Vanderlip, R. y Reeves, H., 1972. Growth stages of sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. *Agronomy Journal* 64:13-17.



# Evaluación en red del rendimiento de cultivares de soja de los grupos de madurez IV y V en siembras de primera época en diferentes ambientes del centro-sur de Santa Fe, campaña 2023/24

**Autores:** Bacigaluppo, S.<sup>1</sup>; Enrico, J. M.<sup>1</sup>; Almada, G.<sup>2</sup>; Álvarez, E.<sup>8</sup>; Boero, L.<sup>7</sup>; Cardozo, F.<sup>8</sup>; Casasola, E.<sup>9</sup>; Magnano, L.<sup>1</sup>; Malmantile A.<sup>5</sup>; Millet, C.<sup>3</sup>; Palú, E.<sup>6</sup>; Prieto, G.<sup>4</sup>; Ramonda, S.<sup>3</sup>; Rosso, Y.<sup>2</sup>; Sanmarti, N.<sup>1</sup>; Widmer, T.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> EEA Oliveros; <sup>2</sup> AER Carlos Pellegrini; <sup>3</sup> AER Las Rosas; <sup>4</sup> AER Arroyo Seco;

<sup>5</sup> AER Venado Tuerto; <sup>6</sup> AER Pago de los Arroyos; <sup>7</sup> AER Gálvez; <sup>8</sup> AER Totoras; <sup>9</sup> AER Casilda.

**Palabras clave:** soja, cultivares, rendimiento, interacción genotipo-ambiente.

## Introducción

Santa Fe es la tercera provincia productora de granos de soja de Argentina, destinando anualmente una superficie de siembra para este cultivo, de 3.000.000 ha. Concentra la mayor cantidad de aceiteras, aportando al 88% de la producción total de aceite y derivados de soja en el país. El complejo sojero de Santa Fe explica aproximadamente el 60% de las exportaciones de la provincia y se compone de un 36% de subproductos, 22% de aceite de soja y 2% del poroto de soja (Argentina.gob.ar).

Año tras año las empresas semilleras vuelcan al mercado nuevos cultivares comerciales de soja, este proceso de recambio continuo obliga a una permanente evaluación del rendimiento en grano, debiéndose realizar numerosos experimentos en diferentes sitios (RED) y/o en el mismo sitio en diferentes fechas de siembra para determinar el/ los cultivar/es que se destacan en cada ambiente en particular.

Los objetivos de este trabajo en RED fueron evaluar en siembras de primera época en secano, i) el comportamiento de cultivares comerciales de soja de los grupos de madurez (GM) IV y V, respecto al rendimiento en grano, en diferentes ambientes del centro-sur de la provincia de Santa Fe y ii) la interacción Genotipo x Ambiente.

## Materiales y métodos

Durante la campaña 2023/24, se condujeron ensayos de evaluación de cultivares de soja de los GM IV y V en ocho sitios experimentales (ambientes) del centro-sur de Santa Fe. Los mismos se realizaron en lotes de productores, en macroparcelas, con un diseño de bloques completos aleatorizados con 2 repeticiones, en siembra directa. Las malezas, plagas insectiles y enfermedades fueron controladas, manteniendo el cultivo en buenas

condiciones fitosanitarias durante todo su ciclo. Las características de cada sitio experimental se describen en la Tabla 1. Las variedades evaluadas se detallan en la Tabla 2. En cada sitio experimental se estimó la evolución del agua útil en el perfil de suelo explorado por las raíces del cultivo, con el software Bahícu 1.02. Previamente a la corrida del modelo se determinó el contenido de humedad inicial del perfil (a la siembra) y se registraron las precipitaciones diarias durante el ciclo.

La variable experimental fue el rendimiento en grano (expresado al 13,5 % de humedad). Para cada localidad en particular se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias por LSD al 5%. Con el conjunto de datos de toda la RED se realizó un análisis de la varianza para determinar la proporción explicada por cada fuente de variación del rendimiento. Se exploró la interacción genotipo x ambiente mediante un análisis Shukla (Masiero y Castellano, 1991), utilizando el software estadístico InfoStat/P 2020 (Di Rienzo et al, 2020).

**Tabla 1: Características de los sitios experimentales para la evaluación de cultivares de soja GM IV y V en siembra de primera, RED soja Centro-Sur de Santa Fe. Campaña 2023/24.**

SITIO EXPERIMENTAL	DÍAZ	LANDETA	LAS ROSAS	TOTORAS	RUFINO	PUJATO	CAMPO PIAGGIO	PAVÓN ARRIBA
TIPO Y SERIE DE SUELO	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE MACIEL	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE LANDETA	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE LOS CARDOS	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE CLASON	HAPLUDOL ÉNTICO, SERIE SANTA ANA	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE PEYRANO	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE LOMA ALTA	ARGIUDOL TÍPICO, SERIE PEYRANO
CULTIVO ANTECESOR	MAÍZ	CULTIVO DE SERVICIO - CENTENO	MAÍZ	MAÍZ	MAÍZ	MAÍZ TARDÍO	MAÍZ	MAÍZ
DISTANCIA ENTRE HILERAS (M)	0.42	0.42	0.52	0.52	0.52	0.42	0.52	0.42
FECHA DE SIEMBRA	04/12/23	20/11/23	07/11/23	15/11/23	31/10/23	15/11/23	24/11/23	05/12/23

## Resultados y discusión

La campaña 2023/24, como se observa en la Figura 1, se caracterizó por un inicio con perfiles de suelo recargados hídricamente y en general se mantuvieron con buenos niveles de humedad debido a las precipitaciones que se registraron durante el ciclo del cultivo. La excepción fue un breve periodo comprendido entre la última semana de enero y primera de febrero, en el que se registraron temperaturas elevadas con ausencia de precipitaciones. Estas condiciones se vieron reflejadas en una disminución de la humedad edáfica a niveles inferiores al 60% de agua útil (Figura 1, panel derecho) que influyó de diferente

manera en el desarrollo del cultivo, en los distintos sitios de evaluación. Los cultivos más afectados fueron aquellos que se sembraron entre fines de octubre y principios de noviembre, coincidiendo este período de estrés con el inicio del llenado de granos. Pero luego de esto, comenzaron a registrarse nuevamente precipitaciones que permitieron al cultivo recomponerse y desarrollarse normalmente, con lo cual el rendimiento promedio de todos los cultivares evaluados en la RED fue de 5143 kg/ha, con una variación entre ambientes de 1041 kg/ha y una menor variación entre cultivares de 696 kg/ha.

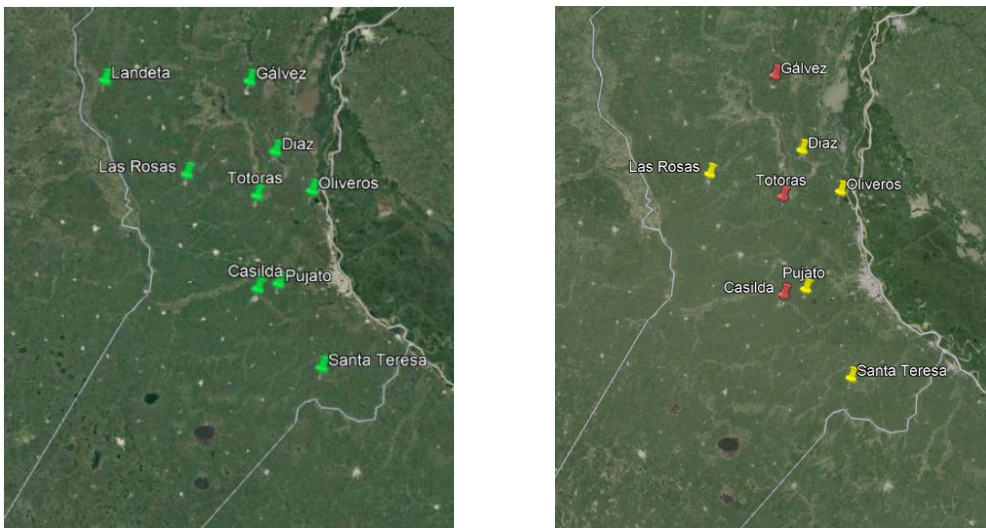


Figura 1. Contenido de agua útil del suelo hasta 2 m de profundidad a la siembra del cultivo (panel izquierdo) y el 09/02/24 (panel derecho) en los sitios experimentales de la RED de cultivares de soja de primera, campaña 2023/24. Verde: > 60% Agua Útil; Amarillo: < 60% y > 30 % y Rojo: < 30% de Agua Útil.

Se realizó una comparación de medias de los rindes alcanzados por los tres mejores cultivares de cada GM a través de todos los sitios experimentales, separando el GM IV en corto y largo, tanto en los ambientes de rendimiento superior como en los inferiores a la media general (5143 kg/ha). En la Figura 2 se observa que los cultivares de los GM IV largo y V lograron rendimientos entre 2% y 6% más

altos que los de GM IV corto, siguiendo el mismo patrón en ambos ambientes. Este comportamiento pudo haber sido la respuesta al período de estrés que afectó al cultivo entre mediados de enero y principios de febrero, coincidiendo para los grupos de madurez más cortos con una parte de su período crítico.

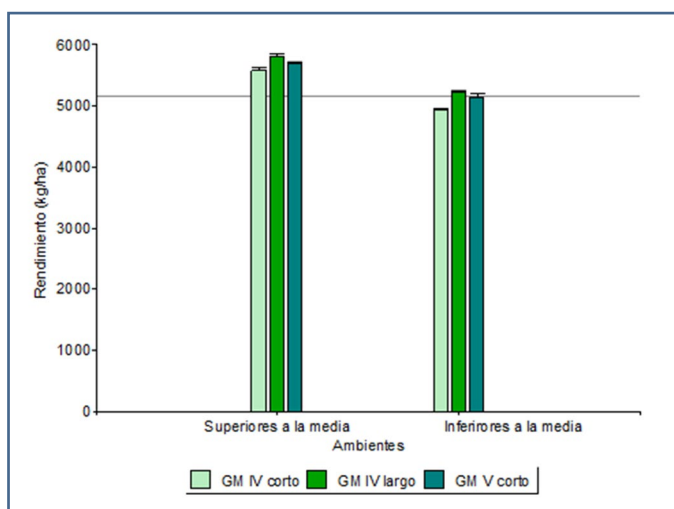


Figura 2. Rendimiento promedio de las tres variedades de soja de mejor comportamiento por Grupo de Madurez (GM), en los ambientes de mayor y menor rendimiento respecto a la media general de la RED (línea horizontal: 5158 kg/ha).

En la Tabla 2 se detallan los rendimientos obtenidos por cada una de las variedades participantes de la RED, en las distintas localidades evaluadas.

	Sitio/Fecha siembra	Díaz	Landeta	Las Rosas	Totoras	Rufino	Pujato	Campo Piaggio	Pavón Arriba	Promedio variedad	Nº sitios
<b>Criadero</b>	<b>Variedad</b>	04-12-23	20-11-23	07-11-23	15-11-23	31-10-23	15-11-23	24-11-23	05-12-23		
NEOGEN	NEO50S22 SE	6245	5833	5556	5465	5584	5341	4860	5085	5496	8
Semillas ILLINOIS	IS48,2 E	6049	5779	5024	5441	5855	5449	4943	4891	5429	8
DON MARIO SEMILLAS	DM47E23 SE	6118	6038	5013	5245	5344	5448	5227	4850	5410	8
Semillas ILLINOIS	IS50,3 SE	5998	5823	5147	5318	5518	4909	4837	4982	5316	8
Basf	CZ4625 STS RR	6060	5734	5466	5274	5125	4986	5034	4823	5313	8
ACA SEMILLAS	ACA43A20 ETS	6045	6021	5512	4743	5270	4976	4702	5216	5311	8
NEOGEN	NEO46S22 SE	6053	5519	4994	5566	5446	5204	4833	4756	5296	8
Bioceres Semillas	BIO 4,52	6052	6249	5326	5113	5141	4912	5008	4529	5291	8
Pioneer	P46A03 SE	6183	5447	5159	5397	4868	5202	4951	4917	5265	8
Bioceres Semillas	BIO 4,82	5888	5614	5170	5247	5108	5064	4817	4773	5210	8
DON MARIO SEMILLAS	DM50E22 SE	5909	5264	4803	5624	5210	5321	4743	4580	5182	8
DON MARIO SEMILLAS	DM40E23 SE	5776	5826	5007	4915	5187	5084	4975	4644	5177	8
Basf	CZ4622 E STS	5994	5380	4982	5139	4855	5043	4861	4949	5150	8
NIDERA SEMILLAS	4924 E STS NS	5607	6267	5347	5251	4830	4598	4626	4639	5146	8
NIDERA SEMILLAS	4323 E NS	6048	6293	5428	4848	5319	4481	4253	4315	5123	8
NIDERA SEMILLAS	NS5023 STS	5957	5665	5310	5236	4855	4757	4762	4312	5107	8
Pioneer	P48A07 SE	5710	5846	5634	5040	4740	4920	4629	4321	5105	8
Bioceres Semillas	BIO 4,12 STS	5646	5894	5284	4706	5156	4858	4443	4408	5049	8
Brevant Semillas	BRV54621 SE	5970	5611	4858	5157	4653	4784	4635	4491	5020	8
ACA SEMILLAS	ACA4660 GR	5905	5697	4700	4820	5130	4842	4450	4553	5012	8
Brevant Semillas	BRV55021 SE	5720	4975	4525	5253	4844	4914	4914	4872	5002	8
NK Semillas	NK52x21 STS	5392	4879	5477	5015	5132	5178	4301	4618	4999	8
ACA SEMILLAS	ACA41A20 GRTS	5881	5680	4682	4599	4735	4923	4554	4353	4926	8
NK Semillas	NK46X23 E	5459	5929	4639	4679	4591	4573	4309	4297	4809	8
Pioneer	P52A06 SE	5370	5069	4839	4500	4664	5031	4433	4498	4800	8
NIDERA SEMILLAS	NS5421 STS	5744		4996				4430	4335	4876	4
Brevant Semillas	BRV55621 SE	5545		4996				4408	4364	4828	4
NEOGEN	NEO40S22 SE					5112	4763			4938	2
Brevant Semillas	BRV53722 SE					5047				5047	1
Pioneer	P62A05SE							3809		3809	1
	<b>Promedio sitio</b>	<b>5864</b>	<b>5693</b>	<b>5106</b>	<b>5104</b>	<b>5086</b>	<b>4983</b>	<b>4670</b>	<b>4643</b>		
	DMS (kg/ha)	305	504	489	326	416	524	182	440		
	CV	2,53	4,29	4,66	3,09	4,00	5,11	1,89	4,61		

kg/ha	
	>5500
	5000 a 5500
	4500 a 4999
	<4500

En el sitio experimental de Díaz, la siembra se retrasó a principios de diciembre por falta de humedad, pero una vez cargado el perfil e implantado el cultivo, no hubo deficiencias hídricas en ningún momento del ciclo. Sumado a que el experimento se condujo sobre un lote de historia agrícola en rotación con maíz y trigo, con buena fertilidad fisicoquímica, se logró el rendimiento promedio más alto de la Red, de 5864 kg/ha.

El establecimiento del sitio experimental de Las Rosas realiza rotación de cultivos desde hace aproximadamente 25 años, manteniendo los suelos con alta fertilidad, Tiene un rendimiento promedio

histórico de soja, de 4700 kg/ha. En la presente campaña, el cultivo se implantó con una reserva de 242 mm de agua en el suelo y se registraron 919 mm de lluvia durante todo el ciclo. Debido al conjunto de estas condiciones, se logró un rendimiento promedio del ensayo de 5100 kg/ha.

El experimento de Totoras se implantó sobre un suelo de alta fertilidad, con 3,11% de materia orgánica y 21 ppm de Fósforo en el horizonte superior y con una reserva hídrica de 267 mm hasta los 2 m de profundidad. Además, se registraron 901 mm de precipitaciones durante todo el ciclo. Estas condiciones sumadas a un adecuado manejo del

cultivo permitieron una óptima producción de los materiales evaluados en la Red.

El sitio experimental de Rufino se encontraba ubicado dentro del paisaje ondulado de medias lomas, integrado en parte a zonas de menor escurrimiento. Esta posible limitante, fue atenuada por el buen manejo histórico del lote, con rotación de cultivos, fertilización balanceada y agricultura de precisión, logrando un rendimiento promedio del ensayo de 5086 kg/ha.

En el sitio de Pujato el ciclo del cultivo comenzó con muy buena recarga hídrica del suelo, 270 mm de agua útil hasta 2 m de profundidad. Al estrés hídrico presente a mediados de enero se sumó un estrés térmico, caracterizado por días de temperaturas superiores a 35 °C durante varias horas. Esto coincidió con el período crítico de los grupos de madurez más cortos, que obtuvieron rendimientos menores a los GM IV intermedios-largos y V cortos, los que ubicaron dicha etapa en condiciones climáticas más favorables. Luego del 10 de febrero se restituyeron las condiciones hídricas y térmicas normales de acuerdo con los registros históricos de la zona. El rendimiento promedio del sitio fue de 4983 kg/ha.

En Campo Piaggio la campaña de soja 2023-24 en términos generales, fue notablemente exitosa para la zona con un rendimiento superior al promedio histórico. Este éxito se atribuye en gran medida a las condiciones climáticas favorables experimentadas durante el ciclo del cultivo, donde se registraron precipitaciones regulares en el tiempo y superiores a la media histórica en la mayoría de los meses. Sin embargo, en el periodo comprendido entre el 17 de enero y el 9 de febrero, en el que no se registraron eventos de lluvias sumado a condiciones de altas temperaturas, el cultivo manifestó síntomas de estrés condicionando en parte su normal desarrollo. El experimento en particular se implantó sobre un suelo de buena fertilidad y con alta recarga de agua en el perfil que alcanzaba el 89% de capacidad de campo, logrando un rendimiento promedio de 4670 kg/ha.

El sitio experimental de Pavón Arriba es representativo de los suelos de la región, con alta historia de agricultura y degradación por procesos erosivos. A pesar de ello, el manejo llevado a cabo en los últimos años en los que se incluye rotación de cultivos y fertilización balanceada permitió lograr buenos rendimientos.

Se realizó el análisis de la varianza para el rendimiento de los cultivares evaluados en toda la RED, mostrando que el efecto del ambiente (A) explicó el 93 % de la variación de este, un 5 % fue explicado por el genotipo (G) y el 2 % restante de la variación fue explicada por la interacción G x A. Si bien el ambiente, fue el de mayor importancia en la variación del rendimiento, tanto el genotipo como la interacción G x A, resultaron también estadísticamente significativos. Para identificar entonces los diferentes comportamientos de los cultivares a través de los ambientes evaluados, se analizó dicha interacción según Masiero y Castellano, 1991 (Análisis por Shukla).

En la Figura 3 se observan los rendimientos promedio de veinticinco cultivares evaluados en ocho sitios de la RED y la interacción GxA. Para los cultivares que se encuentran ubicados en el cuadrante derecho, la interacción con el ambiente es mayor siendo menos estable su comportamiento frente a cambios de este. Aquellos que se encuentran ubicados en el cuadrante izquierdo, presentan baja interacción o un comportamiento más estable. La media general de estos cultivares en los ocho sitios fue de 5158 kg/ha (línea horizontal), el cultivar que más se destacó fue NEO 50S22 SE por obtener el mayor rendimiento y estabilidad. Los que también alcanzaron rendimientos superiores a la media y mostraron un comportamiento estable fueron, DM 47E23 SE, IS 50.3 SE, CZ 4625 STS RR, NEO 46S22 SE, Bio 4.52, P46A03 SE, Bio 4.82 y DM 40E23 SE. CZ 4622 E STS y NS 5023 STS lograron rendimientos muy próximos a la media, también con comportamiento estable. Mientras que IS 48.2 E, ACA 43A20 ETS y DM 50E22 SE, mostraron alto rendimiento con mayor interacción con el ambiente.

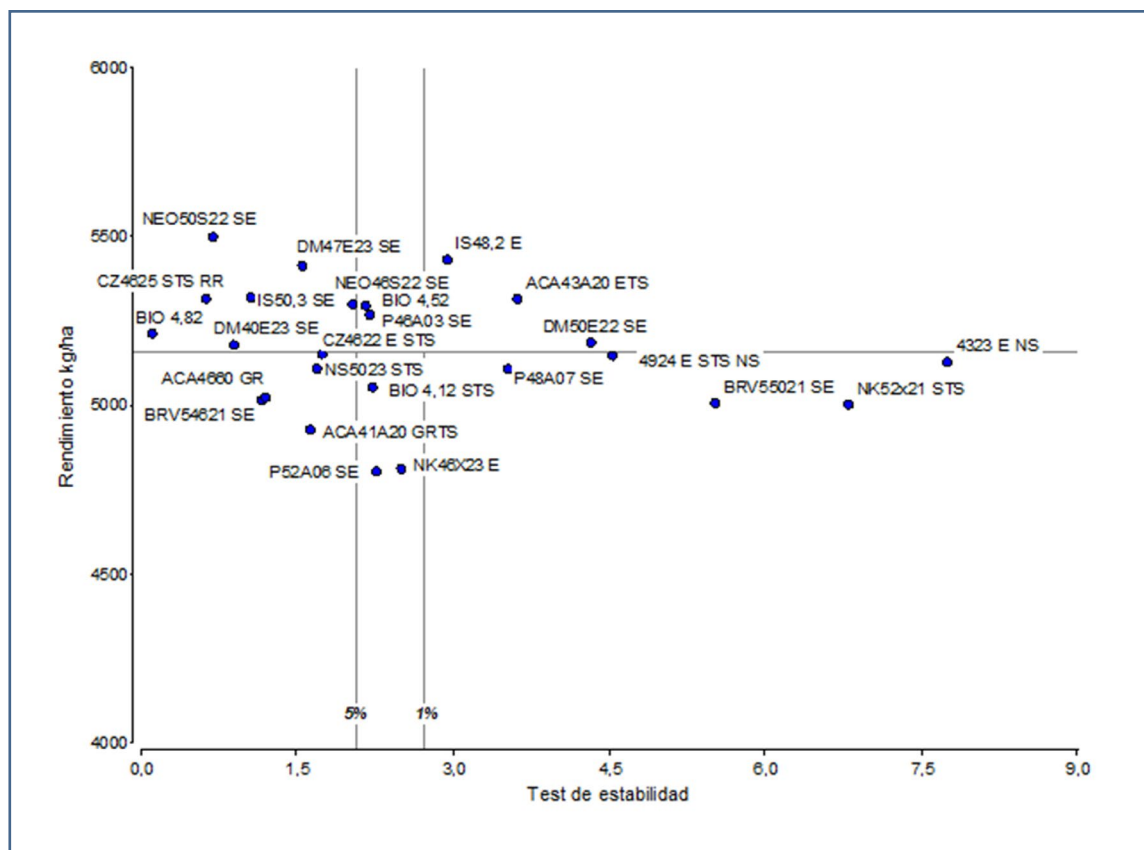


Figura 3. Análisis de interacción G×A (Shukla) para 25 variedades de la RED soja en 8 ambientes del centro-sur de Santa Fe, 2023/24. DMS: 399 kg/ha.

Con estos trabajos en RED se observa que se dispone en el mercado de cultivares comerciales de soja de los GM IV y V de muy buen comportamiento en distintos ambientes del centro-sur de Santa Fe y que sería conveniente seleccionar cada variedad de acuerdo con el ambiente donde será implantado el cultivo. Cuando en la evaluación de cultivares en diferentes ambientes, la interacción G x A es estadísticamente significativa, se deben utilizar estrategias de análisis apropiadas. La elección de variedades sólo por la comparación de sus rindes promedio, sin considerar la variabilidad debida a la interacción con el ambiente, podría ser errónea (Balzarini et al 2005).

### Agradecimientos:

Se Agradece la colaboración en la ejecución de estos experimentos a:

Eduardo Corvi y personal de Eskel S.A. (Landeta y Díaz); Fernando Taccari, Sergio Lattanzi, Sergio Fontana, Pablo Iturbide, Fabian Yañez. Lisandro Paglietta, Gaston Marquez, Juan Marquez, Cristian Natali, Carlos Luna, Santiago Ceballos, Ignacio Procacitto, Facundo Ramirez, Alberto Crosetti SA (Las Rosas); Mauricio Colmegna y Juan Trossero (Totoras); Agropecuaria Lattanzi (Rufino); Equipo técnico AFA Centro primario Casilda y subcentros Pujato, Zavalla, Coronel Arnold, Fuentes, Arequito y Luis Golosetti, Daniel y Juan Pablo Tosso (Pujato); Martín Marzetti; Augusto Paschetta y El Cíncel S.A (Campo Piaggio); José Luis Prieto, Avanzar SA (Pavón Arriba).

También un especial agradecimiento a las empresas que proveen la semilla de las distintas variedades evaluadas: ACA Semillas, Credezz (BASF), Grupo



Don Mario (Don Mario, Neogen e Illinois) Semillas, Nidera Semillas, NK Semillas, Corteva (Pioneer, Brevant), Bioceres Semillas.

## Bibliografía

Bahicu 1.02, Software balance hídrico de cultivos, [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)

Balzarini, M.; Bruno, C.; Arroyo, A., 2005. Análisis de Ensayos Agrícolas Multiambientales. Ejemplos de Info-Gen. Ed. ISBN 987-05-0349-7. Córdoba, Argentina. 141 pp.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Masiero, B. y Castellano, S., 1991. Programa para el análisis de la interacción genotipo-ambiente usando el procedimiento IML de SAS. Actas I Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística. Valparaíso, Chile 1:47-54.

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/santa\\_fe\\_-\\_cadenas\\_de\\_valor.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/santa_fe_-_cadenas_de_valor.pdf)





# Protección vegetal

**insectos, enfermedades y malezas**



# Integración de la tecnología Bt al manejo integrado de plagas en el cultivo de soja

**Autores:** Perotti Evangelina<sup>1</sup>, Trumper Eduardo<sup>2</sup> y Gamundi Juan Carlos.<sup>1</sup>

Entomología: <sup>1</sup>INTA EEA Oliveros; <sup>2</sup>INTA EEA Manfredi

**Palabras clave:** tecnología BT, plagas, soja.

perotti.evangelina@inta.gob.ar

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) constituye la visión predominante para hacer frente a problemas productivos, económicos y ambientales, asociados a los artrópodos plaga (Kogan y Jepson, 2007). Con la creación de los primeros cultivos genéticamente modificados, la adopción de esta tecnología alcanzó una superficie global de 206 millones de hectáreas, ocupando Argentina el tercer lugar (AgbiolInvestor, 2024). En los últimos años se observa un marcado crecimiento de la superficie sembrada con cultivo de soja transgénica Bt. Sin embargo, este cultivo es atacado en forma simultánea o secuenciada por artrópodos plagas, no destinatarios de la tecnología Bt, tales como otros lepidópteros, chinches, trips y ácaros. En general, los insecticidas utilizados para el control de estos últimos son poco selectivos.

El objetivo de la presente experiencia fue evaluar a nivel de sistema, la incidencia de la tecnología Bt sobre la abundancia de plagas, el rendimiento, la rentabilidad y el impacto ambiental de los plaguicidas, en relación a la soja convencional.

En el campo experimental de INTA Oliveros se sembraron (11/12/2015) dos cultivares DM4214 STS, No Bt y DM4014ipro, Bt. En ambos cultivares se compararon diferentes manejos de plagas (insectos y enfermedades de fin de ciclo) definidos como: Manejo Integrado de Plagas (MIP), manejo del productor (No MIP) y dos testigos de referencia, control preventivo (CP) libre de plagas y sin control (SC). Estos dos últimos para conocer el rendimiento potencial y las pérdidas máximas producidas por las plagas, respectivamente. El MIP implementó diferentes herramientas: monitoreo, umbrales de daño, no uso de mezclas comerciales de

insecticidas y principios activos selectivos; el No MIP, simuló el manejo representativo de la zona, obtenido de informantes calificados. Se utilizó un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y parcelas de 25 x 25m. Las plagas se muestrearon cada 4-7 días, con el método del paño vertical y en forma directa sobre muestras de hojas en el caso de trips. Se estimó rendimiento, costos de producción y se calculó márgenes brutos. Además, se calculó el impacto ambiental de los principios activos utilizados mediante el calculador EIQ (Grant, 2020). Las variables se analizaron mediante MLM usando el programa Infostat con interfaz en R (Di Rienzo et al, 2023). Las plagas presentes durante las etapas fenológicas del cultivo fueron tisanópteros (R2-R6); lepidópteros (R3-R5) y hemípteros fitófagos (R4-R7) superando su umbral de daño, 10 trips por foliolo, 8-10 larvas m-1 y 1,4 chinches m-2, respectivamente. La población de trips, *Caliothrips phaseoli* (Thripidae) estuvo condicionada por los manejos y cultivares. Los lepidópteros con mayor participación porcentual fueron *Anticarsia gemmatalis* (Erebidae) y *Rachiplusia nu* (Noctuidae), totalizando, 95%. Además se observaron *Spodoptera cosmioide*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa gelatopoeon* (Noctuidae) y *Achyra bifidialis* (Crambidae). Los hemípteros alcanzaron su umbral en R5.5, con una participación del 44, 21, 15, 13 y 8% de las especies *Diceraeus furcatus* (ex *Dichelops*), *Euchistus heros*, *Piezodorus guildini*, *Edesa mediatubunda* y *Nezara viridula* (Pentatomidae), respectivamente. En MIP se realizó dos aplicaciones en ambos cultivares, Tabla 1; utilizando lufenuron para trips y lambdacialotrina para hemípteros. Por su parte en No MIP se realizaron tres aplicaciones en ambos cultivares,

con seis y cinco principios activos en No Bt y Bt, respectivamente; utilizando clorantraniliprole para lepidópteros (en No Bt), clorpirifos para trips, azoxistrobina + cyproconazole para enfermedades y lambdacialotrina + tiametoxam para hemípteros. En el cultivar No Bt el control químico de lepidópteros alcanzó eficacias de 70 y 90% en MIP (lufenuron) y No MIP (clorantraniliprole), con niveles de defoliación de 7,6 y 9,6%, respectivamente. Por su parte el cultivar Bt también logró un control eficaz con 3,5% de defoliación. En ambos cultivares los manejos, MIP y No MIP, de las plagas no blanco fue el mismo. En MIP, lufenuron logró el control de trips durante 25 días, y mantuvo la densidad de los lepidópteros por debajo del umbral de daño, en cambio en No MIP, clorpirifos no fue eficaz para el control de trips. La decisión de control de hemípteros con lambdacialotrina (MIP) o mezcla de lambdacialotrina + tiametoxam (No MIP) mantuvo la población por debajo del umbral de daño. El rendimiento no se diferenció estadísticamente entre cultivares y manejos, MIP y No MIP ( $p < 0,0001$ ), a pesar del potencial de rinde del cultivar Bt, Tabla 1. En ambos cultivares, el MIP

logró un mayor margen bruto respecto al No MIP, principalmente por la disminución de insumos y servicios de pulverización. Las diferencias de margen bruto entre MIP y No MIP, expresados en kg de soja por hectárea, fueron 480 y 130 en el cultivar No Bt y Bt, respectivamente (Tabla 1). En los dos cultivares el impacto ambiental de los plaguicidas utilizados fue 9 veces menor en MIP respecto al No MIP, Tabla 1. El uso del insecticida lufenuron en MIP, permitió el control de dos adversidades, trips (plaga no destinataria) y lepidópteros. El MIP redujo el número de aplicaciones, principios activos y el impacto ambiental de los plaguicidas, como consecuencia de: utilización de umbrales de daño, principios activos selectivos para enemigos naturales y el no uso de mezclas comerciales de insecticidas. La incorporación de la tecnología Bt, no mejoró la rentabilidad y el impacto ambiental producido por los plaguicidas utilizados. El menor impacto ambiental y el mayor margen bruto se logró con la implementación del Manejo Integrado de Plagas.

*Tabla 1: Número de aplicaciones y principios activos utilizados, rendimiento, margen bruto e impacto ambiental según cultivar de soja y manejo evaluado.*

CULTIVAR	MANEJO	N° DE APLICACIONES	N° DE PRINCIPIOS ACTIVOS	RENDIMIENTO KG HA <sup>-1</sup>	MARGEN BRUTO QQ HA <sup>-1</sup>	EIQ
NO BT	CP	4	10	3.095 ± 145 A	9,3	13,3
	MIP	2	2	3.400 ± 157 A	16,0	1,2
	NO MIP	3	6	3.012 ± 145 A	11,2	10,7
	SC	0	0	1.360 ± 151 B	2,4	
BT	CP	4	9	3.611 ± 145 A	11,1	13,2
	MIP	2	2	3.310 ± 157 A	12,9	1,2
	NO MIP	3	5	3.260 ± 145 A	11,6	10,6
	SC	0	0	2.857 ± 151 A	11,3	

No Bt, cultivar DM4214; Bt, cultivar DM4014ipro; CP: control preventivo de plagas; MIP: manejo integrado de plagas, No MIP: manejo promedio de la zona; SC: sin control de plagas. Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas, Test DGC ( $p < 0,05$ ).EIQ: siglas en ingles de Cociente de Impacto Ambiental

## Bibliografía

-AGBIOINVESTOR. (2024) Global GM Crop Area Review.

<https://gm.agbioinvestor.com/downloads> [Consulta, 15 de mayo de 2024].

-DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA M., ROBLEDO, C.W. (2023) InfoStat, versión 2023, Grupo InfoStat, FCA, UNC.

-GRANT, J.A. (2020) Calculator for Field Use EIQ (Environmental Impact Quotient). New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 2010-2020. <https://cals.cornell.edu/new-york-state-integrated-pest-management/risk-assessment/eiq/eiq-calculator> [Consulta, 30 de enero de 2024].

-KOGAN, M. y JEPSON, P. (2007) Ecology, sustainable development, and IPM: The human factor 1. En: Perspectives in ecological theory and integrated pest management. Ed M. Kogan and P. Jepson, 1-44.





# Cultivos de cobertura y regulación de plagas

**Autores:** Perotti E.<sup>1</sup>; Musin G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Entomología – Protección Vegetal INTA Oliveros

**Palabras clave:** cultivos de cobertura, plagas.

## Introducción

La heterogeneidad del paisaje en las áreas agrícolas es clave para sostener la diversidad (Holzschuh et al., 2007; Ockinger y Smith, 2007). Además, brindan servicios ecosistémicos como el reciclaje de nutrientes, el control del microclima y la regulación de procesos hidrológicos locales, la abundancia de organismos indeseables y la detoxificación de residuos (Altieri y Letourneau, 1982; Andow, 1991). La diversidad de plantas promueve mayor diversidad microbiana en los suelos, conduciendo a una mejor nutrición, salud de las plantas y almacenamiento de carbono en los agroecosistemas.

La práctica de incorporar cultivos de cobertura (CC) dentro de la secuencia de cultivos utilizando especies de diferentes familias botánicas cumple diversas funciones en el agroecosistema. Entre éstas se pueden citar: mejoras en la salud del suelo, la fijación de nitrógeno, el ciclado de nutrientes, disminución de la escorrentía, favorecimiento de la infiltración de agua y supresión de malezas (Trepaz et al., 2020; Capurro 2018; Price et al., 2016; Alvares 2013). Los CC en la secuencia agrícola se plantean como alternativa a largos períodos de barbecho químicos y/o mecánicos, promoviendo refugio y alimento para numerosos organismos. Además, algunas especies de CC promueven hongos micorrízicos productores de glomalina que mejoran la agregación del suelo, la absorción de nutrientes y la eficiencia del uso de agua (Galvez et al., 1995; Wright et al., 1999). Mantener la salud del suelo con CC puede influir en la supresión de plagas al estimular la competencia microbiana en el suelo, fomentar organismos benéficos, preservar presas alternativas y reducir el estrés hídrico de los cultivos. Phatak et al. (2012) demostraron mejor resistencia natural contra plagas del algodón en suelos con mayor actividad biológica.

Este trabajo propone realizar una revisión bibliográfica abordando, por un lado, los antecedentes que existen sobre la relación entre CC y organismos plagas - benéficos y, por el otro, la interacción entre este tipo de cultivos y el sistema de defensas de las plantas en los principales cultivos comerciales de la zona sur de Santa Fe.

## Relación cultivos de cobertura-plagas-benéficos

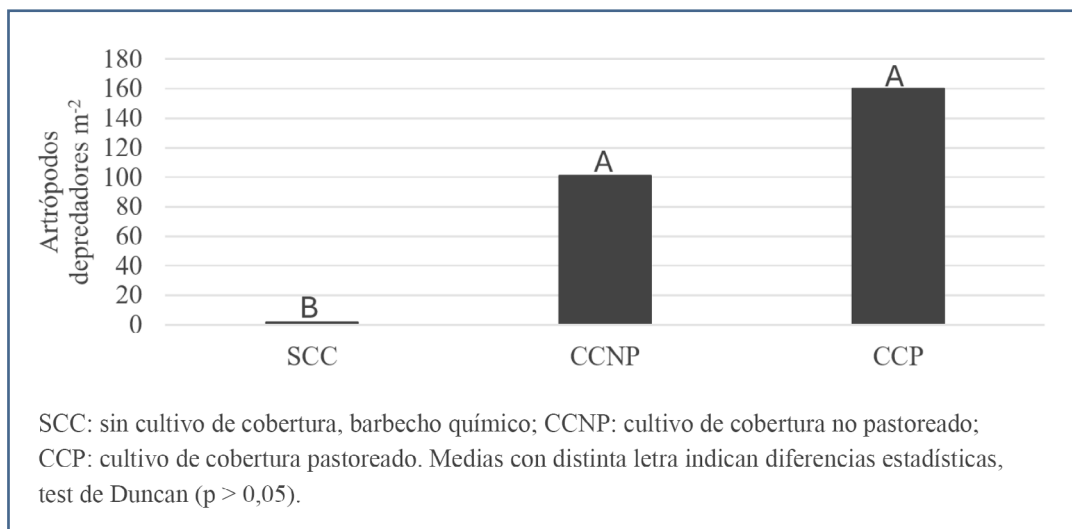
Los CC con especies de gramíneas pueden prevenir la erosión del suelo, aumentar la materia orgánica y poseen efectos alelopáticos. Los CC de leguminosas proporcionan N y los de brasicáceas promueven el subsolado biológico accediendo a nutrientes más profundos. Las mezclas de especies en los CC proveen beneficios adicionales al suelo a través de la diversidad vegetal que pueden contener y proporcionan alimento y refugio para plagas y benéficos (Landis et al., 2000; Gurr et al., 2017).

Estos cultivos además proporcionan sitios de reproducción, recursos alimenticios (presas, polen, néctar) y/o refugios para numerosos artrópodos. Algunas especies de CC aportan al control biológico por conservación al promover el establecimiento de organismos benéficos (Lundgren, 2009) Sin embargo, también pueden proporcionar hábitat y alimento para plagas (Bugg, 1991; Landis et al., 2000; Shearin et al., 2008; Lundgren y Fergen, 2011; Rivers et al., 2018; Carmona et al., 2019).

Las especies de gramíneas, utilizadas como CC, pueden sustentar poblaciones de pulgones que atraen a cochinillos depredadores (Bugget al. 1991). Las leguminosas proporcionan alimento y hábitat,

y -dependiendo de las especies- pueden servir como multiplicadores de organismos benéficos, depredadores y parasitoides, pertenecientes a las familias Geocoridae, Ichneumonidae y Braconidae (Bugg et al., 1990; Bugg et al., 1989; Bugg y Ellis, 1990). Aunque también se informa la presencia de plagas como gusanos cortadores (*Agrotis* spp.), chinches (Snodgrass y Stadelbacher, 1989; Dabney et al., 2001), ácaros y trips (Boucher y Plotkin, 2012). Algunas brassicáceas también suelen atraer poblaciones de pulgones y depredadores generalistas que posteriormente consumen otras plagas del cultivo como *Plutela* spp., y una chinche depredadora de la familia Antocoridae se beneficia de presas alternativas cuando los trips son escasos. Además, las brassicáceas -en la descomposición de sus residuos- liberan compuestos que regulan poblaciones de nemátodos, malezas y enfermedades (SARE, 2017).

En las mezclas de CC, las gramíneas se establecen rápido y proporcionan recursos para organismos benéficos antes de la temporada de crecimiento, mientras que las leguminosas tardan en establecerse, pero proveen alimento y refugio por más tiempo (Tillman et al., 2004). Por ejemplo, la mezcla de Vicia y ryegrass permanece verdes por más tiempo y atrae mayores cantidades de organismos benéficos que el monocultivo de trébol (Bugg et al. 1990). Por su parte, las mezclas de CC con leguminosas proporcionan hábitats más adecuados para benéficos que el monocultivo de centeno (Putnam et al., 1983; Tillman et al., 2004). En este sentido, información local en CC de hasta siete especies vegetales en sistemas regenerativos, registraron 98,6% más de artrópodos depredadores que un barbecho químico (Figura 1); entre los grupos más abundantes se reconocieron arácnidos, coleópteros, hemípteros, dermápteros, dípteros y neurópteros con 46, 15, 13, 11, 11 y 1% de representatividad, respectivamente (Fernández et al., 2021).



**Figura 1:** Abundancia de artrópodos depredadores en distintos sistemas de manejo convencional y regenerativos. INTA EEA Oliveros. Adaptado de Fernández et al., 2021.

La dinámica poblacional de artrópodos dentro de una secuencia de cultivos que incluyen CC suele ser más compleja. Insectos fitófagos como trips y áfidos, que causan daño en algunas leguminosas, posteriormente se pueden alimentar de huevos de ácaros y/o sirven como alimento para otros benéficos. Además, los recursos de néctar que producen estas especies vegetales pueden sustentar densidades altas de benéficos de la

familia Syrphidae (Bugg et al., 1992; Landis et al., 2000). Otros ejemplos locales demuestran que CC polifíticos mantuvieron densidades altas de diversos artrópodos benéficos capaces de controlar poblaciones de *Helicoverpa gelatopoeon* en estados vegetativos del cultivo de soja (datos no publicados); similares resultados fueron observados en el cultivo de algodón (Phatak et al. 2012).

Las poblaciones de plagas y benéficos en el cultivo comercial subsiguiente dependerán de numerosos factores como el cultivo antecesor y la especie vegetal; la biomasa, momento y método de terminación; las prácticas de manejo y las condiciones climáticas. Las combinaciones de los factores anteriores determinan la complejidad de hábitats (Akins, 2020) y nichos para taxones específicos (Rivers et al. 2018). El tipo, grado de la cobertura vegetal y tiempo que persiste el residuo del CC afecta las características físicas y químicas de la superficie del suelo, así como la actividad, abundancia y diversidad de artrópodos edáficos. Suelos biológicamente activos, con niveles altos de materia orgánica, aumentan la presencia de detritívoros como colémbolos y de depredadores como Carabidae spp. y arañas sobre el suelo (Settle et al., 1996; Magdoff y van Es, 2000). Así, los depredadores pueden anticipar el control de plagas en el cultivo, ya que previamente estuvieron alimentándose de poblaciones alternativas de la mesofauna del suelo (Purvis y Curry, 1984; Bilde et al., 2000).

La abundancia y diversidad de depredadores además suele ser alterada por distintos disturbios o prácticas. Gamundi et al., (2001) compararon la abundancia de depredadores que habitan en el suelo bajo distintas labranzas en soja reportando 74% de arácnidos, 20% de coleópteros, 5% quilópodos y 1 % de dermápteros. La densidad de carábidos no fue afectada por la labranza, pero su actividad sí; *Calosoma* spp. fue mayor en labranza convencional, pero la tribu *Pterostichini* predominó en siembra directa al igual que los arácnidos (Lietti et al., 2008; Montero 2008). Gamundi et al. (2003) demostraron mayor abundancia de artrópodos que habitan el follaje en soja a menores espaciamientos entre líneas de siembra. Por su parte, Benamú (2010) encontró similitud de arácnidos entre cultivo de soja de segunda y la vegetación natural y Almada (2014), mayor abundancia y diversidad en sistemas ganaderos que en agrícolas.

Por último, los CC en las secuencias agrícolas típicas contribuyen a potenciar el control biológico por conservación. Sin embargo, para que los artrópodos benéficos sean efectivos en el agroecosistema deben poder prosperar en el hábitat generado por los CC y posteriormente recolonizar los cultivos comerciales subsiguientes (Wissinger, 1997). De allí la importancia de acompañar estos manejos

con reservas de diversidad circundantes a los lotes de producción, de forma de que los organismos benéficos encuentren hábitat y alimentos alternativos a los cultivos.

### Cultivos de cobertura - Defensas de las plantas

Las plantas han desarrollado mecanismos para detectar y responder a las adversidades bióticas a través de defensas mecánicas o físicas y químicas. Entre estas últimas, los compuestos anti nutricionales, proteínas de resistencia y la emisión de compuestos orgánicos volátiles actúan disuadiendo a herbívoros o atrayendo a benéficos. Las defensas en las plantas se regulan mediante la señalización de fitohormonas, como el ácido jasmónico o el salicílico, y pueden ser específicas según la plaga sea un masticador o se alimente de floema.

En este contexto, las interacciones que las plantas establecen con organismos beneficiosos, como los hongos micorrízicos arbusculares, también inciden en su sistema de defensas. Estos hongos son formadores de micorrizas y actúan como biótrofos obligados dado que requieren de la planta huésped para completar su ciclo de vida. De esta manera, el hongo coloniza la corteza de la raíz y forma estructuras llamadas arbusculos dentro de las células. A partir de esta asociación simbiótica, la planta obtiene nutrientes inorgánicos, como fosfato y nitrato, mientras que el hongo recibe fotosintatos (Smith y Read 2010). Los hongos micorrízicos arbusculares utilizan las mismas vías de señalización de fitohormonas que los herbívoros. De forma que aquellos CC que utilizan especies micorrízicas pueden afectar la síntesis de las defensas químicas de las plantas y la resistencia a las plagas. En la actualidad, se sabe que los CC con micorrizas, como son ciertas gramíneas y leguminosas, aumentan la colonización de hongos micorrízicos arbusculares y son capaces de contribuir benéficamente a cultivos comerciales posteriores a través de su "legado" en el suelo (Davidson-Lowe et al. 2021; Lehman et al, 2012; White y Weil 2010).

Los efectos de las micorrizas en las plantas son múltiples y resultan beneficiosos para éstas: mejoran su crecimiento y/o rendimiento debido a que su estado nutricional también mejora, presentan mayor tolerancia al estrés tanto abiótico

(sequía, salinidad, presencia de metales pesados) como biótico, provocando mayor resistencia a plagas y patógenos. Es decir que las micorrizas arbusculares, intervienen y regulan las defensas de la planta huésped, además de promover cambios significativos que se registran en las interacciones aéreas y subterráneas de la planta (Jung et al. 2012). Se ha comprobado que los herbívoros generalistas tienen peor desempeño en las plantas micorrízicas; en cambio los herbívoros especialistas, al estar más adaptados a las defensas de las plantas, pueden ser afectados neutral o positivamente por las mismas. En este sentido, también se debe destacar que la producción de compuestos orgánicos volátiles por parte de la planta, que pueden atraer tanto a herbívoros como enemigos naturales, también es afectada por las micorrizas, impactando esto en las interacciones que se dan entre las plantas y los insectos (Davidson-Lowe et al. 2021; Shrivastava et al. 2010).

## Resumiendo

-Los CC permiten gestionar la salud, fertilidad y calidad del suelo, impactando principalmente en la biota del suelo y las múltiples interacciones que se dan entre éste y las plantas en cuanto a disponibilidad de materia orgánica, presencia de micorrizas, emisión de compuestos orgánicos volátiles, reclutamiento de organismos benéficos, abundancia y resistencia de las plagas en los cultivos comerciales sucesivos.

-Los sistemas que incluyen CC son más receptivos a organismos benéficos y ayudan a minimizar la dependencia de plaguicidas, o minimizan su uso, permitiendo reducir costos económicos y el impacto negativo sobre el ambiente.

-Las diferentes prácticas de manejo tales como el momento, método de terminación y tiempo de persistencia del residuo del CC, además de la fertilización, el uso de plaguicidas y la labranza tienen un alto impacto en las poblaciones de plagas y organismos benéficos, incluyendo los hongos micorrízicos arbusculares, en los cultivos comerciales.

## Bibliografía

- Akins, J. (2020). Cover Crop Effects on Insect Dynamics in Cropping Systems of the Southeastern US (Tesis de Maestría). Faculty of Auburn University. Alabama, U.S.
- Almada, M.S. (2014). Biodiversidad y densidad de arañas (Araneae) en un sistema agro pastoril, tendientes a mejorar el impacto de los enemigos naturales sobre insectos plaga (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Altieri, M.A. y Letourneau, D.K. (1982) Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* (1) 405-430.
- Altieri, M.A. y Nicholls, C. I. (2000). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable (No. 630.2745 A468ag). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF (México). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Álvarez, C. (2013). Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cultivos\\_de\\_cobertura\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cultivos_de_cobertura_.pdf).
- Andow, D.A. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* (36) 561-586.
- Benamú Pino, M. A. (2010). Composición y estructura de la comunidad de arañas en el sistema de cultivo de soja transgénica (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Bilde, T., Axelsen, J.A. y Toft, S. (2000). The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. *J. Appl. Ecol.*, (37)672-683.
- Boucher, T.J. y Plotkin, J. (2012). Use of Cover Crops and Green Manures to Attract Beneficial Insects. University of Connecticut Cooperative Extension System. Retrieved from <http://ipm.uconn.edu/root/>
- Bugg, R.L., Ellis, R.T. y Carlson, R.W. (1989). Ichneumonidae (Hymenoptera) using extra floral nectar off faba bean (*Vicia faba* L., Fabaceae) in Massachusetts. *Biol. Agr. Hort.*, (65) 6107-114.
- Bugg, R.L. y R.T. Ellis. (1990). Insects associated with cover crops in Massachusetts. *Biol. Agr. Hort.*, (7)47-68.
- Bugg, R.L. (1991). Cover crops and control of arthropod pests of agriculture In W.L. Hargrove (ed.). *Cover Crops for Clean Water*. Soil and Water Conservation Society. Ankeny Iowa, 157-163.
- Bugg, R.L. (1992). Using cover crops to manage arthropods on truck farms. *Hort. Sci.* (27),741- 745.
- Capurro, J. (2018). Cultivos de cobertura y sus beneficios para ambientes agrícolas. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/cultivos-de-cobertura-y-sus-beneficios-para-ambientes-agricolas>.
- Carmona, G. I., Delserone L. M., Duarte Campos J. N., Ferreira de Almeida T., Branco Ozório D. V., Betancurt Cardona J. D., Wright R., McMechan A. J. (2021). Does Cover Crop Management Affect Arthropods in the Subsequent Corn and Soybean Crops in the United States? A Systematic Review. *Annals of the Entomological Society of America*, XX(X)1-12.
- Dabney, S.M., Delgado, J.A. y Reeves, D.W. (2001). Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 32(7-8)1221-1250. doi: 10.1081/CSS-100104110.
- Davidson-Lowe, E., Ray, S., Murrell, E., Kaye, J. y Ali, J.G. (2021). Cover crop soil legacies alter phytochemistry and resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Environmental Entomology*, 50(4)958-967.
- Fernandez, G., Perotti, E., Gamundi, J.C. Abundancia de artrópodos en el follaje de cultivos de cobertura invernales. XXX Reunión Anual de Ecología, Bariloche, 17-20 octubre 2023.
- Fernandez, G., Perotti, E., Rodriguez, A., Rotolo, G. y Gamundi, J.C. 2021. Aporte de los cultivos de servicio a la biodiversidad de artrópodos depredadores. Libro de resúmenes: XXIX Reunión Argentina de Ecología, 4, - 6 de agosto de 2021, modalidad: virtual.
- Fernández, G., Perotti, E., Rodríguez, A., Rótolo, G. y Gamundi, J.C. 2021. Aporte de los cultivos de servicio a la biodiversidad de artrópodos depredadores Para Mejorar la Producción (60) 127-130. ISSN 2591-5088

- Galvez, L., Douds, D.D., Wagoner Jr. P., Longnecker, L.R., Drinkwater, L.E., y Janke, R.R. (1995). An overwintering cover crop increases inoculum of VAM fungi in agricultural soil. *Am. J. of Alt. Agric.*, (10) 152–156
- Gamundi, J.C., Zampierin, S., Lenzi, L. y Capello, G. (2003). Evaluación de la eficacia de control y el impacto de sojas transgénicas protegidas de insectos sobre los artrópodos depredadores. En: *Para Mejorar la Producción/24. Soja. Campaña 2002/2003. INTA EEA Oliveros.103 – 111.*
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Landis, D.A., y You, M. (2017) Habitat Management to Suppress Pest Populations: Progress and Prospects. *Annu. Rev. Entomol* (62)91–109. doi: 10.1146/annurev-ento-031616-035050.
- Holzschuh, A., Steffan Dewenter, I., Kleijn, D., y Tschardtke, T. (2007). Diversity of flower visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology*, 44(1) 41-49.
- Jung, S.C., Martinez-Medina, A., Lopez-Raez, J.A. y Pozo, M.J. (2012). Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. *J. Chem. Ecol.* (38)651–664.
- Landis, D.A., Wratten, S.D. y Gurr, G.M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.*, (45)175–201. doi:10.1146/annurev.ento.45.1.175.
- Lehman, R.M., Taheri, W.I., Osborne, S.L. Buyer, J.S., Douds Jr., D.D. (2012). Fall cover cropping can increase arbuscular mycorrhizae in soils supporting intensive agricultural production. *Applied Soil Ecology*, 61,300– 304.
- Laub, C. A. y Luna, J. M. (1991). Influence of winter cover crop suppression practices on seasonal abundance of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), cover crop regrowth, and yield in no-till corn. *J. Environ. Entomol.*, (20)749–754.
- Lietti, M., Gamundi, J. C., Montero, G., Molinari, A., y Bulacio, V. 2008. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecología Austral*, 18(1),71-87.
- Lundgren, J.G. (2009). The functions of non-press foods in the diets of entomophages. *Relations of natural enemies and non-prey foods.* Springer, (1)1-14.
- Lundgren, J. G. y Fergen, J. K. (2011). Enhancing predation of a subterranean insect pest: A conservation benefit of winter vegetation in agroecosystems. *Appl. Soil Ecol.* (51) 9–16.
- Magdoff, F. y Van Es, H. (2000). *Building soils for better crops*, SARE , Washington DC.
- Montero, G. A. (2008). Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe. MSc Tesis. Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla, Argentina.
- Öckinger, E. y Smith, H. G. 2007. Semi natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of applied ecology*, 44(1)50-59.
- Phatak, S. y Diaz-Perez, J. (2012). *Managing Pests with Cover Crops & Georgia Cotton, Peanut Farmers Use Cover Crops to Control Pests. Managing cover crops profitably.* 3rd ed. Beltsville, MD: Sustainable Agriculture Network,25-28.
- Price, A.J., Monks, C.D., Culpepper, A.S., Duzy, L.M., Kelton, J.A. (2016). High-residue cover crops alone or with strategic tillage to manage glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in southeastern cotton (*Gossypium hirsutum*). *J. Soil Water Conserv.* 71(1) 1–11. 75
- Purvis, G. y Curry, J.P. (1984). The influence of weeds and farmyard manure on the activity of Carabidae and other ground - dwelling arthropods in a sugar beet crop. *Journal of Applied Ecology*, (21) 271 – 283.
- Putnam, A. R., Defrank, J. y Barnes, J. P. (1983) Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, 9,1001–1010
- Rivers, A. N., Mullen, C. A., Barbercheck, M. E. (2018). Cover crop species and management influence predatory arthropods and predation in an organically managed, reduced-tillage cropping system. *Environ. Entomol.* (47) 340–355.
- Settle, W.H., Ariawan, H. Astuti, E.T. (1996). *Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey.*

Ecology, (77)1975 – 1988.

Smith, S. y Read, D. (2010) Mycorrhizal Symbiosis. 3rd. ed. Elsevier. London, UK. 803 pp.

Snodgrass, G. L., y Stadelbacher, E.A. (1989) Effect of different grass and legume combinations on spider (Araneae) and ground beetle (Coleoptera: Carabidae) populations in roadside habitats in the Mississippi Delta. Environ. Entomol 18. (4) 575-581.

Shrivastava, G., Rogers, M., Wszelaki, A., Panthee, D.R. y Chen, F. (2010). Plant volatiles-based insect pest management in organic farming. Critical Reviews in Plant Sciences, 29: 123-133.

Trepaz, F., Szanto, J., Rodriguez, A., Papa, J.C., Gamundi, J. C., Crespo, R., Rotolo, G. (2020). Los cultivos de cobertura multiespecie y su contribución al manejo de malezas. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/los-cultivos-de-cobertura-multiespecie-y-su-contribucion-al-manejo-de-malezas>

Tillman, G., H. Schomberg, S. Phatak, B. Mullinix, S. Lachnicht, P. Timper, y D. Olson. (2004). Influence of cover crops on insect pests and predators in conservation tillage cotton. J. Econ. Entomol. (97)1217–1232.

White, C.M. y Weil, R.R. (2010). Forage radish and cereal rye cover crop effects on mycorrhizal fungus colonization of maize roots. Plant Soil, 328:507–521.

Wissinger, S.A. (1997). Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: a template for biological control in annual crop systems. Biol. Control, (10)4–15.

Wright, S.F., Starr, J.L. y Paltineanu, I.C. (1999). Changes in aggregate stability and concentration of glomalin during tillage management transition. Soil Sci. Soc. Am. J. (63)1825–1829.





# Abundancia de artrópodos fitófagos y depredadores en cultivos de cobertura mono y multiespecie

**Autores:** Fernandez, G<sup>1</sup>., Gamundi, J.C<sup>1</sup>., Perotti, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Entomología – Protección Vegetal INTA Oliveros

**Palabras clave:** cultivos de cobertura, artrópodos fitófagos, depredadores, cobertura monoespecie, cobertura multiespecie.

fernandez.elisabet@inta.gob.ar

Los Cultivos de Cobertura (CC) brindan múltiples beneficios al agroecosistema siendo utilizados, entre otras funciones, por los servicios ecosistémicos que proveen al aumentar la biomasa y diversidad de especies de artrópodos en relación a los barbechos químicos (Lundgren y Fergen, 2010). Los hábitats creados por los cultivos de cobertura proporcionan diferentes nichos para taxones específicos (Rivers et al., 2018) como aquellos que aportan al control biológico de poblaciones de plagas (Altieri et al., 2000).

Con el objetivo de evaluar la relación entre las especies vegetales de los cultivos de cobertura (CC) y la abundancia de artrópodos, se diseñó la presente experiencia. En el campo experimental de INTA Oliveros, se sembró (2/6/21) especies vegetales pertenecientes a cuatro familias botánicas: Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae y Asteracea. Los tratamientos fueron: CC monoespecies *Secale cereale* (S), *Raphanus sativus* (R), *Vicia villosa* (V), *Cichorium intybus* (C), una mezcla multiespecie, combinación de las cuatro anteriores (M) y un Testigo con vegetación espontánea (T). Se utilizó un diseño en BCA, con tres repeticiones y unidades experimentales de 20 x 50 m. En tres momentos: 1° 4/10, 2° 25/10 y 3° 8/11/2021, se estimó la abundancia de artrópodos que habitan el follaje; en el primero y último momento se evaluó la biomasa vegetal. Se empleó un método de muestreo absoluto, que consistió de un cilindro de oclusión (28 cm  $\Phi$ ) con una bolsa de lienzo adosada en uno

de sus extremos. A campo, se cubrieron las plantas con el cilindro y se cortaron al ras de suelo. En gabinete, se cuantificó la biomasa vegetal obtenida y se llevó a estufa; se clasificaron los artrópodos en órdenes, familias y/o especies/morfoespecies con la ayuda de lupa binocular y claves taxonómicas.

Se estimaron cuatro índices de diversidad abundancia, riqueza(s), índice de diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ ), Simpson (D) y Equidad de Pielou ( $J'$ ) se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2024). La biomasa vegetal fue afectada por los tratamientos ( $p < 0,001$ ), momentos ( $p < 0,001$ ) y su interacción ( $p = 0,011$ ). La biomasa de M y S fue significativamente mayor al resto en el 3° momento de muestreo, 24.480 y 23906 Kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, siguiendo en importancia los cultivos de C, R y V.

La captura total de artrópodos fue de 79, 487 y 315 individuos por m<sup>2</sup> para el 1°, 2° y 3° momento de muestreo con un total de 461 depredadores y 420 fitófagos. Los depredadores identificados pertenecieron a los órdenes Araneae, Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera y Diptera y los fitófagos a Lepidoptera y Hemiptera. La abundancia de depredadores y fitófagos fue afectada por la interacción tratamiento x momento,  $p < 0,001$  y  $p = 0,028$ , respectivamente, Tabla 1. La abundancia de depredadores fue significativamente mayor en V, para el 2° y 3° momento, Tabla 1.

La abundancia de fitófagos fue significativamente

mayor en el T, siguiéndole en importancia R, V y C, en el 2° momento. La riqueza de artrópodos fue mayor el cultivo de V, seguido por el R y C, 16, 15 y 14, respectivamente; el tratamiento M fue el más diverso y presentó mayor homogeneidad en su diversidad de artrópodos, 0,9. Por su parte el T arrojó el mayor índice de dominancia seguido por S, Tabla 2.

Las especies utilizadas como cultivos de cobertura de una o varias especies afectó la abundancia de artrópodos aéreos fitófagos y depredadores presentes. La cantidad de biomasa, evaluada en estados reproductivos, para los distintos CC no influyó en la abundancia de artrópodos. La "complementariedad de nichos" favoreció la capacidad de explorar y aprovechar recursos de los artrópodos que habitan la parte aérea de los cultivos.

**Tabla 1:** Abundancia de artrópodos fitófagos y depredadores por m<sup>2</sup> en cultivos de cobertura de una y varias especies en tres momentos.

ABUNDANCIA	MOMENTO	S. CEREALE	R SATIVUS	V VILLOSA	C INTYBUS	MEZCLA	TESTIGO	P-VALOR
FITÓFAGOS	1(04/10/21)	0 C	59 B	18 C	2 C	0 C	13 C	<0,001
	2(25/10/21)	20 C	88 B	86 B	72 B	14 C	226 A	
	3(8/11/21)	5 C	27 C	36 C	16 C	4 C	68 B	
DEPREDADORES	1(4/10/21)	4 HI	4 HI	18 EFGH	21 DEFG	2 I	2 I	0,028
	2(25/10/21)	16 EFGH	30 DEF	226 A	59 BC	11 GHI	25 DEFG	
	3(8/11/21)	14 FGHI	39 BCD	219 A	63B	34 CDE	39 BCD	

Medias dentro de filas seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas, Test DGC (p<0,05).para una mejor interpretación de los resultados, las letras del Test para los depredadores se colocaron en minúscula.

**Tabla 2:** Índices de diversidad en cultivos de cobertura de una y varias especies.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	S. CEREALE	R SATIVUS	V VILLOSA	C. INTYBUS	M	TESTIGO
S	5	15	16	14	12	10
H´	1,2	2,01	2,16	1,79	2,16	1
J´	0,75	0,74	0,78	0,68	0,87	0,43
D	0,33	0,19	0,16	0,23	0,12	0,58

Ref: S (Riqueza específica); H´ (Shannon –weiner); J´ (Equidad de Pielou); D ( Simpson)

## Bibliografía:

Altieri Soto, M. A., & Nicholls, C. I. (2000) Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF (México). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.7:147-164; 8:167-180DI.

Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2020) InfoStat, versión 2020, Grupo InfoStat, FCA, UNC.

Lundgren, J. G. (2009) Relationships of natural enemies and non-prey foods .Springer Science & Business Media 7: 143-165.

Rivers, A., Mullen, C., Wallace, J., Barbercheck, M. (2017) Cover crop-based reduced tillage system influences Carabidae (Coleoptera) activity, diversity and trophic group during transition to organic production. Renewable Agriculture and Food Systems,32(6), 538-5.



# Intensidad de enfermedades de arveja (*pisum sativum*) en dos rotaciones con y sin antecedentes del cultivo

**Autores:** Lago, ME<sup>1</sup>, Enrico, JM<sup>1</sup>, Arango, M<sup>1</sup>, Prieto, G<sup>2</sup>, Pairone, V<sup>3</sup>, Pioli, R.<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA Oliveros; <sup>2</sup>AER INTA Arroyo Seco; <sup>3</sup>Estudiante; <sup>4</sup>IICAR (Instituto UNR-CONICET); <sup>5</sup>Fac. Cs. Agrarias, UNR

**Palabras clave:** arveja, secuencias de cultivo, enfermedades.

En la región pampeana el cultivo de arveja presenta anualmente importantes pérdidas causadas por enfermedades vasculares (EV) de tallo y raíz, de difícil control. Por este motivo, se requiere estudiar los posibles factores que influyen sobre su desarrollo y manifestación. Las rotaciones pueden colaborar con el manejo de tales enfermedades.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos secuencias de cultivos (soja-arveja o trigo/maíz-barbecho/soja) sobre la intensidad de EV de arveja en Oliveros (Santa Fe). El experimento de secuencias de cultivos se condujo desde 2012. En 2022 se definieron dos tratamientos, según incluyeran arveja (ConA) o trigo (SinA), respectivamente, cada dos años. El 07/07/2022 se sembró la variedad de arveja Primogénita INTA sobre las parcelas ConA y

SinA, en tres repeticiones. El tamaño de parcela fue de 5m x 22m. En estado reproductivo se evaluó la Intensidad (Int) de EV en tallo principal, expresada como la proporción de nudos con síntomas (NS) de EV = Nudos sintomáticos / N° nudos totales; y como la proporción de ramificaciones muertas (RM) sobre R totales, en 20 plantas/repetición/tratamiento. Se realizó análisis de variancias y test de Tukey. En promedio, la Int de las EV fue significativamente mayor en secuencias ConA respecto a SinA, tanto en NS (P=0,0858), cuyos valores fueron 0,16 y 0,09, respectivamente, como en la proporción de RM (P=0,0041), donde los valores fueron de 0,55 y 0,37. Estos resultados sugieren que la siembra de arveja sobre secuencias con antecedentes de este cultivo promueve una manifestación más severa de las enfermedades vasculares.

*Tabla 1: Intensidad de síntomas de enfermedades de tallo y raíz en tallo principal de arveja, según antecedentes de este cultivo, en Oliveros, Santa Fe.*

TRATAMIENTO	TALLO PRINCIPAL*		
	NUDOS CON SÍNTOMAS	NUDOS TOTALES	PROPORCIÓN NUDOS AFECTADOS
CONA (SOJA- ARVEJA/MAÍZ - BARBECHO/SOJA)	3,08	17,28	0,16 A
SINA (SOJA- TRIGO/MAÍZ - BARBECHO/SOJA)	1,65	15,75	0,09 B

\* Promedios de 3 repeticiones.

TRATAMIENTO	RAMIFICACIONES (R.)*		
	RAMIF. MUERTAS	R. TOTALES	PROPORCIÓN R. AFECTADAS /R. TOTALES
<b>CONA</b> (SOJA- ARVEJA /MAÍZ - BARBECHO/SOJA)	1,63	3,05	0,55 A
<b>SINA</b> (SOJA- TRIGO/MAÍZ - BARBECHO/SOJA)	1,00	2,52	0,37 B

\* Promedios de 3 repeticiones.

El presente resumen fue presentado en el 6° Congreso Argentino de Fitopatología, Cipoletti, Neuquén, Setiembre 2024. Las tablas 1 y 2 pertenecen al poster expuesto durante el mismo.



# Eficacia de aceites esenciales para el control de cuatro (4) aislados de *phytophthora infestans* del cinturón hortícola de Rosario

**Autores:** Estancich E.<sup>1,3</sup>, Lago M.E.<sup>1</sup>, Magnano L.<sup>1</sup>, Clemente G.<sup>2</sup>, Peruzzo A.<sup>3</sup> y Barrera V.<sup>4 1</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA Oliveros; <sup>2</sup>FCA-UNMdP; <sup>3</sup>FCA-UNR; <sup>4</sup>IMyZA-INTA

**Palabras clave:** tizón tardío de la papa, biocontrol.

El tizón tardío de la papa por *Phytophthora infestans* es una de las enfermedades más agresivas del cultivo. Actualmente, se controla con fungicidas sistémicos, con un alto impacto ambiental. Con el objetivo de generar prácticas alternativas se evaluó el efecto volátil in vitro de 3 aceites esenciales (AE), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y menta (*Mentha piperita*) sobre la inhibición del crecimiento de 4 aislados de *P. infestans*. Se sembraron cajas de Petri con agar arveja y en cada una se ubicó un disco de agar de 5 mm del aislado en la base y otro de papel de filtro con 4µL del AE en la tapa. Se utilizó un control con agua destilada estéril y la siembra se realizó por cuatuplicado. La variable evaluada fue diámetro de crecimiento de colonia, a los 5, 8, 12, 14, 19 y 26 días después de la siembra. Se realizó análisis de Varianza No Paramétrica (Kruskal-Wallis) y se compararon las medianas. Todos los AE inhibieron el crecimiento de *P. infestans*, diferenciándose

significativamente del testigo ( $\alpha=0.05$ ). El AE menta ejerció efecto desde los primeros días y los restantes aceites a partir del día 8. Al final del experimento, el AE tomillo presentó la mayor inhibición sobre el crecimiento del patógeno (66%). Se observó interacción entre el AE y el aislado. La combinación más eficiente fue el tomillo y el aislado 4 (74%). Los resultados promisorios obtenidos con los AE menta y tomillo habilitan su selección para ser evaluados en condiciones semicontroladas sobre plantas vivas.

Financiamiento: Beca doctoral cofinanciada CONICET/INTA, Proyecto INTA 2019 PE-1500, Empresa Hierbas y Esencias.

El presente resumen fue presentado en el 6° Congreso Argentino de Fitopatología, Cipoletti, Neuquén, Setiembre 2024. En la figura 1 se muestra el poster expuesto.





# EFICACIA DE ACEITES ESENCIALES PARA EL CONTROL DE 4 AISLADOS DE *Phytophthora infestans* DEL CINTURÓN HORTÍCOLA DE ROSARIO

E. Estancich<sup>1,3</sup>, M.E. Lago<sup>1</sup>, L. Magnano<sup>1</sup>, G. Clemente<sup>2</sup>, A. Peruzzo<sup>3</sup>, V. Barrera<sup>4</sup>.  
<sup>1</sup>EEA INTA Oliveros, Santa Fe; <sup>2</sup>FCA-UNMdP; <sup>3</sup>FCA-UNR; <sup>4</sup>IMyZA-EEA INTA Castelar, Bs. As.  
[estancich.evangelina@inta.gob.ar](mailto:estancich.evangelina@inta.gob.ar)

## INTRODUCCIÓN

El tizón tardío de la papa es una de las enfermedades más agresivas y limitantes del cultivo causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Actualmente, esta enfermedad se controla con fungicidas sistémicos, los cuales tienen un alto impacto ambiental y generan un incremento en los costos de producción. Estudios realizados *in vitro* demuestran que algunos aceites esenciales extraídos de plantas tienen funciones fungicidas y fungistáticas sobre diferentes patógenos. Es por ello, que con el objetivo de generar prácticas alternativas se evaluó el efecto volátil *in vitro* de 3 aceites esenciales (AE), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y menta (*Mentha piperita*) sobre la inhibición del crecimiento de 4 aislados de *P. infestans* del Cinturón Hortícola de Rosario, Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó la metodología de trabajo de Quintanilla *et al.* (2002), que consistió de una placa de Petri con medio de cultivo de Agar Arveja (Aar), con un disco de aislado de 5 mm de diámetro dispuesto en un extremo de la caja y sobre el otro extremo, sobre la tapa, 4 µl de aceite esencial impregnado sobre un disco de papel de filtro, como se puede visualizar en la Figura 1. Para garantizar el adecuado desarrollo del patógeno, las placas de Petri se mantuvieron en cámara de crecimiento a temperatura de 17±2°C en oscuridad. Se utilizó un control con agua destilada estéril y la siembra se realizó por cuatuplicado. La variable evaluada fue radio de crecimiento de colonia, a los 5, 8, 12, 14, 19 y 26 días después de la siembra. Se realizó análisis de Varianza No Paramétrica (Kruskal-Wallis) y se compararon las medianas.

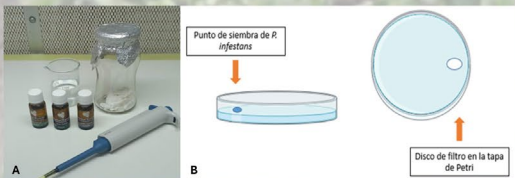


Figura 1. Preparación en la cámara de flujo laminar de los aceites esenciales y papeles de filtro Whatman (A); placas de Petri con medio AAr con el patógeno sembrado en un extremo y el papel de filtro en el otro extremo sobre la tapa de la placa (B).

## RESULTADOS



Figura 2. Crecimiento de *Phytophthora infestans* en medio AAr en el día 5 y el día 26, bajo los distintos efectos de los aceites esenciales y un control.

Todos los aceites esenciales inhibieron el crecimiento de *P. infestans*, como se puede visualizar en la Figura 2, diferenciándose significativamente del testigo ( $\alpha=0.05$ ).

El AE menta ejerció efecto desde los primeros días y los restantes aceites a partir del día 8. Al final del experimento, el AE tomillo presentó la mayor inhibición sobre el crecimiento del patógeno (66%) (Figura 3).

Por otra parte, se observó interacción entre el AE y el aislado. La combinación más eficiente fue el tomillo y el aislado 4 (74%) (Figura 4).

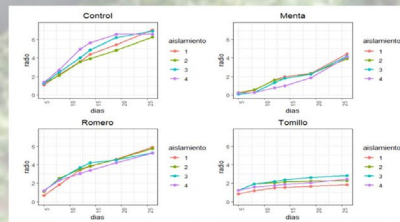


Figura 3. Crecimiento *in vitro* de 4 aislados de *Phytophthora infestans* agrupados según los distintos tratamientos.

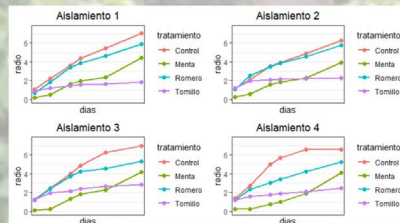


Figura 4. Crecimiento *in vitro* de 4 aislados de *Phytophthora infestans* de acuerdo a los distintos aceites esenciales.

## CONCLUSIONES

Los resultados promisorios obtenidos con los aceites esenciales menta y tomillo habilitan su selección para ser evaluados en condiciones semicontroladas sobre plantas vivas.

Figura 1. Poster: Eficacia de aceites esenciales para el control de 4 aislados de *Phytophthora infestans* del Cinturón Hortícola de Rosario. Presentado en 6 °CAF, Cipoletti, Neuquén, Setiembre 2024.



# Evaluación de la fitotoxicidad de distintos herbicidas posemergentes en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)\*

\*Trabajo presentado como resumen en la IX Jornada FCA-UNR “Ciencia y Tecnología Agraria”. III Reunión Argentina-Chile

**Autores:** <sup>1</sup>García, A.V.<sup>1,2</sup>; Espósito, M.A.<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Protección vegetal- Área de Malezas. INTA EEA Oliveros. [garcia.andrea@inta.gov.ar](mailto:garcia.andrea@inta.gov.ar)

<sup>2</sup>Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad Ciencias Agrarias. <sup>3</sup>Mejoramiento vegetal. Manejo de cultivo, Suelo y Agua, Área de agronomía. INTA EEA Oliveros. <sup>4</sup>Cátedra Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas, Facultad Ciencias Agrarias. <sup>5</sup>IICAR-CONICET

**Palabras claves:** control químico, malezas, legumbres.

## Introducción

En Argentina, el cultivo de arveja se concentra principalmente en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos. El área sembrada se viene incrementando debido al aumento de la demanda mundial de legumbres ocasionada en gran medida, por los cambios alimenticios que se vienen dando en países desarrollados hacia una alimentación más saludable y sustentable que abarca tanto a vegetarianos, veganos y flexitarianos. Además, hubo una apertura de las exportaciones a China provocando un incremento de la demanda de granos.

La arveja, así como otras legumbres invernales, es una excelente alternativa para ser incorporada como cultivo de invierno en la rotación. Fija nitrógeno al suelo, tiene bajo consumo de agua, ciclo corto y menores requerimientos de fertilizantes asegurando mejores recursos para el cultivo de verano sucesor. No obstante, una de las adversidades bióticas más frecuentes que presenta el cultivo son las malezas y, sin embargo, existen pocos herbicidas registrados para su aplicación (SENASA, 2022). Por ende, hay una creciente demanda de información relacionada a los efectos fitotóxicos de tales productos que pueden generar en el cultivo.

Por todo lo mencionado anteriormente, se debe ser

más competitivo y es por ello que surge la necesidad de ajustar toda la cadena para aumentar la calidad y cantidad de la producción nacional de arveja. Por ende, el objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del cultivo y la fitotoxicidad de distintos herbicidas aplicados en posemergencia de la arveja.

## Materiales y métodos

La variedad Viper fue sembrada el 29 de junio del 2023 en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Oliveros (provincia de Santa Fe) con una densidad de 180 kg ha<sup>-1</sup>. Durante el ciclo se realizaron dos pulverizaciones para pulgones (Imidacloprid 35% a una dosis de 100 cm<sup>3</sup>/ha). Los herbicidas fueron seleccionados en función de su supuesta buena tolerancia por parte del cultivo. La aplicación se realizó el 15 de agosto de 2024 con mochila de presión constante por fuente de CO<sub>2</sub> erogando un volumen de 165 l ha<sup>-1</sup>. En dicho momento, las plantas presentaron una altura promedio de 12 cm con 7-8 nudos cada planta. Los tratamientos realizados figuran en la Tabla 1 y fueron seleccionados por su supuesta tolerancia para usarse en cultivos pertenecientes a la familia

botánica de las leguminosas. El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental fue de 3 metros de ancho por 10 metros de largo. El ANOVA se realizó con InfoStat versión 2020 y se utilizó el test de LSD Fisher ( $p < 0,05$ ) para la comparación de medias.

La evaluación de la fitotoxicidad se determinó a los 13 y 41 días posteriores a la aplicación (DDA) y se expresó en porcentaje con respecto al testigo sin aplicar. Entre los principales síntomas que se advirtieron fueron manchas blanquecinas, rojizas, marchitez de las hojas y reducción del crecimiento. A la cosecha, se obtuvo el rendimiento (kg/ha) promedio de las tres repeticiones ajustado al 14% de humedad del grano.

Tabla 1: Detalle de los tratamientos realizados.

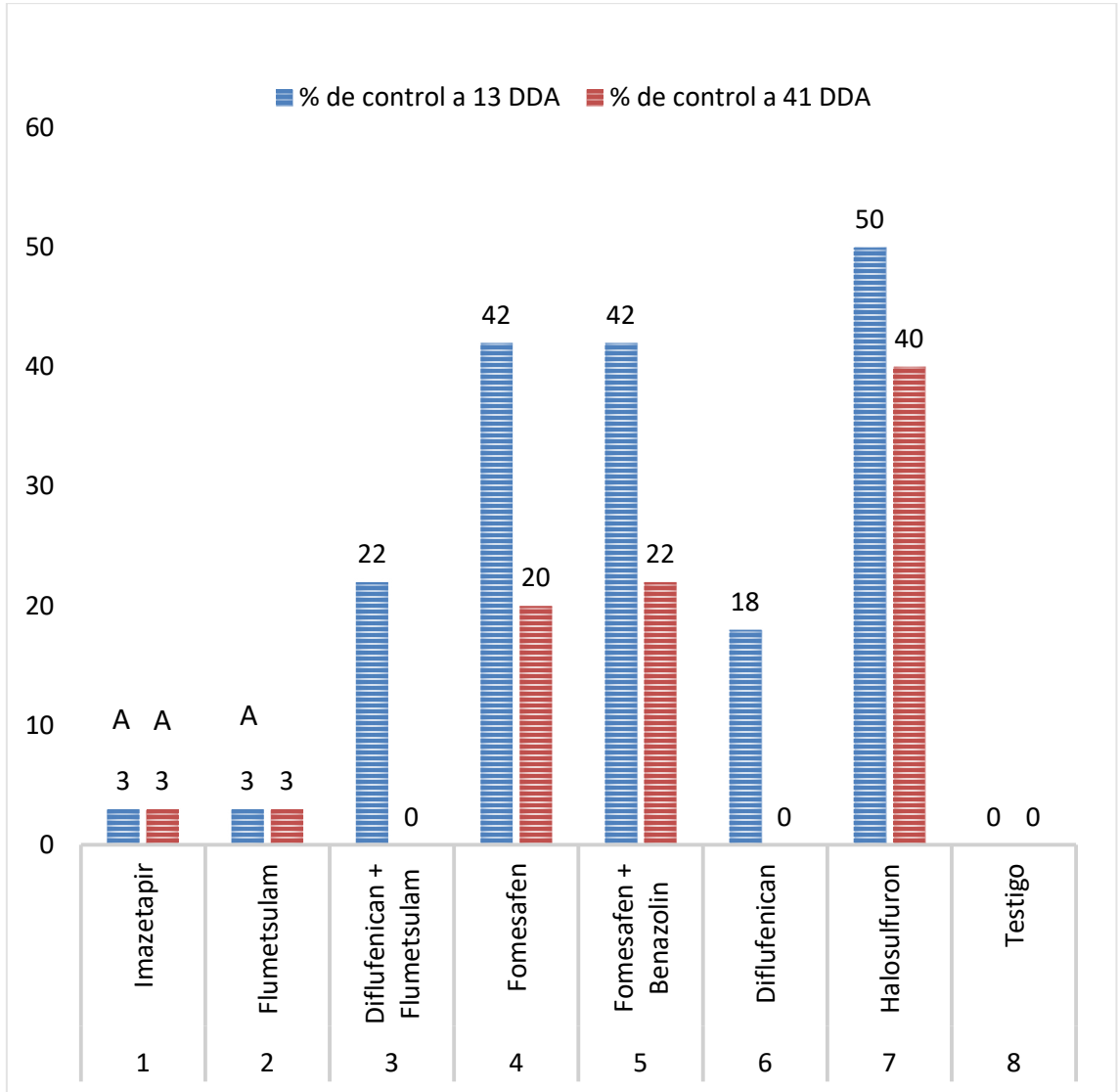
Tratamiento	Herbicida	Marca comercial	Dosis (cc o gr/ha PC)	
1	Imazetapir 10%	Fidemax	1000	
2	Flumetsulam	Preside	250	
3	diflufenican +flumetsulam	Tuken+Preside	100	200
4	fomesafen	Fidemax	1000	
5	fomesafen+Benazolin	Fidemax+Dasen	1000	600
6	Diflufenican	Tuken	100	
7	Halosulfuron	Sempra	80	
8	Testigo			

## Resultados y discusión

### Porcentaje de fitotoxicidad a los 13 y 41 DDA

Según la Figura 1, se pudo observar que a los 13 DDA, los tratamientos presentaron diferencias significativas, siendo el halosulfuron el herbicida que tuvo el mayor porcentaje (50%) y se diferenció del resto de los herbicidas. Luego, le siguieron los tratamientos de fomesafen sólo y en mezcla con benazolin. Presentaron un valor de 42% sin diferencias entre sí, pero diferenciándose del resto. Lo mismo ocurrió con los tratamientos de diflufenican sólo y en mezcla con flumetsulam (18 y 22% respectivamente). Por otra parte, los tratamientos que tuvieron menor porcentaje de fitotoxicidad fueron el imazetapir y flumetsulam (3% en ambos casos) que, a su vez, no presentaron diferencias con el testigo.

A los 41 DDA, todos los porcentajes disminuyeron. Sin embargo, el halosulfuron continuó presentado el valor más alto (40%) diferenciándose del resto de los tratamientos. Con 20 y 22%, siguieron el fomesafen sólo y en mezcla con benazolin respectivamente. Ambos fueron similares entre sí, pero disímiles con el resto de los tratamientos. Por el contrario, el imazetapir (3%), flumetsulam (3%) y el diflufenican sólo y en mezcla con flumetsulam (ambos con 0%) no se diferenciaron entre sí ni con el testigo. Cabe destacar que estos últimos 4 tratamientos presentaron los valores más bajos en el año 2021 (García et al, 2022) y solo no se diferenció con el testigo fue el diflufenican solo.



**Figura 1. Porcentaje de fitotoxicidad del cultivo a los 13 y 41 DDA**  
 \*Letras iguales en cada momento de la evaluación no presentan diferencias significativas. Test de LSD Fisher ( $p < 0,05$ )

### Rendimiento (Kg/ha)

Respecto al rendimiento de las parcelas, el tratamiento con halosulfuron fue el único que se diferenció significativamente del resto con el valor más bajo para esta variable (1766,34 Kg ha<sup>-1</sup>). El resto de los tratamientos, los valores alcanzados rondaron entre 2503 a 2805 kg/ha y

no se diferenciaron entre sí (Tabla 2). Algo similar ocurrió en el 2021 (García et al, 2022), donde la mayoría de los tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre sí salvo con el tratamiento con clorimuron.

Tabla 2: Rendimiento (Kg/ha) de cada uno de los tratamientos.

HERBICIDA	RENDIMIENTO (KG/ HA)	
HALOSULFURON	1766	A
DIFLUFENICAN + FLUMETSULAM	2503	B
FOMESAFEN + BENAZOLIN	2542	B
FOMESAFEN	2568	B
TESTIGO	2746	B
FLUMETSULAM	2785	B
DIFLUFENICAN	2794	B
IMAZETAPIR	2805	B

\*Letras iguales en cada momento de la evaluación no presentan diferencias significativas. Test de LSD Fisher (p<0,05).

### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este experimento, se puede concluir que:

- El halosulfuron presentó los mayores porcentajes de fitotoxicidad en ambas fechas evaluadas.
- El fomesafen sólo y en mezcla con benazolin tuvo porcentajes altos de fitotoxicidad a los 13 DDA y luego bajaron a la mitad a los 39 DDA.
- En cambio, los tratamientos con imazetapir, flumetsulam, diflufenican solo y en mezcla con Flumetsulam (excepto a los 13 DDA) no se diferenciaron del testigo y tuvieron los valores más bajo de fitotoxicidad (esto último fue similar a los resultados obtenidos en el año 2021).
- Si bien algunos tratamientos presentaron fitotoxicidad, no se diferenciaron en rendimiento con el testigo excepto el halosulfuron que fue el único herbicida cuyo efecto provocó el menor valor para esta variable.

### Bibliografía

García, A. V; Papa, J. C; Espósito, M. A. (2022). Evaluación preliminar de la fitotoxicidad de distintos herbicidas post-emergentes sobre el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el sur de la provincia de Santa Fe. Revista Agromensajes. 11-12.

Senasa (2022): <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>.



# Validación de eficacia en el control de malezas en barbecho químico, aplicando herbicidas foliares sistémicos con boquillas hidroneumáticas

**Autores:** Massaro, R.<sup>1</sup> y García, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Massaro, Rubén. Profesional Asociado, INTA EEA Oliveros. Mat. Prof. CIASFE2 82-2-1368

<sup>2</sup> García, Andrea. Profesional INTA EEA Oliveros. Mat. Prof. CIASFE2 82-2-1426

**Palabras clave:** barbecho químico, herbicidas sistémicos, boquillas hidroneumáticas MUG.

Revisando históricamente el uso de algunos componentes de los pulverizadores, se detectó que el primer uso que tuvieron era industrial. Posteriormente fueron incorporados a la pulverización agrícola. Esto ha ocurrido, por ejemplo, con las boquillas hidroneumáticas (tipo Venturi, aire inducido, asistidas por aire).

Según registros personales, la primera marca que introdujo las boquillas hidroneumáticas a nuestro país, a mediados de la década del '90, fue la empresa Lechler. Inmediatamente, en los años siguientes surgieron las marcas Teejet (boquilla AI) y Delavan; posteriormente, a partir del año 2000, la marca Magnojet con la boquilla AD-IA (Tadei, 2022). Así sucesivamente las empresas fueron diseñando boquillas hidroneumáticas, en general sobre la base de boquillas hidráulicas.

La calificación del tamaño de las gotas producidas por las boquillas está publicada por las empresas en sus catálogos, actualmente digitales, en base a una escala actualizada de la original producida por la British Crop Protection Council (BCPC) en el año 1985 (Wolf, 2020). Dicha escala se basa en el Diámetro Volumétrico Medio (DVM).

Actualmente, se dispone de varias boquillas hidroneumáticas de diferentes marcas comerciales que producen gotas grandes expulsadas por un Venturi interior. La marca Magnojet (de Brasil) diseñó y lanzó al mercado a partir del año 2020,

la boquilla denominada MUG que produce gotas Ultra Gruesas (UG) aún con distintos caudales individuales y presiones de trabajo (Tadei, 2022 y Catálogo SPRAYtec 2022).

Para quienes trabajan en aplicación de plaguicidas la duda suele ser qué cobertura mínima (gotas/cm<sup>2</sup>) es necesaria para tratamientos eficaces de las diferentes plagas en sistemas de producción agrícola extensiva. Massaro y García (2021), resumieron los resultados logrados en diferentes ensayos. Según esos estudios, es suficiente con lograr 21 gotas/cm<sup>2</sup> con boquillas hidroneumáticas AD-IA Magnojet, para el control de malezas rastreras en barbecho químico y con herbicidas sistémicos (Massaro y otros, 2014).

En base a estos antecedentes se planteó la siguiente hipótesis de trabajo: pulverizando con boquillas MUG, la eficacia en el control de malezas en barbecho químico con herbicidas sistémicos es igual que con otras boquillas hidroneumáticas.

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo general fue evaluar la eficacia lograda con boquillas MUG y otras de aire inducido (marca Magnojet) en el control de malezas en barbecho químico con herbicidas foliares sistémicos.



## Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un lote en producción agrícola en el distrito Serodino (Sta. Fe, posición geográfica 32° 37' 04. 0" S 60° 54'). Se pulverizó el 27 de mayo de 2022 con un equipo automotriz y en la Tabla 1 pueden apreciarse los tratamientos. Se trabajó en macro parcelas del ancho del botalón (40 m) por el largo del lote (400 m), con altura del botalón de 80 cm. Todas las boquillas utilizadas eran nuevas de marca Magnojet y de caudal 02 (amarillas), con sistema de aire inducido, salvo la ST, ubicadas a 35 cm de distancia entre picos (Tabla 1).

Se aplicaron los herbicidas de la Tabla 2, destinados a controlar malezas de hoja ancha (en estado de rosetas) y gramíneas anuales.

Para determinar la calidad de las pulverizaciones se utilizaron tarjetas hidrosensibles marca SPRAYtec,

en 3 repeticiones de 4 tarjetas en cada línea, colocadas en posición horizontal y transversalmente a la dirección de avance del pulverizador. La lectura de la cobertura lograda (gotas/cm<sup>2</sup>) se realizó con lupas binoculares de 20X de aumento.

La eficacia de los tratamientos, en cuanto al control de las malezas, se realizó por observación visual con el método de evaluación en círculos, a los 35 y 68 días después de las aplicaciones (DDA), con repeticiones según cada posición de las tarjetas hidrosensibles.

Las condiciones meteorológicas al realizar las pulverizaciones en cada tratamiento se registraron con un termo-higro-anemómetro manual.

## Resultados y discusión

Las condiciones meteorológicas registradas durante las aplicaciones (Temperatura en °C, humedad relativa % y velocidad del viento en Km/hora) están en la Tabla 3. Utilizando los datos de temperatura y humedad relativa se calculó el índice Delta T. Según este índice, el ambiente meteorológico fue excelente, de baja evaporación para los diferentes tamaños de gotas utilizados (Delta T = 3). Esto indica que no hubo diferencia del ambiente meteorológico durante la realización de los tratamientos y, por lo tanto, efecto diferencial para alguno de ellos. Además, se aplicaron los datos obtenidos en el campo al cálculo con una fórmula integradora que utiliza temperatura, humedad relativa, viento y tamaño de las gotas (DVM) (Tablas 4a. y 4b.). La única diferencia detectada fue la vida media y la deriva de la boquilla ST: menor vida media y mayor deriva, resultado esperable para una boquilla hidráulica.

El resultado obtenido para cobertura (gotas/cm<sup>2</sup>) de cada tratamiento se muestra en la Tabla 5 y Figura 1. Aquí también se muestra una tarjeta representativa del promedio logrado. El tratamiento con la boquilla MUG a 60 litros/ha fue la de menor cobertura (12), aumentando la misma con 80 litros/ha (18). Estas coberturas eran esperables ya que la boquilla (según datos de la empresa Magnojet) no cambia tamaño de gotas. Por lo tanto, para aumentar la

cobertura se hace necesario incrementar el volumen pulverizado. Los otros tratamientos con AD-IA (30), CV-IA (20) y ST-IA (23) mostraron coberturas similares a las obtenidas en otros ensayos (Massaro y SPRAYtec, 2020). La ST abanico plano simple y sin aire inducido fue el tratamiento de mayor cobertura (48) pero de mayor deriva ya que es una boquilla hidráulica (Figura 1).

La población inicial de las malezas se muestra en la Figura 2. Había predominio de la especie *Conyza* spp. ("rama negra", 51 %), en estado de roseta, considerada una de las especies más difíciles para el control con herbicidas. La evaluación detallada se realizó sobre los individuos de esa especie, por su abundancia y acción lenta de los herbicidas sobre la misma.

El control logrado en cada tratamiento con la evaluación de mortalidad de las malezas fue del 100 % para todas las especies presentes, a excepción de "rama negra" en la primera visita al ensayo (35 DDA). En la Figura 3, se describe la mortalidad de "rama negra" a los 35 DDA y a los 68 DDA. La acción herbicida sobre "rama negra" se retrasó debido a las bajas temperaturas y –fundamentalmente- a la ausencia de precipitaciones registradas desde antes de las pulverizaciones (Figura 4). Sólo se produjeron 2 precipitaciones durante el período

del ensayo: 2 mm el 25-5 y 14 mm el 27-6 (a los 32 DDA), 3 días antes de la \*primera evaluación, lo que no resultó suficiente para acelerar la acción de los herbicidas en "rama negra". Además, por esta situación agronómica, las rosetas más grandes (10-12 cm de diámetro) eran las que mantenían sus hojas centrales verdes y se consideraron "vivas" (Figura 5). Esto indica que se necesita más tiempo para la

acción de los herbicidas, fenómeno comprobado en otros ensayos (Massaro y otros, 2014). Igualmente, el tamaño era el adecuado para el tratamiento postemergente.

Debido a esta situación, se realizó una última evaluación de control de la "rama negra" a los 68 días (Figura 3).

## Conclusiones

Los valores de mortalidad final logrados en las malezas presentes, incluyendo a la "rama negra", con las boquillas hidroneumáticas MUG (60 y 80 lt/ha) fueron iguales a las demás boquillas con aire inducido evaluadas en este ensayo a campo y a la ST.

La lentitud en la mortalidad de la especie "rama negra" se debió a las condiciones de marcada sequía en la región, situación señalada por numerosos especialistas en este sentido.

Teniendo en cuenta las características de la boquilla MUG (gotas UG), sería recomendable que la aplicación de herbicidas sistémicos en situación de barbecho químico se hiciera con volúmenes de pulverización superiores a los habituales con otras boquillas hidroneumáticas a campo (más de 60 litros/ha). También sería conveniente repetir esta experiencia para confirmar.

## Bibliografía

Massaro, R.A.; García, A.; Magnano, L. 2014. "Evaluación de técnicas de pulverización antideriva para el control de malezas en barbecho químico." Informe Preliminar, INTA EEA Oliveros, 4 pág.

Massaro, R.A. y García, A.V. 2021. "Cobertura mínima necesaria (gotas.cm<sup>-2</sup>) para aplicaciones terrestres eficaces." INTA EEA Oliveros, 5 pág.

SPRAYtec, Catálogo 2020. Componentes para pulverización agrícola. 108 Pág.

SPRAYtec, Catálogo 2022. Componentes para pulverización agrícola. 110 Pág.

Tadei, Carlos. 2022. Comunicación personal. Profesional de Magnojet, Brasil.

Wolf, Robert E. 2020. Revising the ASABE S 572 Droplet Standard and Its Practical Use. Biological and Agricultural Engineering, Kansas State, 42 pág.

## Agradecimientos

A la empresa SPRAYtec SRL y al contratista Alfredo Larese para la realización de este ensayo.

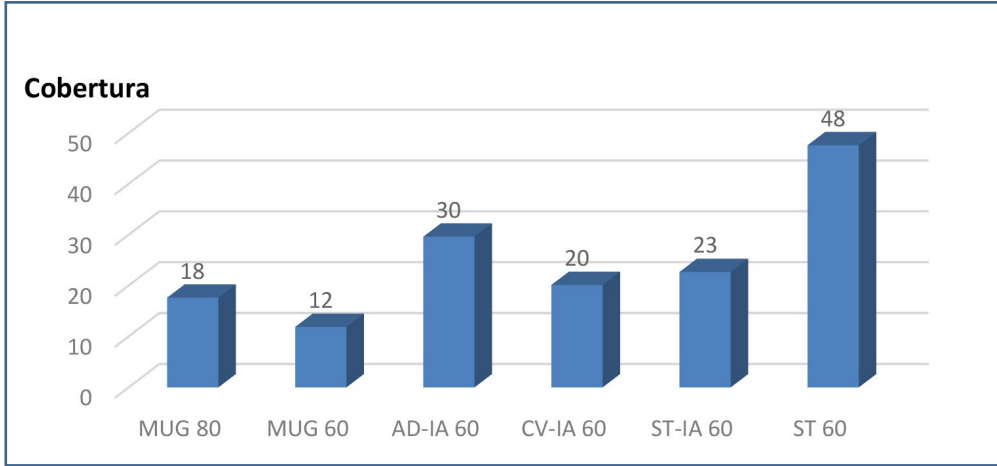


Figura 1. Coberturas logradas (N° gotas/cm²).

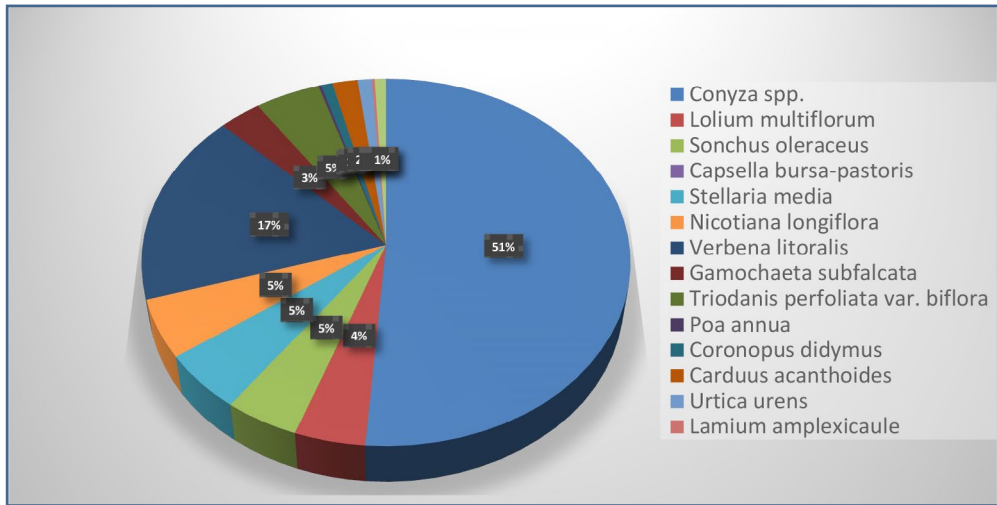


Figura 2. Población inicial de especies en el ensayo.

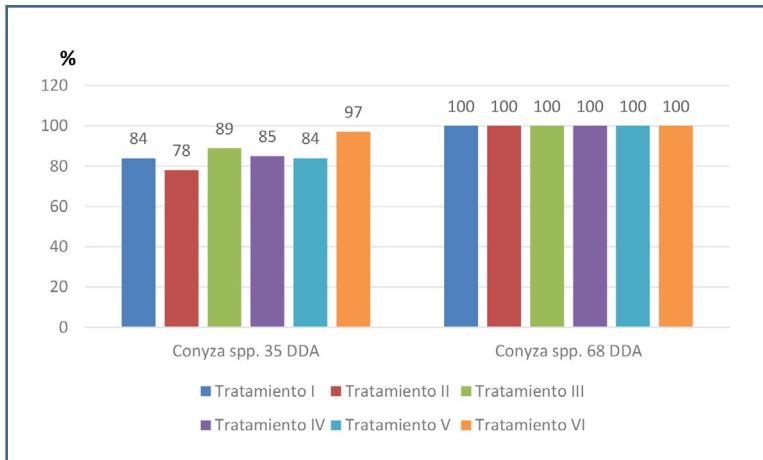


Figura 3. Mortalidad de Conyza spp.

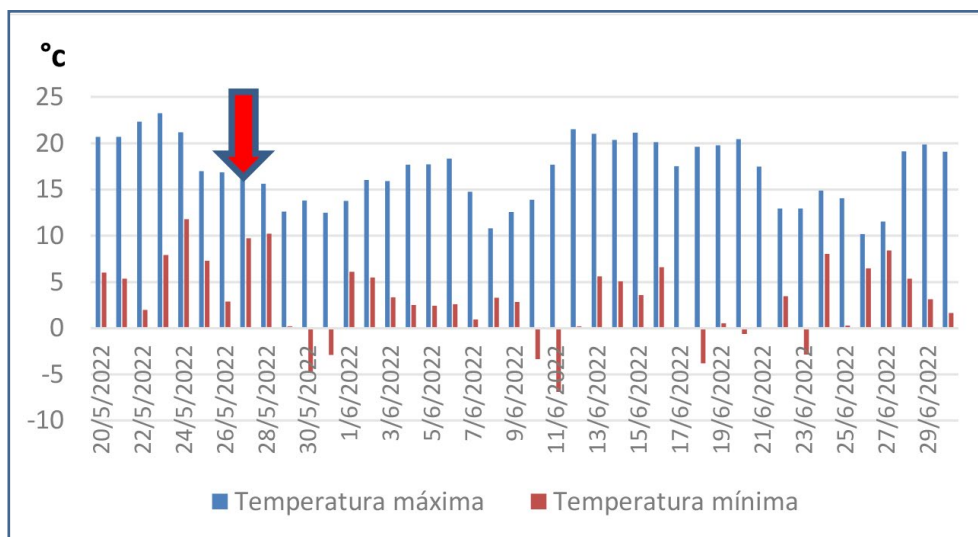
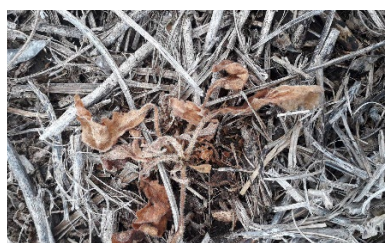


Figura 4. Evolución de la temperatura durante el ensayo.



Roseta de *Conyza spp.* muerta.



Roseta de *Conyza spp.* parcialmente viva.



Roseta de *Conyza spp.* muerta.

Fotos 1, 2 y 3: rosetas de *Conyza spp.* en diferentes estados en relación a la acción de los herbicidas.

Tabla 1: Tratamientos realizados.

TRATAMIENTO	BOQUILLA	PRESIÓN (BAR)	VELOCIDAD DE TRABAJO (KM/H)	VOLUMEN PULVERIZADO (LT/HA.)	DVM
I	MUG 11002(1)	3	18	80	UG
II	MUG11002(1)	3	24	60	UG
III	AD-IA 11002(1)	3	24	60	EG
IV	CV-IA 10002(2)	3	24	60	EG
V	ST-IA 14002(1)	3	24	60	EG
VI	ST 13502(3)	3	24	60	G

(1) BOQUILLAS ABANICO PLANO SIMPLE CON AIRE INDUCIDO.

(2) BOQUILLA CONO HUECO CON SISTEMA AIRE INDUCIDO.

(3) BOQUILLA ABANICO PLANO SIMPLE HIDRÁULICA.

Tabla 2: Herbicidas aplicados.

HERBICIDA	MODO DE ACCIÓN	FORMULACIONES	DOSIS PRODUCTO COMERCIAL
GLIFOSATO	SISTÉMICO FOLIAR	CONCENTRADO SOLUBLE. GLIFOSATO (SAL POTÁSICA DE LA N-FOSFORONOMETIL GLICINA 66,2 GR. EQUIVALENTE ACIDO: 54 GR. MARCA COMERCIAL: FIDEPLUS (AFA)	1,4 LT/HA.
2,4-D	SISTÉMICO FOLIAR	CONCENTRADO EMULSIONABLE. 2,4-D 102,5 GR. EQUIVALENTE EN ACIDO AL 2,4-D DICLOROFENOXI ACÉTICO 68% P/V. MARCA COMERCIAL: EFIMAX (AFA)	1 LT/HA.
CLETODIM	SISTÉMICO FOLIAR GRAMINICIDA	CONCENTRADO EMULSIONABLE. CLETHODIM 24 GR. MARCA COMERCIAL FIDEMAX (AFA)	0,8 LT/HA.
TERBUTILAZINA	SISTÉMICO PERSISTENTE DEL SUELO.	GRANULADO DISPERSABLE. TERBUTILAZINA 75 GR. MARCA COMERCIAL: TERBYNE.	1 KG/HA.
MSO SILICONADO	COADYUVANTE	CONCENTRADO EMULSIONABLE. ÉSTERES METÍLICOS DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE VEGETAL 75 GR. MARCA COMERCIAL: FIDEPLUS (AFA)	0,2 LT/HA.

Tabla 3: Ambiente meteorológico registrado durante las pulverizaciones.

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DELTA T	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/HORA)
I	16,3	68	3	6-7
II	15,9	68	3	4-8
III	15,8	68	3	5-9
IV	15,9	69	3	9-10
V	15,7	69	3	5-7
VI	15,4	70	3	5-7

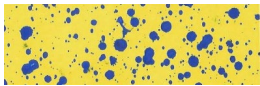





Tabla 4 A

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE TRABAJO (KM/H)	PRESIÓN (BAR)	PASTILLA	DISTANCIA ENTRE PICOS (CM)	ALTURA BOTALÓN (CM)	VOLUMEN PULVERIZADO (LT/HA)	DVM (M)	CLASIFICACIÓN ASABE
I	18	3	MUG 11002(1)	35	80	80	655	UG
II	24	3	MUG 11002(1)	35	80	60	655	UG
III	24	3	AD-IA 11002(1)	35	80	60	503-655	EG
IV	24	3	CV-IA 10002(2)	35	80	60	503-655	EG
V	24	3	ST-IA 14002(1)	35	80	60	503-655	EG
VI	24	3	ST 13502(1)	35	80	60	341-403	G

Tabla 4 B

VIENTO (KM/HORA)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TEMPERATURA (°C)	ΔT	VIDA MEDIA (SEG.)	DERIVA (M)	RIESGO DE EVAPORACIÓN	DERIVA POR VIENTO	RECOMENDACIÓN
6	68	16,3	3	1485	0,56	BAJO	BAJO	APLICAR
6	68	15,9	3	1485	0,56	BAJO	BAJO	APLICAR
7	68	15,8	3	1350	0,69	BAJO	BAJO	APLICAR
9	69	15,9	3	1166	0,88	BAJO	BAJO	APLICAR
6	69	15,7	3	1374	0,59	BAJO	BAJO	APLICAR
6	70	15,4	3	474	1,08	BAJO	BAJO	APLICAR

Tabla 5: Coberturas logradas en cada tratamiento.

TRATAMIENTO	BOQUILLA	PRESIÓN (BAR)	VOLUMEN PULVERIZADO (LT/HA.)	COBERTURA (GOTAS/CM²)	TARJETA MODELO
I	MUG	3	80	18	
II	MUG	3	60	12	
III	AD-IA	3	60	30	
IV	CV-IA	3	60	20	
V	ST-IA	3	60	23	
VI	ST	3	60	48	



# El tamaño de las gotas asperjadas en el control de malezas con herbicidas sistémicos y la deriva

**Autores:** Massaro, R.<sup>1</sup> y García, A.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Massaro, Rubén. Profesional Asociado, EEA Oliveros, INTA. Profesor Titular Posgrado Especialización en Protección Vegetal, Fac. Ciencias Agropecuarias, UCC. Matrícula Prof. CIASFE2, 82-2-1368. <sup>2</sup>García, Andrea. Profesional Grupo de Protección Vegetal-Malezas EEA Oliveros, INTA. Profesora Cátedra Terapéutica Vegetal, Fac. Ciencias Agrarias, UNR. Matrícula Prof. CIASFE2 82-2-1426.

**Palabras clave:** tamaño de las gotas, control de malezas, herbicidas sistémicos, deriva.

## Introducción

La determinación de la técnica de pulverización – con equipos terrestres- es un aspecto del control de plagas que exige la combinación o integración de diferentes variables:

1. La bioecología de la plaga a la cual está destinado el control.
2. El follaje que debe ser rociado con la pulverización.
3. El modo de acción de los productos que serán utilizados.
4. Las condiciones meteorológicas imperantes durante la aspersión.
5. La deriva que producirá el elemento atomizador que será utilizado.

Si vamos a trabajar en el control de malezas en situación de “barbecho químico” o pos emergencia temprana de cultivos, ya tenemos definido el tamaño y la posición de las plantas a controlar: expuestas sobre el suelo o “protegidas” en el interior del cultivo.

El modo de acción de los herbicidas podrá ser de contacto o de movilidad en las plantas con sistemía verdadera o parcial.

La selección del elemento atomizador (pastilla o boquilla), estará en función de nuestro conocimiento

del efecto de control del tamaño de las gotas y la deriva producida. Dicha relación fue evaluada en experimentos nacionales e internacionales.

Creech y otros (2016), evaluaron la eficacia en el control de siete especies vegetales (“patas de cordero” comunes, girasoles comunes, caña dulce, soja, tomate, “hoja de terciopelo” y maíz) con los herbicidas atrazina, cloransulam-metilo, dicamba, glufosinato, saflufenacil y 2,4-D, asperjando con diferentes tamaños de gotas. La eficacia fue –en general- mayor con gotas grandes (C) y extremadamente grandes (XC) que con gotas finas (F).

Abelino y otros (2013) no encontraron diferencias en el control de las malezas *Cynodon dactylon* y *Digitaria* spp. utilizando la boquilla AI11003VS, que tiene gotas más grandes, con respecto a la XR11003VS, aplicando glifosato y paraquat en forma separada.

También Feng y otros (2009), estudiaron el efecto del tamaño de las gotas sobre la retención, absorción y translocación del <sup>14</sup>C-glifosato en maíz resistente a ese herbicida. Utilizaron gotas gruesas, medianas y finas. Los resultados mostraron que las gotas grandes tienen una retención ligeramente reducida en el maíz, pero tienen una mayor absorción, lo que resulta en una mayor translocación del glifosato a los tejidos en crecimiento.



El objetivo de este trabajo es resumir los resultados logrados en experimentos que evaluaron las variables eficacia de control de malezas utilizando herbicidas sistémicos con diferentes tamaños de gotas y la consecuente deriva.

### Materiales y métodos

Se analizaron diferentes ensayos, de los que se extrajo la información volcada en la Tabla 1. El DVM indica la relación del tamaño de las gotas y la deriva según la norma vigente al momento de realizar cada trabajo.

Tabla 1: Descripción resumida de cada experimento analizado.

BIBLIOGRAFÍA	SITUACIÓN DE TRABAJO	MALEZAS	HERBICIDAS USADOS	PASTILLA UTILIZADA	VOLUMEN PULVERIZADO (LITROS/HA)	EFICACIA (% DE MORTALIDAD)	DVM DE LAS GOTAS Y N° PROMEDIO POR CM <sup>2</sup>
4	BARBECHO QUÍMICO	CONYZA BONARIENSIS	GLIFOSATO + FLUROXYPYR	AD-IA	40	90,4	VC-21
				AD-IA	40	94,2	C-31
				TT	60	92,5	C-45
5	BARBECHO QUÍMICO	CORONOPUS DIDYMUS	GLIFOSATO + PICLORAN	AI	75	93	XC-29
		CONYZA SUMATRENSIS		AI	75	97	XC-35
				AP	70	97	F-109
6	BARBECHO QUÍMICO	CONYZA BONARIENSIS	GLIFOSATO + 2,4-D	MUG	80	100	UG-18
				MUG	60	100	UG-12
				AD-IA	60	100	EG-30
				CV-IA	60	100	EG-20
				ST-IA	60	100	EG-23
				ST	60	100	C-48
3	POSEMERGENCIA EN SOJA	ECHINOCLQA COLONA	CLETODIM	AD-IA	60	100	C-55
				BD	60	100	M-76
7	POSEMERGENCIA EN SOJA	TRIGO ESPONTÁNEO	HALOXIFOP	AVI	70	92	C-50
				CH 100	70	88	C-70

### Conclusiones

Analizando la información publicada de los experimentos realizados en control de malezas, con diferentes herbicidas sistémicos y tamaños de gotas variables, se observa que no hubo disminución de la eficacia por utilizar gotas grandes (C), extremadamente grandes (XC) o ultra grandes (UG). Por el contrario, la eficacia fue la misma que con gotas finas (F) o medianas (M) con el gran beneficio en la reducción de la deriva y la consecuente minimización de los riesgos de daño al ambiente.

En la mayoría de los casos las gotas grandes fueron producidas con pastillas hidroneumáticas (asistidas por aire o aire inducido) de diferentes marcas; las gotas extremadamente grandes y ultra grandes fueron siempre con pastillas hidroneumáticas.

### Bibliografía

Abelino Pitty, Elvis Ernesto Barrios y Rommel Reconco. 2010. Boquillas de Abanico Plano de Amplio Espectro y por Aire Inducido en la Eficacia de Glifosato y Paraquat. Ceiba, Volumen 51(2):54-60.

Creech, C.F.; Moraes, J.G.; Henry, R.S.; Luck, J.D. y Kruger, G.R. 2016. The impact of spray droplets size on the officacy of 2,4-D, atrazine, chlorimuron-methyl, dicamba, glufosinate and saflufenacil. Weed technology 2016 30-573-586.

Kahl M., Massaro R., Behr E., García A. 2020. Evaluación de dos coadyuvantes en el control de Echinochloa colona (L.) en soja de primera con dos técnicas de pulverización terrestre. INTA EEA Oliveros, 8 pág.

Massaro, R.A., García, A. y Magnano, L. 2014. Evaluación de técnicas de pulverización antideriva

para el control de malezas en barbecho químico. INTA EEA Oliveros. Para Mejorar la Producción 52, pág. 147-150.

Massaro, R.; Kahl, M.; Behr, E. 2014. Aplicación de herbicidas con pastillas antideriva para el control de malezas en barbecho químico. INTA EEA Oliveros. Para Mejorar la Producción 52, pág. 133-137.

Massaro, R. y García, A. 2022. Validación de eficacia en el control de malezas en barbecho químico, aplicando herbicidas foliares sistémicos con boquillas hidroneumáticas. INTA EEA Oliveros, 6 pág.

Carrancio, L.; García, A.V.; Massaro, R.A.; Papa, J. C.; Vita Larrieu, E.; Kahl, M. 2020. Evaluación del desempeño de dos coadyuvantes con el herbicida haloxifop, con dos técnicas de pulverización terrestre, para control de malezas gramíneas anuales en postemergencia de soja. INTA EEA Oliveros, 4 pág.



# Elección integral de fitosanitarios: aspectos ecotoxicológicos y destino final del tóxico a considerar

**Autores:** Altube, M. V.<sup>1</sup>; Carrancio, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prof. Adj. Cátedra de Terapéutica Vegetal. Fac. de Cs. Agrarias. UNR;

<sup>2</sup>Prof. Titular Cátedra de Terapéutica Vegetal. Fac. de Cs. Agrarias. UNR - EEA INTA Oliveros

**Palabras clave:** fitosanitarios, ecotoxicología, destino final, impacto ambiental.

## Introducción

Los ecosistemas son sistemas complejos, en los cuales los elementos que los componen, por su estrecha relación, no son separables y por lo tanto no pueden ser estudiados aisladamente. Los elementos de un sistema complejo tienen determinación mutua (interdefinibilidad) (García, 2006).

Los ecosistemas pueden sufrir degradación ambiental, que es una perturbación manifestada por el agotamiento de los recursos naturales, que conlleva al deterioro del ecosistema y perjuicio de la vida silvestre (SEMARNAT, 2016).

La contaminación se da cuando se introduce materia o energía en el biotopo (cuerpos abióticos: aire, agua, suelo), que puede potencialmente perjudicar a la biocenosis (cuerpos bióticos, fauna, microorganismo, humanos). De tal forma que puede ser la causa de degradación ambiental, aunque no la única, también se da cuando se desmonta, por mal manejo del suelo o agua o por construcciones civiles entre otros.

Cuando consideramos a los fitosanitarios, la contaminación puede ser ingrediente activo, por impurezas que pueden ser de las materias primas o de reacciones químicas entre materias primas, de aditivos y/o de los auxiliares de la formulación.

A su vez pueden producirse efectos por las mezclas de contaminantes tales como:

- 1. Sumatoria:** los efectos individuales se adicionan. Ej: Cu y Zn.
- 2. Potenciación:** cuando una sustancia se encuentra en niveles tóxicos y la otra a una concentración muy por debajo del nivel al que induce toxicidad, pero incrementa la toxicidad de la primera.
- 3. Sinergismo:** ambas sustancias manifiestan efectos superiores a las mismas por separado.
- 4. Antagonismo:**
  - *Funcional:* las sustancias inducen efectos opuestos.
  - *Químico:* las sustancias reaccionan entre sí para dar un producto menos tóxico.
  - *Disposicional:* la interacción afecta la absorción, distribución, biotransformación y eliminación de las sustancias.
  - *Receptor:* cuando ambas sustancias compiten por el mismo receptor.

*Es muy importante para la elección del fitosanitario comprender su comportamiento tanto respecto a la plaga objetivo como en el ambiente.*

En tal sentido se requiere tener información sobre los aspectos toxicológicos, ecotoxicológicos y el destino final en los diferentes ambientes en los cuales van a ser aplicados.

La ecotoxicología es la ciencia que estudia los efectos de las sustancias químicas sobre la estructura y función de los ecosistemas, por lo tanto, la ecotoxicología abordaría a los efectos sobre comunidades y ecosistemas.

Los efectos ecotoxicológicos afectan a los bienes y servicios ecosistémicos (recursos o procesos de los ecosistemas naturales que benefician a los seres humanos). Implican la participación de los seres vivos en la formación de alimentos, purificación y reciclado de materiales, protección, generación de recursos naturales, etc., útiles para la conservación de la vida.

Para la evaluación y autorización de los fitosanitarios se requiere el aporte de información de estudios ecotoxicológicos sobre la flora y fauna natural. En tal sentido, se debe aportar información de los ensayos ecotoxicológicos sobre elementos de los distintos compartimentos hacia los cuales se puede desplazar un fitosanitario y considerar a los organismos representativos de dichos compartimentos.

La resolución de SENASA 350/1999 exige para el registro de fitosanitarios en Argentina la presentación de los siguientes estudios:

## Efectos sobre el medio abiótico

### 1 Comportamiento en el Suelo (TRES tipos de suelos).

- 1.1 • Tasa y vías de degradación (procesos, metabolitos, productos de degradación, absorción y desorción y movilidad de la sustancia activa y metabolitos, magnitud y naturaleza de los residuos).

### 2 Comportamiento en el Agua y en el Aire.

- 2.1 • Tasa y vías de degradación.
- 2.2 • Biodegradación.

## Efectos sobre el medio biótico

### 3 Efectos tóxicos sobre otras especies no mamíferas.

- 3.1 • Efectos sobre las Aves (en faisán, codorniz, pato silvestre u otra especie validada).
  - 3.1.1 • Toxicidad oral aguda (IA y PF).
  - 3.1.2 • Toxicidad a corto plazo: 8 días (IA y PF).
  - 3.1.3 • Efectos en la reproducción (IA).

### 4 Efectos sobre otros organismos distintos al objetivo.

- 4.1 • Toxicidad aguda para abejas: DL50 oral y por contacto (IA y PF).

### 5 Toxicidad aguda para artrópodos benéficos (ej.: predadores).

- 5.1 • Toxicidad para lombrices de tierra (Eisetia foetida u otra especie validada).
- 5.2 • Toxicidad para microorganismos del suelo (nitrificadores).

### 6 Efectos sobre Organismos Acuáticos.

Peces (trucha arco iris, carpas u otras especies validadas).

- 6.1 • Toxicidad aguda (IA y PF).
- 6.2 • Toxicidad crónica (IA).
- 6.3 • Efectos en la reproducción y tasa de crecimiento (IA).
- 6.4 • Bioacumulación (IA).

### Dafnias (pulga de agua):

- 6.5 • Toxicidad aguda (IA y PF).
- 6.6 • Estudios crónicos de 21 días (IA).
- 6.7 • Tasa de reproducción (IA).
- 6.8 • Ritmo de crecimiento (IA).
- 6.9 • Efectos sobre el crecimiento de las algas: CI50 (Selenastrum capricornutum u otra especie validada) (IA y PF).

IA: ingrediente activo grado técnico

PF: producto formulado

## Clasificación de ecotoxicidad en base a los resultados obtenidos de los estudios:

### 1 TOXICIDAD EN ORGANISMOS ACUÁTICOS:

Tabla 1: Clasificación de toxicidad sobre organismos acuáticos.

VALOR CL 50 (PPM)	CATEGORÍA
> 100	PRÁCTICAMENTE NO TÓXICO
10 - 100	LIGERAMENTE TÓXICO
1.0 - 10	MODERADAMENTE TÓXICO
0.1 - 1.0	MUY TÓXICO
< 0.1	EXTREMADAMENTE TÓXICO

### 2 TOXICIDAD EN AVES:

Tabla 2: Clasificación de toxicidad sobre aves.

VALOR CL 50 DIETARIA (PPM)	VALOR DL 50 ORAL DOSIS ÚNICA (MG/KG)	CATEGORÍA
> 5000	> 2000	PRÁCTICAMENTE NO TÓXICO
1001 - 5000	501 - 2000	LIGERAMENTE TÓXICO
501 - 1000	51 - 500	MODERADAMENTE TÓXICO
51 - 500	10 - 50	MUY TÓXICO
< 50	< 10	EXTREMADAMENTE TÓXICO

### 3 TOXICIDAD EN ABEJAS

Tabla 3: Clasificación de toxicidad sobre abejas

VALOR DL 50 (MG/ABEJA)	CATEGORÍA
< 1	ALTAMENTE TÓXICO
1 - 10	MODERADAMENTE TÓXICO
10 - 100	LIGERAMENTE TÓXICO
> 100	VIRTUALMENTE NO TÓXICO

## Bioconcentración o Bioacumulación

Es el proceso por el cual los organismos pueden absorber y concentrar sustancias del medio que los rodea. Ocurren cuando un organismo absorbe una cantidad de sustancia mayor a la que puede eliminar y por ello se acumula dentro de su cuerpo, en tejidos de reservas. En estos tejidos la acción bioquímica es muy poca por lo que no son degradados ni despididos por mucho tiempo. Si en un momento dado son liberados al torrente sanguíneo, dependiendo de la cantidad, pueden llegar a causar intoxicaciones.

La bioconcentración se expresa como (FBC - Factor de Bio Concentración) y depende de las características lipofílicas (Kow) del fitosanitario, así como del contenido de lípidos del organismo. El aumento de la lipofilia conduce a una propensión a

la bio-acumulación y/o bio- concentración.

La bioconcentración puede medirse directamente a través de la relación entre la concentración de la sustancia en un organismo y la concentración de esta en el ambiente.

Coefficiente de partición octanol/agua (Ko/w)

El coeficiente de partición octanol-agua, es la medida de cómo una sustancia química puede distribuirse entre dos solventes inmiscibles, por un lado, el agua, que es un solvente polar, y por el otro octanol, que es un solvente relativamente no polar, que estaría representando a los lípidos. Se utiliza como indicador de bioacumulación en estudios de destino ambiental y para valores grandes (> 4).

### $Ko/w = C_{octanol} / C_{agua}$

donde:

$C =$  la concentración molar

$pKo/w = -\log_{10} Ko/w$

Tabla 4: Valores de referencia del Coeficiente de partición octanol/agua.

KO/W (LOG P)	< 2,7 = BAJA BIO-ACUMULACIÓN
	2,7 – 3 = MODERADA
	> 3,0 = ALTA

Tabla 5: Características de fitosanitarios según el Kow.

KO/W > 5	KO/W < 1
ACUMULACIÓN EN GRASA DE ANIMALES	MOVIMIENTO EN AGUAS (SUPERFICIALES, ACUÍFEROS) Y AIRE.
LA VÍA DE EXPOSICIÓN PUEDE SER POR LA CADENA ALIMENTICIA	VÍA DE EXPOSICIÓN PUEDE SER LA INHALACIÓN.
FIJACIÓN A MATERIA ORGÁNICA, SEDIMENTOS Y BIOTA	

Tabla 6: Ko/w de diferentes fitosanitarios.

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	KO/W (PH 7, 20 °C, LOG P)	POTENCIAL DE BIOACUMULACIÓN	SUSTANCIA	KO/W (PH 7, 20 °C, LOG P)	POTENCIAL DE BIOACUMULACIÓN
GLIFOSATO	-6,28	BAJA	ATRAZINA	2,7	MODERADA
METSULFURON METIL	-1,87	BAJA	CLORANTRANILIPROLE	2,86	MODERADA
DICAMBA	-1,8	BAJA	DIURON	2,87	MODERADA
MCPA	-0,81	BAJA	CLOROTALONIL	2,94	MODERADA
DINOTEFURAN	-0,549	BAJA	BOSCALID	2,96	MODERADA
TIAMETOXAM	-0,13	BAJA	METOLACLOR	3,05	ALTA
HALOXIFOP_P	0,27	BAJA	CIPROCONAZOLE	3,09	ALTA
IMIDACLOPRID	0,57	BAJA	TEBUCONAZOLE	3,7	ALTA
NICOSULFURON	0,61	BAJA	PROPICONAZOLE	3,72	ALTA
DIMETOATO	0,75	BAJA	METOXIFENOZIDE	3,72	ALTA
ACETAMIPRID	0,8	BAJA	FIPRONIL	3,75	ALTA
CARBENDAZIM	1,48	BAJA	SPINOSINA	4,3	ALTA
METALAXYL-M	1,71	BAJA	LAMBDAHALOTRINA	5,5	ALTA
PROTIOCONAZOLE	2	BAJA	CIPERMETRINA	5,55	ALTA
AZOXISTROBIN	2,5	BAJA	BIFENTRIN	6,6	ALTA
CAPTAN	2,5	BAJA	SPIROTETRAMAT	2,51	BAJA

La Bioconcentración puede estimarse también a través del Factor de Bioconcentración:

$$FBC = \frac{\text{concentración de la sustancia en un organismo}}{\text{concentración de la sustancia en el ambiente}}$$

Tabla 7: Valores de referencia del FBC.

FBC	< 100 = BAJO POTENCIAL
	5000 – 100 = UMBRAL DE PREOCUPACIÓN
	> 5000 – ALTO POTENCIAL

### Biomagnificación

Es un proceso de acumulación de un tóxico, a través de la cadena trófica.

El tóxico se presenta en baja concentración en la presa y en mayor proporción a medida que se asciende en dicha cadena.

Esto puede ser a consecuencia de:

- Mayor persistencia de la sustancia.
- Bioenergética de una cadena trófica.
- Baja tasa de degradación interna/excreción de la sustancia.

*El Ko/w es un indicador muy importante, a partir del mismo se puede tener información sobre la solubilidad del producto en diferentes solventes, modo de acción sobre las plagas (ej. Ingreso en el insecto), movimiento en la planta (ej. sistemía), bioacumulación, biomagnificación, etc.*

### Destino final de fitosanitarios en el ambiente.

Para entender cómo se comporta un fitosanitario en el ambiente se necesita conocer cierta información sobre las propiedades fisicoquímicas de la molécula y su mecanismo de transporte, así como las características ambientales y la geografía del lugar en el que se encuentra.

Las características fisicoquímicas de los fitosanitarios influyen en la forma en que se mueven los mismos en el ambiente, desde la fuente emisora hasta los puntos donde existe exposición para el ser humano o biota.

El transporte ambiental involucra los movimientos de gases, líquidos y partículas sólidas dentro de un medio determinado y a través de las interfaces entre el aire, el agua, sedimento, suelo, plantas y animales.

Cuando el fitosanitario se encuentra en el ambiente puede estar en la fase líquida en la que se encuentra disponible para ser degradado química, física o microbiológicamente a otros compuestos; o puede ser transportado por el agua hacia horizontes más profundos u horizontalmente. En la fase sólida puede estar retenido por los coloides orgánicos (materia orgánica) e inorgánicos (arcillas) y puede migrar transportado por el agua, por erosión hídrica, o transportado por el aire, por erosión eólica. En la fase gaseosa los fitosanitarios pueden ser incorporados a la atmósfera cuando se volatilizan desde el suelo o desde el agua que se encuentra en el suelo.



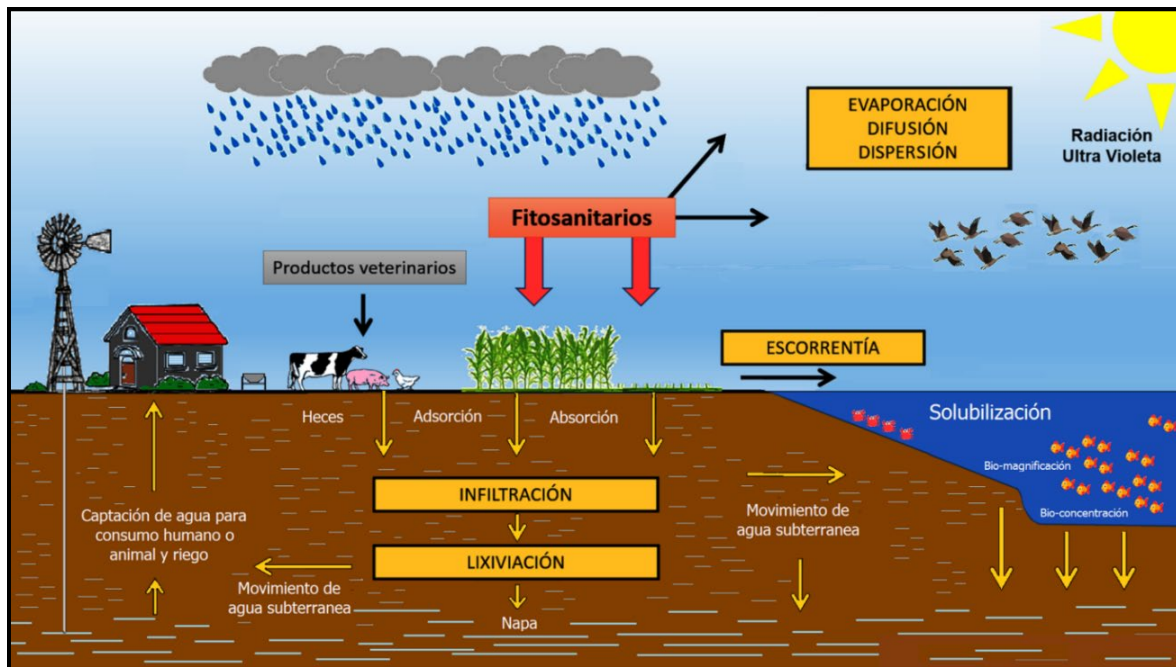


Figura 1: Adaptado de Huerga, I.R. y Vera Candioti, J. 2015.

### Destino final de fitosanitarios en el aire

El movimiento de fitosanitarios en el aire puede darse por volatilización, difusión o dispersión:

**Difusión gaseosa:** distribución gradual de un gas o vapor en el seno de otro. Las moléculas de una sustancia se esparcen por la región ocupada por otras moléculas, colisionando y moviéndose aleatoriamente. Es un proceso muy rápido y en todas direcciones según el gradiente de concentración.

#### Características de la difusión:

- Un gas tiende a difundirse libremente hacia todas las direcciones.
- En mezcla de gases los mismos se comportan como si estuvieran solos ocupando todo el volumen posible.
- En mezcla de gases la misma tiende a homogenizarse
- En mezcla de gases las presiones de vapor de cada uno son independientes.

**Dispersión:** movimiento de partículas en una dirección determinada en forma concentrada, impulsadas por una fuerza externa, que puede ser el viento, por ejemplo. Las partículas luego se mezclan y diluyen en otra masa de partículas, generalmente de mayor volumen.

**Volatilización:** medida de la capacidad de una sustancia líquida de pasar a la fase gaseosa a una presión y temperatura determinadas.

Se denomina estado gaseoso al estado de agregación de la materia en el cual las moléculas interaccionan débilmente, tendiendo a separarse. Cuando una sustancia en este estado puede pasar al estado líquido con pequeños cambios de temperatura y/o presión, se denomina vapor. Cuando la sustancia requiere de cambios más importantes de temperatura y/o presión para licuarse, se habla de gas.

Los fitosanitarios en estado gaseoso son vapores salvo el bromuro de metilo, fosforo de aluminio y de magnesio.

La volatilización del fitosanitario se puede dar desde el aire, suelo, agua o desde el órgano vegetal y el ritmo de volatilización dependerá de características del ambiente como la temperatura, presión, humedad relativa y viento, y de características del fitosanitarios como el tipo de formulación y la presión de vapor.

**Presión de vapor:** es la presión a la que la fase líquida y vapor se encuentran en equilibrio dinámico

a una temperatura dada. Depende de las fuerzas intermoleculares entre moléculas, cuanto más débiles sean estas fuerzas, mayor será la tasa de evaporación y mayor será la presión de vapor.

La presión de vapor es una medida de volatilidad de una sustancia química en estado puro y es un determinante importante de la velocidad de

volatilización al aire. La presión de vapor se incrementa con la temperatura y disminuye cuando disminuye la temperatura. La relación entre la variación de estas variables es específica de cada ingrediente activo, por ejemplo, el endosulfán aumenta en gran medida su evaporación con la temperatura, el clorpirifós lo hace poco.

*Conocer esta variable resulta de suma importancia al considerar el posible riesgo de exoderiva por la volatilización del fitosanitario y su transporte por el viento a objetivos no deseados.*

**Tabla 8: Valores de referencia de la presión vapor.**

<b>PRESIÓN VAPOR A 25°C (MPA)</b>	$< 1 \times 10^{-6} = \text{NO VOLÁTIL}$
	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6} = \text{MODERADAMENTE VOLÁTIL}$
	$> 1 \times 10^{-4} = \text{VOLÁTIL}$

**Tabla 9: presión de vapor de diferentes fitosanitarios.**

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	PRESIÓN DE VAPOR A 20 °C (MPA)	SUSTANCIA	PRESIÓN DE VAPOR A 20°C (MPA)
CLORANTRANILIPROLE	0,00000006	2,4 D SAL	0,007
AZOXISTROBIN	0,00000011	ACETAMIPRID	0,01
IMIDACLOPRID	0,0000004	GLIFOSATO	0,0131
PROTIOCONAZOLE	0,00000074	METOXIFENOZIDE	0,0133
METSULFURON METIL	0,000001	BIFENTRIN	0,0178
SPIROTETRAMAT	0,0000056	CIPROCONAZOLE	0,026
TIAMETOXAM	0,0000066	ATRAZINA	0,039
LAMBDAHALOTRINA	0,0002	PROPICONAZOLE	0,056
BOSCALID	0,00072	CLOROTALONIL	0,076
DIURON	0,00115	CARBENDAZIM	0,09
TEBUCONAZOLE	0,0013	MCPA	0,4
DINOTEFURAN	0,0017	CAPTAN	0,41
FIPRONIL	0,002	2,4 D EHE	0,48
HALOXIFOP_P	0,004	DICAMBA	1,67
NICOSULFURON	0,006	METOLACLOR	1,7
CIPERMETRINA	0,00678	METALAXYL-M	3,3

**Constante de Henry:** mide la solubilidad de un gas en un líquido. Describe la tendencia de un fitosanitario a volatilizarse del agua o suelo saturado. Un valor alto en la ley de Henry, indica que un fitosanitario tiene un potencial elevado para volatilizarse del suelo húmedo; un valor bajo predice un mayor potencial de lixiviación. Se calcula en base a la presión de vapor y la solubilidad.

**Ley de Henry(\*):**

$$K_h = \frac{\text{presión de vapor} \times \text{peso molecular}}{\text{solubilidad en agua}}$$

Tabla 10: Valores de referencia de la Constante de Henry.

KH (20°C)	> 2,5 X 10 <sup>-5</sup> = VOLÁTIL
	2,5 X 10 <sup>-7</sup> – 2,5 X 10 <sup>-5</sup> = MODERADAMENTE VOLÁTIL
	< 2,5 X 10 <sup>-7</sup> = NO VOLÁTIL

Tabla 11: constante de Henry de diferentes fitosanitarios.

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	KH (25 °C) (PA M <sup>3</sup> MOL <sup>-1</sup> )	SUSTANCIA	KH (25 °C) (PA M <sup>3</sup> MOL <sup>-1</sup> )
IMIDACLOPRID	1,7X10 <sup>-10</sup>	CIPROCONAZOLE	5.00X10 <sup>-05</sup>
TIAMETOXAM	4.70X10 <sup>-10</sup>	DICAMBA	5.06X10 <sup>-05</sup>
CLORANTRANILIPROLE	3.2X10 <sup>-09</sup>	BOSCALID	5.18X10 <sup>-05</sup>
HALOXIFOP_P	5.10X10 <sup>-09</sup>	BIFENTRIN	7.74X10 <sup>-05</sup>
AZOXISTROBIN	7.40X10 <sup>-09</sup>	PROPICONAZOLE	9.20X10 <sup>-05</sup>
DINOTEFURAN	8.7X10 <sup>-09</sup>	ATRAZINA	1.50X10 <sup>-04</sup>
PROTIOCONAZOLE	1.1X10 <sup>-08</sup>	METOXIFENOZIDE	1.64X10 <sup>-04</sup>
GLIFOSATO	2.210X10 <sup>-08</sup>	NICOSULFURON	1.7X10 <sup>-04</sup>
ACETAMIPRID	5.30X10 <sup>-08</sup>	FIPRONIL	2.31X10 <sup>-04</sup>
SPIROTETRAMAT	6.99X10 <sup>-08</sup>	CAPTAN	3.00X10 <sup>-04</sup>
DIMETOATO	1.42X10 <sup>-06</sup>	METOLAFLOR	2.40X10 <sup>-03</sup>
DIURON	2.00X10 <sup>-06</sup>	CARBENDAZIM	3.60X10 <sup>-03</sup>
METSULFURON METIL	2.87X10 <sup>-06</sup>	LAMBDAHALOTRINA	2.00X10 <sup>-02</sup>
TEBUCONAZOLE	1.00X10 <sup>-05</sup>	CLOROTALONIL	2.50X10 <sup>-02</sup>
MCPA	1.460X10 <sup>-05</sup>	CHLORPIRIFOS-METIL	0.235
METALAXYL-M	3.50X10 <sup>-05</sup>	CIPERMETRINA	0,31

## Destino final de fitosanitarios en el suelo y en el agua

El movimiento de los fitosanitarios en el suelo dependerá de la adsorción, absorción y solubilidad y se dará a través de los procesos de escurrimiento, percolación y lixiviación.

La adsorción se da cuando los átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de un material. Se produce acumulación en una superficie interfacial (entre dos fases). En los procesos de adsorción se forma una película líquida o gaseosa en la superficie de un cuerpo sólido o líquido.

Para ser atrapadas por las cargas eléctricas las sustancias deben estar ionizadas al pH de la solución del suelo. Cuanto más bajo sea el pH del suelo respecto al pKa del fitosanitario, éste se encontrará más ionizado y será más adsorbido.

Cuando se trata de un fitosanitario soluble el mismo puede ser adsorbido y por lo tanto eliminado del agua en que se encontraba solubilizado.

La absorción se da cuando una sustancia se introduce en la estructura de otra, llamada absorbente. Es un fenómeno físico en el cual una sustancia ocupa un determinado volumen dentro de un cuerpo que lo contiene libremente.

Hay absorción cuando el fitosanitario líquido se ubica en los microporos del suelo o del rastrojo y hay adsorción cuando ese fitosanitario queda retenido por las cargas de las arcillas del suelo o de la materia orgánica.

El escurrimiento superficial de fitosanitarios se puede dar por las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración. Dependerán de la intensidad y duración de la precipitación, de la permeabilidad del suelo, la vegetación, la extensión de la cuenca hidrográfica, la profundidad del nivel freático, la pendiente del suelo y del riego.

El escurrimiento puede darse hacia zonas más bajas del lote o hacia aguas superficiales (ríos, arroyos, canales, zanjas, cunetas, lagos, lagunas, bañados, bajos encharcados).

Cuando se produce lixiviación el líquido pasa a través del sólido produciendo la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

Por ejemplo, un fitosanitario que quedó en el suelo puede disolverse o suspenderse en agua y ser arrastrado hacia la napa.

*El grado de movilidad de los fitosanitarios estará entonces determinado por la solubilidad en agua del fitosanitario, el grado de ionización (pKa), el coeficiente de reparto entre la fase sólida (suelo) y la fase líquida (agua) (Kd), y del coeficiente de carbono orgánico entre la materia orgánica y el agua (Koc).*

## Solubilidad en agua

Es la capacidad del fitosanitario para disolverse en el agua; normalmente se expresa como la concentración de la solución saturada que está en equilibrio con un exceso de soluto. Este equilibrio depende del balance entre las fuerzas de unión entre las moléculas en el sólido y la capacidad de solvatación de cada disolvente.

*Cuanto mayor es la solubilidad en agua de un fitosanitario mayor es la cantidad del mismo que puede ser transportado en disolución, determinando su movilidad y potencial de contaminación de napas subterráneas.*

La mayoría de los fitosanitarios son sustancias de bajo peso molecular y poco solubles en agua, a su vez, son más solubles los iónicos que los no iónicos y más los catiónicos que los aniónicos.

Tabla 12: Valores de referencia de la solubilidad en agua.

<b>SOLUBILIDAD EN AGUA (MG/L)</b>	≤ 50 = BAJA
	50 - 500 = MODERADA
	> 500 = ALTA

La forma química en que se presenta la molécula hará que la solubilidad del fitosanitario sea distinta, por ejemplo el 2,4-d:

- forma ácida: 519 mg/l
- forma sal sódica: 1.800 mg/l
- forma dimetilamonio: 3.000.000 mg/l

El glifosato como ácido posee una solubilidad en agua de 15.700 mg/l (25°C; pH 7), en su forma de sales de 900.000 g/l.

En la mayoría de los casos la solubilidad es directamente proporcional a la temperatura, pero en la mayoría de los herbicidas hay poca variación de solubilidad entre 10 y 30°C (Otto et al., 2001).

**Tabla 13: Solubilidad en agua de diferentes fitosanitarios.**  
Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	SOLUBILIDAD EN AGUA A 20 °C (MG L <sup>-1</sup> )	SUSTANCIA	SOLUBILIDAD EN AGUA A 20 °C (MG L <sup>-1</sup> )
BIFENTHRIN	0,00	TEBUCONAZOLE	36,00
LAMBDAHALOTRINA	0,01	TIACLOPRID	184,00
CIPERMETRINA	0,01	HALOXYFOP_P	375,00
CHLOROTHALONIL	0,81	IMIDACLOPRID	610,00
CHLORANTRANILIPROLE	0,88	METSULFURON-METHYL	2.790,00
CHLORPYRIFOS	1,05	ACETAMIPRID	2.950,00
PYRACLOSTROBIN	1,90	TIAMETOXAM	4.100,00
CHLORPYRIFOS-METHYL	2,74	NICOSULFURON	7.500,00
METHOXYFENOZIDE	3,30	DIMETOATE	25.900,00
FIPRONIL	3,78	METALAXYL-M	26.000,00
AZOXYSTROBIN	6,70	DINOTEFURAN	39.830,00
CARBENDAZIM	8,00	GLYPHOSATE	100.000,00
ATRAZINE	35,00	DICAMBA	250.000,00
DIURON	35,60	MCPA	250.000,00

**Coefficiente de partición de carbono orgánico (Koc)**

El coeficiente de partición Koc se define como la razón entre la concentración de fitosanitario adherido a las partículas de suelo y la que se encuentran en la fase de solución, es decir, disuelto en el agua del suelo.

$$Koc = \frac{(\mu g \text{ fitosanitario } / g \text{ Mat.Org.})}{(\mu g \text{ fitosanitario } / g \text{ agua})}$$

Así, para una cantidad determinada de fitosanitario, cuanto menor sea el valor de Koc, mayor será la concentración de este en la solución. Es más probable que se lixivien en las aguas subterráneas los fitosanitarios con un valor bajo de Koc que los que tienen un valor alto.

Debido a la gran variedad de valores se utiliza el logaritmo de Koc. La movilidad de los compuestos en el suelo se clasifica según se muestra a continuación:

Tabla 14: Valores de referencia de Koc.

Koc (ml g-1)	< 15 = Muy móvil
	15 - 75 = Móvil
	75 - 500 = Moderadamente Móvil
	500 - 4.000 = Poco móvil
	> 4.000 = No móvil

Tabla 15: Koc para distintos activos.

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	KOC	SUSTANCIA	KOC
FLONICAMID	1,60	CLOROTALONIL	2.632,00
METOLACHLOR ETHANE SULFONIC ACID	9,00	FIPRONIL SULFONE	4.209,00
CAPTAN THPI	9,20	CLORPIRIFOS-METIL	4.645,00
DINOTEFURAN	26,00	CLORPIRIFOS	5.509,00
NICOSULFURON	30,00	PIRACLOSTROBIN	9.304,00
MCPA	73,88	DIELDRIN	12.000,00
ATRAZINE	100,00	SPINETORAM	22.836,00
CAPTAN	200,00	BIFENTHRIN	236.610,00
ACETAMIPRID	200,00	LAMBDAHALOTRINA	283.707,00
CLORANTRANILIPROLE	362,00	CIPERMETRINA	307.558,00
AZOXYSTROBIN	589,00	EMAMECTINA	377.000,00
GLIFOSATO	1.424,00	DELTAMETRINA	10.240.000,00

### Constante de disociación (pKa)

La constante pKa se utiliza como un indicador del potencial de un compuesto para formar iones en agua. Muchos productos químicos son permanentemente iónicos y otros cambian el estado iónico al variar el pH del medio en el que se encuentren (suelo o agua). Conocer el estado iónico del producto brinda información sobre su movilidad y persistencia en el medio ambiente.

Como se mencionó con anterioridad, los fitosanitarios para ser atrapados por las cargas eléctricas deben estar ionizados al pH de la solución del suelo y cuanto más bajo sea el pH del suelo respecto al pKa del fitosanitario, éste se encontrará más ionizado y será más adsorbido.

Según sea la composición del suelo el potencial de adsorción será diferente, cuando la materia orgánica y el contenido de arcilla sean mayores la adsorción será mayor.

**Tabla 16: pKa para diferentes ingredientes activos.**  
 Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.  
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	PKA A 25 °C	SUSTANCIA	PKA A 25 °C
ACETAMIPRID	0,7	GLIFOSATO	2,34
DICAMBA	1,87	MCPA	3,73
CLORANTRANILIPROLE	10,88	METSULFURON METIL	3,75
PROPICONAZOLE	1,09	CARBENDAZIM	4,2
ATRAZINA	1,7	HALOXIFOP_P	4,27
SPIROTETRAMAT	10,7	NICOSULFURON	4,78
METOXIFENOZIDE	12,2	TEBUCONAZOLE	5,0
DINOTEFURAN	12,6	PROTIOCONAZOLE	6,9

### Coefficiente de reparto/adsorción (Kd).

Es el cociente entre las concentraciones de una sustancia en dos fases que son inmiscibles. Puede utilizarse para determinar la capacidad de adsorción por la fracción sólida del suelo (arcillas y materia orgánica) y estima la movilidad en la solución intersticial.

La presencia en el suelo de minerales arcillosos afecta al transporte de los fitosanitarios por la alta capacidad de adsorción que estos presentan. La sustitución de Si<sup>4+</sup> por Al<sup>3+</sup> y de Al<sup>3+</sup> por Mg<sup>2+</sup> produce una deficiencia en cargas positivas. Esta tiende a ser compensada por adsorción de cationes (capacidad de intercambio iónico), mayor o menor según las sustituciones realizadas.

- La montmorillonita produce pocas sustituciones de Si<sup>4+</sup> por Al<sup>3+</sup> en las capas tetraédricas, pero son numerosas las de Al<sup>3+</sup> por Mg<sup>2+</sup> en las capas octaédricas, lo que le proporciona una capacidad de intercambio iónico alta (80 a 140 meq/100 gr).
- En la caolinita la sustitución de SiO<sub>4</sub> por Al<sup>3+</sup> es pequeña, por lo que su capacidad de intercambio iónico es baja (1 a 10 meq/100 gr),
- La illita se encuentra en una situación intermedia.

La adsorción depende del radio y de la carga de los iones a adsorber.

Tabla 17: Capacidad de intercambio de minerales del suelo.

Mineral	Capacidad de intercambio (Meq/100g)	Superficie (m <sup>2</sup> /g)
Óxidos e hidróxidos	2 a 6	100 a 800
Caolinita	3 a 15	7 a 30
Ilita	10 a 40	65 a 100
Montmorillonita	80 a 150	600 a 800
Vermiculita	100 a 150	600 a 800

Tabla 18: Kd de algunos ingredientes activos.

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

SUSTANCIA	KD	SUSTANCIA	KD
CAPTAN	0,15	CLOROTHALONIL	42,99
DIFLUFENICAN	0,22	CLORPYRIFOS	126,6
SPIROTETRAMAT-ENOL	0,702	DIFLUFENICAN	134,3
HALOXYFOP_P	0,79	PIRACLOSTROBIN	160,0
SPIROTETRAMAT-KETO-HYDROXY	1,07	GLIFOSATO	209,4
MCPA	1,6	BIFENTRIN	3.567,0
CLORANTRANILIPROLE	3,18	LAMBDA-CYHALOTHRIN	3.709,0
SPIROTETRAMAT	4,39	ESFENVALERATE	4.075,0
AZOXYSTROBIN	8,93	CIPERMETRINA	5.435,0

### Índice GUS

Es un indicador del potencial químico de lixiviación de un pesticida hacia aguas subterráneas. Tiene en cuenta la vida media de la sustancia en el suelo en días y el Koc. Se lo calcula mediante el uso de la siguiente

**Fórmula:  $GUS = \log DT50(*) (4 - \log Koc)$**

(\*) DT50: vida media, hasta que la sustancia se reduce a la mitad.

Tabla 19: Valores de referencia del índice GUS.

Índice GUS	> 2.8 = Alta lixiviación
	2.8 - 1.8 = Estado transición
	< 1.8 = Baja lixiviación



**Tabla 20: Índice GUS para algunos ingredientes activos.**  
 Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.  
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

Sustancia	GUS	Sustancia	GUS
Bifentrin	-2,66	Dimetoato	2,18
Cipermetrina	-1,99	Carbendazim	2,21
Spirotetramat	-0,24	Metolaclor	2,36
Protioconazole	-0,07	Haloxifop_P	2,41
Chlorpirifos-metil	0,08	Atrazina	2,57
Glifosato	0,29	Metalaxyl-M	2,64
Acetamiprid	0,94	Nicosulfuron	2,94
Captan	0,97	Metoxifenozide	3,00
Propiconazole	1,58	Ciproconazole	3,04
Tebuconazole	1,86	Azoxistrobin	3,10
Dicamba	1,94	MCPA	3,13
Diuron	2,65	Metsulfuron metil	3,28
Boscalid	2,68	Clorantranilprole	3,51
Clorotalonil	1,12	Tiametoxam	3,58
Fipronil	2,06	Imidacloprid	3,69
Lambdacihalotrina	-2,09	Dinotefuran	4,85

### Degradación de fitosanitarios en agua y suelo

La degradación de los fitosanitarios puede darse por fotólisis, oxidación, reducción (h), hidrólisis (partición del agua en grupos hidroxilos), isomerización (cambio en el orden espacial de los átomos) o conjugación (adición de la molécula de otra sustancia), por lo que misma depende tanto de las características del fitosanitario como del ambiente en el que se encuentre.

### Vida media en suelo (DT50 Suelo)

Representa el tiempo requerido para que el 50% del fitosanitario original aplicado se descomponga en otros productos. Se mide usualmente en laboratorio, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y oscuridad.

En condiciones de campo, la temperatura del suelo, el contenido de humedad, el contenido de materia orgánica y el pH cambian constantemente, lo cual influye en gran medida, en la tasa de degradación. Por lo tanto, y al igual que la mayoría de los índices de comportamiento ambiental, los valores de vida media deberían considerarse como orientativos.

Tabla 21: Valores de referencia de DT<sub>50</sub> Suelo.

DT <sub>50</sub> SUELO (DÍAS)	< 30 = Rápido
	30 - 100 = Moderadamente rápido
	100 - 365 = Lento
	> 365 = Estable

Tabla 22: DT<sub>50</sub> para algunos ingredientes activos.

Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

Sustancia	Degradación en suelo (DT50 TÍPICA)	Sustancia	Degradación en suelo (DT50 TÍPICA)
Spirotetramat	0,19	Bifenthrin	26,0
Trifloxystrobin	0,34	Nicosulfuron	26,0
Captan	0,8	Carbendazim	40,0
Acetamiprid	1,6	Piraclostrobin	41,9
Quizalofop	2,0	Tiametoxam	50,0
Dimethoate	2,5	Deltametrina	58,2
Spirotetramat-enol	2,6	Atrazine	75,0
Clorotalonil	3,53	Azoxystrobin	78,0
Spirotetramat-keto-hydroxy	5,3	Dinotefuran	82,0
Metalaxyl-M	6,5	Diflufenican	94,5
Metribuzin	7,03	Fipronil	142,0
Dicamba	9,62	Diuron	146,6
Metsulfuron-metil	10,0	Lambdacialotrina	175,0
Captan	10,0	Imidacloprid	191,0
MCPA	12,07	Metoxifenozone	456,0
Glifosato	16,11	Boscalid	484,4
Flumioxazin	21,9	Clothianidin	545,0
Cipermetrina	22,1	Clorantraniliprole	597
Haloxyfop_P	23,9	Lindane *	980

### Vida media en agua (DT50 Agua)

El fitosanitario presente en la solución del suelo puede degradarse mediante un proceso fisicoquímico denominado hidrólisis, proceso en el cual un compuesto se escinde por contacto con el agua, sufriendo una reacción química en la que una parte de la molécula de la sustancia que reacciona

es reemplazada por un grupo OH. La acidez del ambiente (pH) influye considerablemente en este proceso.

El DT50 agua se puede expresar de igual manera que el DT50 Suelo, es decir, mediante la vida media del producto (días) en la solución del suelo.

Tabla 23: Valores de referencia de DT Agua.

DT <sub>50</sub> AGUA (DÍAS)	< 30 = Rápido
	30 - 100 = Moderadamente rápido
	100 - 365 = Lento
	> 365 = Estable

Tabla 24: DT<sub>50</sub> en agua para distintos ingredientes activos.  
Fuente: PPDB: Pesticide Properties DataBase. U. Hertfordshire.

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>

Sustancia	Sedimentación en agua DT <sub>50</sub> (DÍAS)	Sustancia	Sedimentación en agua DT <sub>50</sub> (DÍAS)
Haloxifop_P	0,1	Carbendazim	33,7
Carfentrazone-etil	0,21	Chlorpyrifos	36,5
Flumioxazin	0,4	Dimethomorph	38,0
Clorotalonil	0,57	Thiametoxam	40,0
Folpet	0,61	Dicamba	41,0
Famoxadone	0,7	Nicosulfuron	41,5
Spirotetramat	0,78	Fipronil	68,0
Captan	1,0	Atrazine	80,0
Quizalofop	1,51	Imidacloprid	129,0
Chlorpirifos-metil	14,0	Bifentrin	161,0
Lambda-cialotrina	15,1	Clorantraniliprole	170,0
Dimetoate	15,5	Azoxystrobin	205,0
Cipermetrina	17,0	Metoxifenozide	208,6
MCPA	17,0	Metsulfuron-metil	224,3
Glifosato	20,8	Tebuconazole	365,0
Metalaxil-M	32,1	Difenoconazole	1.053,

### Humedad, pH y temperatura del suelo

Un aumento de la humedad del suelo implica un aumento de la sustancia disuelta y del agua libre, por ende, la lixiviación será mayor.

Con pH muy alto o bajo, la constante de adsorción es menor, por lo tanto, el fitosanitario se liberará en la solución del suelo y la lixiviación será mayor.

En estado iónico los fitosanitarios son más solubles y por lo tanto la lixiviación será mayor.

El pH posee mayor influencia cuando son ácidos débiles (ej. sulfonilureas o herbicidas hormonales).

A mayor temperatura, mayor solubilidad y por lo tanto mayor lixiviación.

Aunque también a mayor temperatura habrá mayor evaporación, que implicaría menor lixiviación.

*Fitosanitario por ambiente: por lo mencionado hasta aquí queda claro que la elección del fitosanitario a utilizar no solo depende de la plaga a controlar y del cultivo, sino también a sus características fisicoquímicas y ecotoxicológicas y del ambiente en el cual se aplicará*

## Impacto ambiental de fitosanitarios

Las consecuencias del impacto ambiental de los fitosanitarios pueden ser monitoreadas y ponderadas para tomar medidas de mitigación o se puede trabajar con indicadores e índices que nos permitan predecir y prevenir esas consecuencias. La primera estrategia es más exacta, más costosa y llega en forma tardía, dado que mitiga, pero no previene.

*En cambio, planificando los sistemas de producción mediante indicadores e índices, de forma sencilla podemos prevenir, aunque los datos no tengan una alta precisión por la complejidad que implica estimar comportamientos en sistemas ecológicos complejos.*

*Ambos planteos pueden también ser utilizados de forma complementaria.*

Los indicadores son atributos, mediciones, cualitativas o cuantitativas, objetivas y replicables, de características individuales de los componentes de un sistema en estudio. Con los indicadores se puede crear un índice que permite mediante escalas creadas hacer una clasificación. Los índices tienen en cuenta criterios de valoración, precaución y percepción del peligro.

El índice describe una situación compleja de forma sencilla, sintetiza la información de los indicadores.

## Índices de impacto ambiental:

### IIRamb (Riesgo de Contaminación Ambiental por Plaguicidas)

(<https://www.fca.unl.edu.ar/tictambo/web/index.php/modltox/select>)

M.C. Arregui, D.E. Sánchez, D.A. Grenón (Facultad de Agronomía – Esperanza – UNL)

Se trata de un software que brinda indicadores de riesgo de contaminación ambiental por fitosanitarios.

Se basa en IPEST (Girardin et al., 1999), que es un índice que contempla las propiedades de los fitosanitarios, las características del sitio donde se emplean y las formas de uso.

Utiliza para el análisis un sistema de lógica difusa.

Los datos que utiliza para la generación del índice son:

- Presencia: dosis y unidades tóxicas.
- Contaminación agua superficial: vida media, toxicidad acuática, deriva, riesgo de escurrimiento, posición de aplicación.
- Contaminación agua subterránea (GUS): toxicidad hombre, riesgo lixiviación, posición de aplicación.
- Contaminación del aire: vida media, volatilidad, toxicidad hombre, posición de aplicación
- Posición relativa sitio tratado – aplicación.

### RIPEST (Riesgo de pesticidas)

(Ferraro et. al., 2003. Facultad de Agronomía – UBA)

Es un enfoque basado en el riesgo que vincula la toxicidad de distintos pesticidas (herbicidas, insecticidas o fungicidas) con sus dosis empleadas para estimar un valor de riesgo ambiental.

### **$DL50 \text{ insectos (Tins)} + DL50 \text{ mamíferos (Tmam)} = P^*$**

También estima el riesgo mediante lógica difusa.

El enfoque de análisis utiliza el atributo toxicidad del fitosanitario, medido en Unidades de toxicidad (UT). El valor de UT indica la toxicidad de cada sustancia para dos grupos de organismos: insectos y mamíferos. El valor de UT para cada compuesto se basa en la DL50 aguda para insectos y mamíferos:

$$UT_{mi} = D_i / DL50_{i \text{ rat}}$$

$$UT_{ii} = D_i / LD50_{i \text{ bee}}$$

donde:

**$UT_{mi}$  = unidades tóxicas para mamíferos**

**$UT_{ii}$  = unidades tóxicas para insectos,**

**$D_i$  = dosis aplicada (gr. de producto formulado/ha)**

**$DL50_{i \text{ rat}}$  es la dosis letal aguda oral 50 para ratas (mg/k)**

**$DL50_{i \text{ bee}}$  es la dosis letal aguda de contacto para abejas ( $\mu\text{g}$  /abeja)**

**EIQ (índice de impacto ambiental)**

(Kovach et al,1992. Universidad de Cornell)

<https://nysipm.cornell.edu/eiq/calculator-field-use-eiq/>

El índice de impacto ambiental surge de la siguiente ecuación:

$$EIQ = (C[(DT \times 5) + (DT \times P)] + (C \times [(S+P) / 2] \times SY) + (L) + (F \times R) + (D \times [(S + P) / 2] \times 3) + (Z \times P \times 3) + (B \times P \times 5))/3$$

donde:

**C= Toxicidad crónica**

**DT= Toxicidad dermal**

**P= Vida media de residuos en superficie de la planta**

**S= Vida media de residuos en el suelo**

**SY= Sistemática**

**L= Potencial de lixiviación**

**F= Toxicidad en peces**

**R= Potencial de escorrentía**

**D= Toxicidad en aves**

**Z= Toxicidad en abejas**

**B= Toxicidad en artrópodos benéfico**

***EIQ de Campo = EIQ x concentración del Ingrediente Activo x Dosis***

Valores EIQ de referencia:

*Tabla 25: Valores de referencia para los valores de EIQ Campo*

Valor	Color	Interpretación
< 5	Verde	Muy bajo
≥5 ≤ 25	Verde	Bajo
>25 ≤ 45	Amarillo	Medio
> 45	Rojo	Alto

Tabla 26: Valores de EIQ para distintos ingredientes activos.

Ingrediente activo	(trabajador agrícola + consumidor+ecológico)/3	Ingrediente activo	(trabajador agrícola+ consumidor+ecológico)/3
	EIQ		EIQ
Sulfentrazone	11,73	flumioxazin	23,97
fosetyl-aluminium	12,00	fomesafen	24,46
Pyroxasulfone	12,33	acephate	24,88
Metalaxyl	13,17	dicamba	25,33
bacillus thuringiensis	13,33	mancozeb	25,72
spinosad	14,38	emamectin benzoate	26,28
glyphosate	15,33	boscalid	26,44
2,4-d ethyl ester	15,33	sulfosate	26,67
captan	15,77	lactofen	26,67
pirimicarb	16,00	azoxystrobin	26,92
clethodim	17,00	spinetoram	27,78
mcpa	17,06	deltamethrin	28,38
chlorantraniliprole	18,34	acetamiprid	28,73
carboxin	18,71	thiram	29,28
sulfoxaflor	18,83	trifloxystrobin	29,78
trifluralin	18,83	haloxyfop-p	30
chlorimuron-ethyl	19,20	thiacloprid	31,33
imazethapyr	19,57	clothianidin	32,06
acetochlor	19,86	methoxyfenozide	32,08
sulfometuron-methyl	19,87	copper hydroxide	33,20
glufosinate-ammonium	20,20	thiamethoxam	33,30
halofenozide	20,29	abamectin	34,68
Glyphosate-isopropylamine	20,75	spirotetramat	35,29
imazapic	21,20	cypermethrin	36,35
difenoconazole	22,00	imidacloprid	36,71
methomyl	22,00	chlorothalonil	37,42
metolachlor	22,00	cyproconazole	38,03
methiocarb	22,08	lambda-cyhalothrin	44,17
quizalofop-p-ethyl	22,14	bifenthrin	44,35
dinotefuran	22,26	carbendazim	50,50
saflufenacil	22,29	Isocycloseram	79,00
carbaryl	22,73	malathion	23,83
thiodicarb	23,33		

## Conclusiones

Como se indica en el título, la selección de fitosanitarios debe ser un proceso integral que considere múltiples factores. Esto implica evaluar no solo la normativa vigente y las características de la plaga y el cultivo, sino también el entorno circundante, incluyendo áreas sensibles y zonas de amortiguamiento. Además, se deben considerar las propiedades fisicoquímicas de los productos, su comportamiento en el ambiente y sus potenciales impactos toxicológicos y ecotoxicológicos.

El concepto de "fitosanitario por ambiente" pretende destacar este aspecto de integración de variables agronómicas, fisicoquímicas, toxicológicas y ambientales, de modo de utilizar los productos con el objetivo, no solo de alcanzar la mayor eficacia de control sobre la plaga, sino fundamentalmente el de disminuir al máximo su impacto sobre los seres y objetos "no blancos" y el ecosistema en general.

La implementación de programas de evaluación de impacto ambiental constituye una herramienta de gran utilidad tanto para evaluar las aplicaciones

de fitosanitarios realizadas como para predecir los posibles efectos de futuras aplicaciones. Estos programas, al enfocarse en aspectos específicos, ofrecen una amplia gama de opciones que pueden adaptarse a diferentes necesidades y escenarios, permitiendo una toma de decisiones más adecuada y definida, como ser tomar medidas preventivas y seleccionar estrategias de manejo más sostenibles. La amplia gama de programas disponibles ofrece una valiosa herramienta para la planificación y gestión de actividades agrícolas.

A continuación, se presentan a modo de resumen, algunos de los temas y características de los fitosanitarios desarrolladas y su implicancia agronómica, de forma tal que puedan ser tenidas en cuenta en el momento de seleccionar el fitosanitario más adecuado según las condiciones específicas de cada cultivo y ambiente.



**Tabla 27: Implicancia agronómica del conocimiento de las características de los fitosanitarios.**

Aspecto	Implicancia agronómica
Toxicidad en organismos acuáticos	Determina la posibilidad de aplicar fitosanitarios cerca de cursos de agua (arroyos, ríos, lagunas, canales, etc.) con el fin de minimizar los riesgos para la fauna acuática.
Toxicidad en aves	Determina la posibilidad de aplicar fitosanitarios cerca de establecimientos de producción de aves (pollos, huevos, etc.) o de presencia de aves silvestres.
Toxicidad en abejas	Determina la posibilidad de aplicar fitosanitarios cerca de apiarios y en momentos de presencia de abejas en los cultivos.
Coefficiente de partición octanol/agua (Kow)	Es importante para conocer el balance lipo/hidrosoluble que determina el movimiento del fitosanitario en la planta y en el medio, incluso la posibilidad de acumularse en tejidos de reserva de los animales, bioacumularse o biomagnificarse.
Presión vapor	Indica la posibilidad de generar deriva por evaporación, la misma se puede manifestar en el momento de la aplicación de los fitosanitarios o en los días posteriores. Conocer esta variable resulta de suma importancia al considerar el posible riesgo de exoderiva por la volatilización y deriva secundaria del plaguicida y su transporte por el viento.
Constante de Henry	Un valor alto indica que un plaguicida tiene un potencial elevado para volatilizarse del suelo húmedo; un valor muy bajo predice un mayor potencial de lixiviación del plaguicida.
Solubilidad en agua	Influye en la posibilidad de ser arrastrado por el agua, ya sea en procesos de lixiviación o escurrimiento.
Constante de disociación (pKa)	Indica el grado de ionización del fitosanitario, influyendo en su solubilidad, vida media y movilidad dentro de la planta.
Coefficiente de partición de carbono orgánico (Koc)	Muestra el potencial de lixiviación del fitosanitario dado que indica la posibilidad de quedar adsorbido en la materia orgánica del suelo.
Coefficiente de reparto/adsorción (Kd)	Muestra el potencial de lixiviación del fitosanitario dado que indica la posibilidad de quedar adsorbido en los coloides del suelo.
Índice GUS	Indica el potencial de lixiviación del fitosanitario en conjunto con el tipo de suelo, la altura de la napa, las condiciones meteorológicas, lotes encharcables, la cobertura del suelo, etc.
Vida media en suelo (DT <sub>50</sub> Suelo)	Junto con la solubilidad determinan la posibilidad de lixiviar, o generar efectos negativos por sobrevivencia en el suelo.
Vida media en agua (DT <sub>50</sub> Agua)	Junto con la solubilidad determinan la posibilidad de lixiviar, o generar efectos negativos por sobrevivencia en el agua, ya sea en cursos al aire libre como en napas.
IIRamb (Riesgo de Contaminación Ambiental por Plaguicidas) RIPEST (Riesgo de pesticidas) EIQ (índice de impacto ambiental)	Programas que miden diferentes aspectos del impacto ambiental. Con ellos se pueden seleccionar fitosanitarios a utilizar, analizar fitosanitarios utilizados y relacionarlos con efectos encontrados, predecir posibles impactos.

## Bibliografía

APARICIO, V. et. al., (2015) Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente.

ARREGUI M, SÁNCHEZ D., GRENÓN D. Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales del centro de Santa Fe.

<http://www.scielo.org.ar/img/revistas/fave/v12n1/html/v12n1a02.htm> Consulta realizada agosto 2024.

CARRIQUIRIBORDE, P. Capítulo 4. Bases sobre los efectos tóxicos inducidos por los contaminantes. Facultad de Ciencias exactas, UNLP.

FERRARO ET. AL., (2003). Evaluation of environmental impact indicators using fuzzy logic to assess the mixed cropping systems of the Inland Pampa, Argentina. *Agric. Ecosys. & Environ.*, 96: 1-18.

FAO. <http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S08.htm> Consulta realizada agosto 2024.

GARCÍA, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. ISBN: 94-9784-164-6.

GIRARDIN, P.; C. BOCKSTALLER & H.V. DER WERF. 1999. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *J. Sust. Agric.* 13: 5-21..

KOVACH J.; C. PETZOLDT; J. DEGNI & J. TETTE. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139: 1-8..

OTTO, S.; FINIZIO, A. Y VIGHI, M., 2001. Principioali caratteristiche chimico-fisiche, partitivo, tossicologiche ed ecotossicologiche degli erbicida (Parte V - Capitolio 3). En: *Malerbología*. Editado por Catizone, P. y Zanin, G. Patrón Editarmineral. Bolonia (Italia). 925 págs.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES [SEMARNAT]. (2026) Informe de la Situación Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde, Edición 2015.

SENASA (1999). "Resolución 350799: Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina.

UNIVRSITY OF HERTFORDSHIRE. PPDB: Pesticide Properties Data Base. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/> consulta realizada agosto 2024.

UNIVRSITY OF HERTFORDSHIRE. PPDB: Pesticide Properties Data Base

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/index.htm>. Consulta realizada agosto 2024.





# Valor --- agregado

# Evaluación de la composición y producción de concentrados proteicos de diferentes variedades de arveja amarillas y verdes (*Pisum sativum* L.)

**Autores:** Cecilia Accoroni<sup>1,3</sup>, María A Espósito<sup>1,2</sup>, Luciana Magnano<sup>1</sup>, Angeles Guraya<sup>2,3</sup>, Ezequiel Godoy<sup>4</sup>, María A Reinheimer<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>EEA Oliveros, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta Nac. 11 Km 353 2266

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

<sup>3</sup>Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Facultad de Química, Argentina

<sup>4</sup>Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Rosario, Argentina

**Palabras clave:** aislados proteicos, *Pisum Sativum* L., variedades, rendimiento de producto.

## Resumen

El aumento constante en los últimos años de la población mundial provocó la búsqueda de fuentes proteicas vegetales alternativas a las proteínas animales. La arveja es una excelente alternativa, en su formato de concentrados y aislados proteicos, como ingredientes en la industria alimentaria, garantizando una alimentación suficiente y sostenible para vegetarianos, veganos y celíacos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la potencialidad comercial de una variedad comercial y dos variedades precomerciales del programa de mejoramiento INTA-FCA UNR (Primogénita, B320 y B313, respectivamente) en comparación con seis variedades comerciales, (Reussite, Viper, Kingfisher, Aragorn, Meadow y Astronauta) contemplando la composición de las harinas crudas y la solubilidad de las proteínas.

Se encontró que el contenido proteico fue superior en los tres años de evaluación para Primogénita, Viper (ambas de semilla verde) y B320, Reussite y Meadow (de semillas amarillas). Además, que tanto el contenido proteico como solubilidad resultaron ser superiores en las harinas crudas provenientes de variedades verdes, lo cual facilita la disponibilidad de proteínas totales a ser extraídas durante la

producción de aislados/concentrados proteicos. Respecto a la solubilidad, se observan valores superiores a 65 % indicando disponibilidad de proteínas extraíbles por no sufrir desnaturalización durante su acopio y molienda. Se detectaron valores de actividad ureásica inferiores a 0,300. Esto indica que no es necesario aplicar tratamiento térmico además de una posible disminución de la proteína soluble.

Para rendimiento de proteína, Primogénita tuvo los mayores rendimientos (>50%) en los tres años. Esta variedad resulta ser promisoría para la producción de concentrados/aislados proteicos ya que tiene un mayor contenido de proteína y disponibilidad para ser extraídas con un alto rendimiento de producto. Estos resultados abonan al programa en pro de obtener variedades con buen comportamiento agronómico y producción de concentrados proteicos potenciando el agregado de valor en la industria alimenticia.

## Introducción

El aumento constante de la población mundial en los últimos años ha fomentado la búsqueda de fuentes proteicas vegetales alternativos a las proteínas animales (Guo et al., 2022; Mession et al., 2017). Históricamente, la proteína de soja representa la principal fuente de proteína vegetal debido a su alto contenido proteico en comparación con el resto de las fuentes vegetales. No obstante, las legumbres como porotos, lentejas, garbanzos y arvejas vuelven lentamente al foco de la investigación por su interesante contenido proteico (Rosa-Sibakov et al., 2016). Particularmente, la arveja ha presentado gran interés respecto a la utilización de sus concentrados y aislados proteicos como ingredientes innovadores para la industria alimentaria. Garantizando una alimentación suficiente y sostenible para los vegetarianos, veganos y celíacos ya que son también ricas en almidón, vitaminas y minerales (Reinkensmeier et al., 2015).

Desde el punto de vista del mejoramiento genético de arveja, los principales objetivos históricos han sido mejorar el rendimiento y el buen comportamiento agronómico de los cultivos. No obstante, en Argentina, además de las variables históricas, se están considerando variables como el contenido proteico en semillas, el rendimiento de extracción proteica durante la producción de aislados proteicos y las propiedades funcionales de los productos obtenidos; dado que estas características son relevantes en la industria de alimentos (Tulbek, et al., 2017; García Arteaga et al, 2021). La composición media de la arveja contiene cantidades de proteína en torno al 20 – 35%, bajas cantidades de grasa 0,5 – 4,0%, y altas cantidades de almidón 30 – 48% (Vidal-Valverde et al., 2003; Nikolopoulou et al., 2007; Al-Karaki et al., 2001). Dichas variaciones son consecuencia tanto del genotipo como de los factores ambientales. Esta fracción proteica se compone, principalmente, de proteínas de almacenamiento o globulinas, que representan el 65 – 80 % de la proteína total (Barac et al., 2010). Respecto a la calidad proteica tienen niveles más altos de lisina, pero carecen de aminoácidos azufrados como cisteína, metionina y triptófano (Akharume et al., 2021, Gruber et al., 2005).

Además de su uso como semilla, uno de los usos más frecuentes lo constituyen las harinas de arvejas para la producción de concentrados y aislados proteicos. Es por ello que, para determinar la potencialidad de valorización de las mismas para la producción de productos proteicos, resulta indispensable conocer la cantidad y calidad de las proteínas. El parámetro por considerar para el posterior procesamiento de harinas y avance industrial de la cadena de agregado de valor, es la solubilidad de proteínas en solución de hidróxido de potasio. Esto permite evaluar el daño de la proteína sufrido en las etapas de almacenamiento y molienda. Asimismo, otorga una estimación de cuán disponible están las proteínas para su posterior extracción y cuáles serán los rendimientos de producción de productos proteicos. Las proteínas de arvejas se utilizan como concentrados (40-80% de proteína) y aislados (>80% de proteína) en la industria alimentaria. Diferentes estudios han encontrado que dependiendo del cultivar y del método de extracción, la solubilidad de la proteína y la capacidad emulsionante y espumante se veían significativamente afectadas (García Arteaga et al, 2021).

Sumado a esto, existen trabajos internacionales sobre evaluación de cultivares y sus respectivos productos proteicos. Por tal motivo, en los últimos años se evalúan las arvejas desarrolladas en un Programa de Mejoramiento de este cultivo entre la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCA UNR) y el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA). Su objetivo es desarrollar nuevas variedades de buen comportamiento agronómico y calidad industrial.

En este contexto, este estudio pretende evaluar la potencialidad comercial de una variedad comercial y dos variedades pre comerciales desarrollados por INTA y la FCA UNR en comparación con seis variedades disponibles en el mercado, para producir concentrados proteicos. Para ello, se ha contemplado la evaluación de la composición de las harinas crudas y el comportamiento de solubilidad de las proteínas, dado que constituye un parámetro importante previo a la producción de aislados proteicos.

## Materiales y métodos

Para este estudio fueron consideradas nueve (9) variedades de arvejas, sembradas en el mismo campo experimental de la EEA INTA Oliveros y evaluadas durante las campañas: 2019, 2020 y 2021. De estas variedades, dos son pre-comerciales: B320 y B313. Ambas de color de cotiledón amarillo y una variedad comercial: Primogénita FCA-INTA, de color de cotiledón verde y han sido desarrolladas por INTA y la FCA UNR. Las restantes seis variedades comerciales: Viper, Kingfisher y Aragorn (color de cotiledón verde), y Astronatute, Reussite y Meadow (amarillas). El ensayo comparativo de rendimiento ha sido sembrado en cada campaña en un lote de la EEA INTA Oliveros (31° 34' 01''S- 60° 52' 35''W), sobre un suelo Argiudol típico, serie Maciel, en un diseño en bloques completamente aleatorizado en tres repeticiones. Se controlaron durante el ciclo del cultivo, la aparición de malezas, plagas y/o enfermedades. La cosecha se efectuó con cosechadora experimental.

## Caracterización de harinas

En el laboratorio, una muestra de las semillas de cada una de las repeticiones de las variedades cosechadas fue molida y tamizada resultando una harina de tamaño de partícula igual a 250 µm. Luego, fueron caracterizadas fisicoquímicamente las composiciones de las harinas mediante las siguientes determinaciones analíticas de métodos normalizados por triplicado: IRAM 15852-1; contenido de nitrógeno total y proteína bruta Modificado, IRAM 15850-1; humedad, IRAM 15851; fibra bruta; IRAM 1551, cenizas, IRAM 5614; proteínas solubles en hidróxido de potasio e IRAM 5608; actividad ureásica. Almidón se determinó por diferencia.

## Preparación de aislados de proteína de arveja

Los aislados se elaboraron con harinas crudas de arvejas cosechadas 2019, 2020 y 2021 siguiendo la metodología de Stone et al. (2015). En primer lugar, se limpiaron y descascararon los granos. A continuación, fueron molidas en un molino de cuchillas de 200 g (Dalvo) y homogeneizado el tamaño de partícula 250<x< 500 µm con tamices (ASTM N° 35 y 60).

Para la producción de aislado proteico de arveja se utilizó el método de extracción alcalina-precipitado isoeléctrico (AE-IP) que se realizó utilizando 100 g de harina de arveja dispersada en agua (1:15, p/v), ajustada a pH 9,50 con NaOH 1,0 M, y agitada a 500 rpm durante 1 h a temperatura ambiente (21-23 °C). La mezcla se centrifugó a 4500 × g (Giumelli Z-29) durante 20 min a 4 °C. Se recogió el sobrenadante, se ajustó a pH 4,50 utilizando HCl 1,0 N y se centrifugó de nuevo a 4500 × g durante 20 min a 4 °C. Se recogió la fracción proteica y se almacenó a -30 °C. La liofilización se realizó utilizando un liofilizador (Operon F5) a -91°C durante 48 hs. Las mismas determinaciones analíticas nombradas anteriormente, se aplicaron al producto liofilizado.

Para determinar los rendimientos de producción y recuperación de proteínas de las variedades analizadas se realizaron los siguientes cálculos:

### Rendimiento másico de producto (%)

$$= \frac{(\text{gramos de producto seco obtenido} \times 100)}{(\text{gramos de harina iniciales})} \quad (1)$$

### Rendimiento de proteínas (%)

$$= \frac{(\text{gramos de proteínas del producto final} \times 100)}{(\text{gramos de proteínas de harina inicial})} \quad (2)$$

## Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados mediante análisis de estadística descriptiva a través del programa estadístico Infostat (Di Renzo et al., 2011).

## Resultados

En la Tabla 1 se muestran los valores medios y los desvíos estándares de la caracterización de las harinas, así como de los resultados de los rendimientos de producto, extracción de proteínas y contenido proteico de los concentrados obtenidos para las nueve (9) variedades estudiadas durante los tres años.

Respecto a la caracterización de las harinas se puede observar que los valores medios de las variedades fueron 22,07–27 % (bs) proteínas, 0,64–1,06 % (bs) materia grasa, 44,2–48,24 % (bs) almidón, 6,47–8,17 % (bs) fibra soluble, 2,49–3,21 % Cenizas, 71,00–90,74% proteína soluble, 0,003 – 0,260 de actividad ureásica.

Las variedades verdes; Primogénita y Viper, y las amarillas; B320, Reussite y Meadow, se destacan por poseer un contenido proteico superior a 24% (bs) en los tres períodos evaluados, tal como se puede observar en la Figura 1. Esto demuestra una estabilidad proteica sostenida año tras año.

Respecto a la solubilidad, se observan valores superiores a 65% lo cual indicaría una disponibilidad de proteínas extraíbles debido a que no han sufrido desnaturalización proteica durante su acopio y molienda. Sumado a ello, se han detectado valores de actividad ureásica inferiores a 0,300. Si bien no existen referencias bibliográficas al respecto para arvejas, en el caso de la soja, el valor máximo admitido es de 0,300 de diferencia de pH en harinas. Este valor es importante porque evita la necesidad de aplicar un tratamiento térmico y posible disminución de la proteína soluble.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de dispersión del contenido proteico de las harinas crudas respecto de su valor de proteína soluble. Este último parámetro, nos indica la disponibilidad de proteínas

que podrían ser extraídas durante la producción de aislados proteicos. Se observó un comportamiento diferente de las arvejas verdes respecto a las amarillas, siendo el R2 de arvejas amarillas igual a 0,49 mientras que el R2 de arvejas verdes fue de 0,59.

En la Figura 3, se muestran los valores de rendimiento de proteína y contenido proteico medio de los productos obtenidos. El rendimiento de extracción de Primogénita se mantuvo en los tres años por encima del 50%, es decir, que se lograron extraer más del 50% de las proteínas que estaban inicialmente en la harina cruda, seguida por Kingfisher y Astronauta que lo lograron en dos de los tres años evaluados.

Los contenidos proteicos de los productos obtenidos estuvieron dentro del rango de 66,89 % (bs) para Meadow y 74,27 % (bs) para Reussite. Según la normativa internacional, se consideran concentrados proteicos a partir de 40% de proteínas y aislados a partir de 80%, es por ello, que en este caso los productos obtenidos en este estudio se clasificarían como concentrados proteicos.

Por último, al evaluar los rendimientos máxicos de producto a partir de las diferentes harinas al aplicar la misma metodología, hemos obtenido valores de entre 13,53 a 20,84%, para Viper y Primogénita respectivamente.

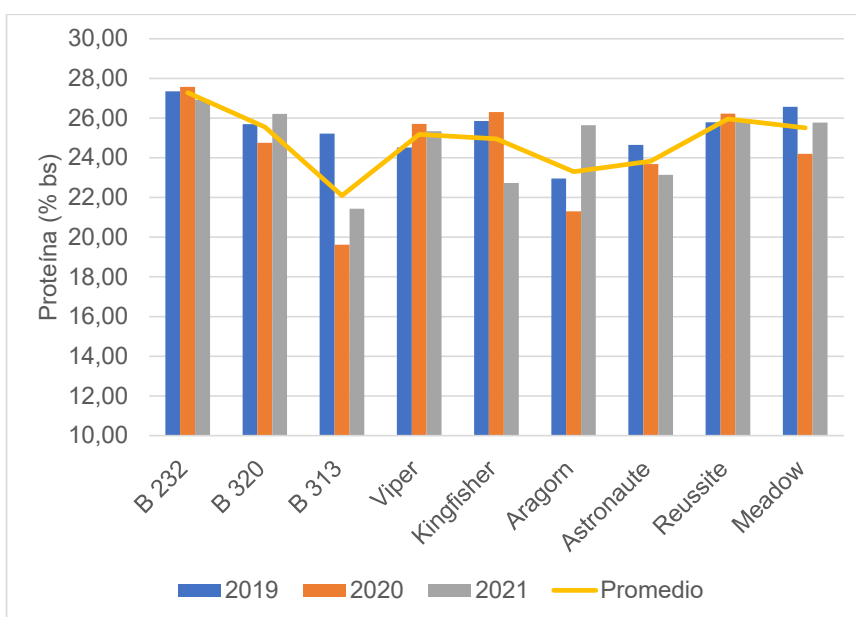
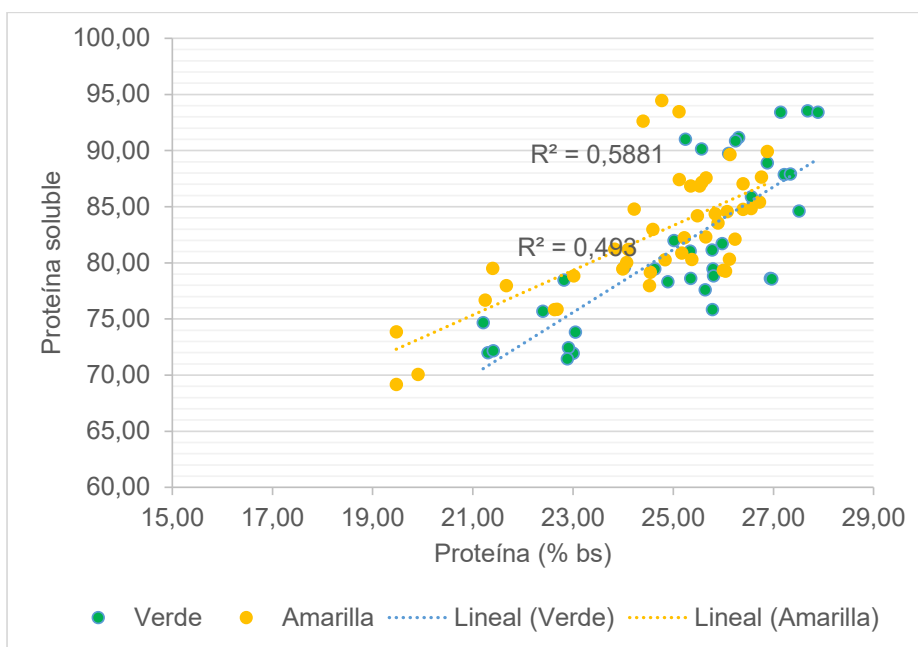


Figura 1. Contenido proteico de las variedades de arveja evaluadas en 2019, 2020 y 2021.

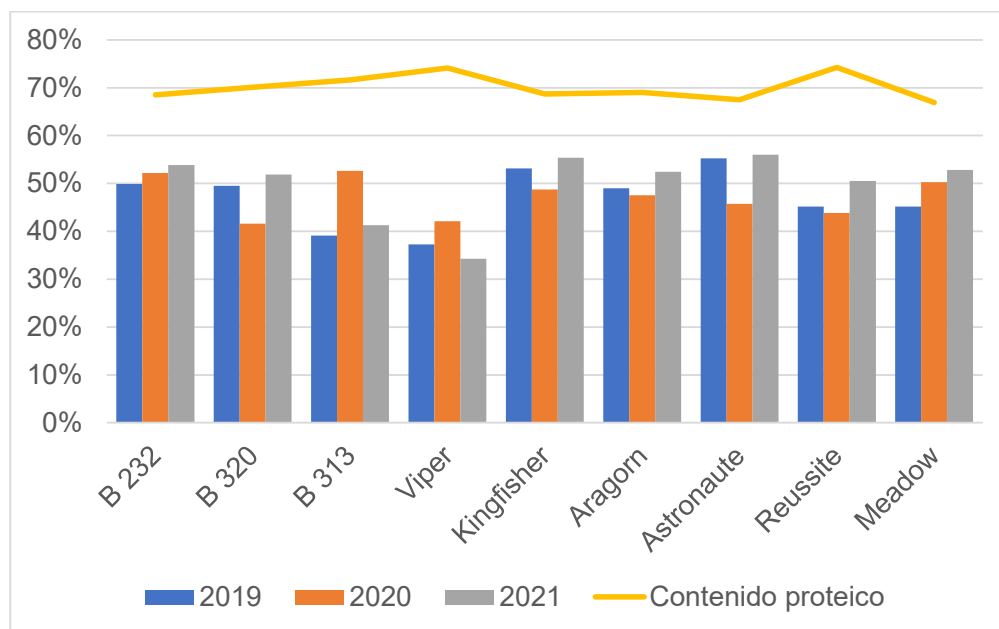


**Tabla 1: Valores medios de los parámetros de caracterización de composición de harinas de arveja.**

MUESTRAS	COLOR	AÑO	PROTEÍNA (% BS)	PROTEÍNA SOLUBLE	MATERIA GRASA (% BS)	ALMIDÓN	FIBRA (% BS)	CENIZAS	ACTIVIDAD UREÁSICA	RENDIMIENTO DE PRODUCTO	RENDIMIENTO DE PROTEÍNAS	CONTENIDO PROTEICO CONCENTRADO
PRIMOGÉNITA	VERDE	2019	27,36 ± 0,15	86,77 ± 1,88	0,88 ± 0,11	47,24±0,59	7,51±0,11	3,03±0,06	0,047±0,006	19,55	49,90	69,82
		2020	27,57 ± 0,39	86,1 ± 0,08	0,92 ± 0,06	45,84±0,35	7,51±0,14	3,04±0,07	0,043±0,006	22,03	52,19	66,12
		2021	26,93 ± 0,05	82 ± 5,97	0,83 ± 0,02	45,2±0,52	6,86±0,06	3,00±0,07	0,253±0,064	20,84	53,85	69,65
B 320	AMARILLA	2019	25,69 ± 0,37	84,55 ± 2,27	1,06 ± 0,02	45,78±0,05	7,38±0,1	2,94±0,02	0,012±0,006	17,10	49,54	74,42
		2020	24,76 ± 0,36	74,83 ± 0,92	0,77±0,05	46,84±0,33	8,17±0,29	3,04±0,02	0,05±0,01	16,70	41,62	67,60
		2021	26,21 ± 0,66	85,52 ± 1,85	0,93±0,03	44,2±0,21	7,03±0,02	2,86±0,02	0,273±0,115	16,62	51,84	68,38
B 313	AMARILLA	2019	25,22 ± 0,13	82,83 ± 3,95	0,89±0,02	47,42±0,42	7,74±0,05	3,09±0,05	0,022±0,012	13,59	39,12	72,62
		2020	19,62 ± 0,25	71 ± 2,49	0,73±0,07	46,1±0,18	7,49±0,21	3,13±0,09	0,023±0,012	15,05	52,64	68,61
		2021	21,44 ± 0,21	78,03±1,42	0,82±0,05	44,71±0,49	7,16±0,11	2,96±0,05	0,19±0,087	12,44	41,26	73,75
VIPER	VERDE	2019	24,52 ± 0,44	79,11±0,7	0,83±0,06	46,43±0,17	7,54±0,11	3,11±0,04	0,04±0,012	13,88	37,26	76,14
		2020	25,70 ± 0,55	90,74±0,55	0,79±0,06	48,12±0,39	7,67±0,09	3,17±0,01	0,033±0,006	14,13	42,10	76,56
		2021	25,33 ± 0,31	79,38±2,29	0,78±0,06	46,42±0,53	6,47±0,01	3,21±0,10	0,237±0,127	12,57	34,27	69,62
KINGFISHER	VERDE	2019	25,85 ± 0,11	80,74±1,17	0,96±0,02	45,56±0,2	7,45±0,19	2,49±0,42	0,027±0,006	18,60	53,17	73,91
		2020	26,30± 0,23	88,8±2,62	0,8±0,03	46,27±0,27	7,49±0,12	3,13±0,03	0,023±0,006	19,63	48,77	65,34
		2021	22,73 ± 0,29	73,17±2,22	0,74±0,01	45,64±0,49	7,2±0,08	3,11±0,05	0,21±0,104	18,89	55,36	66,88
ARAGORN	VERDE	2019	22,96 ± 0,12	74,72±3,35	0,89±0,04	46,24±0,1	7,66±0,05	3,14±0,02	0,033±0,006	19,43	49,01	68,39
		2020	21,30 ± 0,10	72,93±1,5	0,88 ± 0,04	48,24±0,1	7,53 ± 0,15	3,04 ± 0,03	0,03 ± 0,003	18,59	47,56	72,47
		2021	25,64 ± 0,26	78,54±2,61	0,87±0,08	44,9±0,19	6,72±0,16	3,05±0,05	0,26±0,139	20,04	52,47	66,22
ASTRONAUTE	AMARILLA	2019	24,66 ± 0,16	80,78±1,96	0,97±0,05	46,52±0,18	7,79±0,09	3,08±0,04	0,033±0,006	20,64	55,25	66,01
		2020	23,69 ± 0,61	81,58±3	0,72±0,07	46±0,11	7,78±0,12	3,13±0,04	0,027±0,006	18,63	45,77	70,21
		2021	23,14 ± 0,84	74,67±3,07	0,72±0,04	45,14±0,69	7,21±0,13	3,05±0,1	0,26±0,121	20,27	56,00	66,20
REUSSITE	AMARILLA	2019	25,80 ± 0,13	83,52±2,85	0,84±0,48	46,3± 0,08	7,25±4,18	3,12±1,8	0,04±0,005	16,02	45,16	72,73
		2020	26,22 ± 0,17	82,78±3,95	0,73±0,12	46,31±0,36	7,61±0,2	3,18±0,09	0,04±0,001	17,33	43,85	76,73
		2021	25,88 ± 0,58	86,26±1,26	0,64±0,06	44,93±0,27	7,49±0,08	3,05±0,03	0,237±0,011	17,56	50,51	73,35
MEADOW	AMARILLA	2019	26,57 ± 0,39	88,31±2,53	0,91±0,04	46,38±0,06	7,56±0,06	3,13±0,02	0,053±0,006	18,22	45,19	65,91
		2020	24,20 ± 0,29	79,12±1,06	0,76±0,05	46,43±0,23	8,05±0,02	3,1±0,03	0,06±0,035	20,47	50,30	68,61
		2021	25,78 ± 0,49	80,61±1,48	0,76±0,05	46,42±0,65	7,5±0,22	3,15±0,05	0,213±0,064	17,56	50,51	73,35



**Figura 2. Relación proteína total vs proteína soluble de variedades de arveja evaluadas en 2019, 2020 y 2021.**



**Figura 3. Rendimiento de extracción de proteínas 2019, 2020 y 2021 y promedio del contenido proteico de los concentrados.**

### Conclusiones

En esta investigación se concluyó que las variedades que presentaron valores medios con el contenido proteico más altos en los tres años de evaluación fueron: Primogénita, Viper (ambas de semilla verde) y B320, Reussite y Meadow de semillas amarillas. A su vez, al evaluar en las harinas crudas la relación entre proteína y proteína soluble se observó que las variedades de semilla verde presentaron una correlación más fuerte, lo cual indicaría que si el valor de proteína soluble es alto, entonces un mayor porcentaje de proteínas podrían ser extraídas durante la producción de aislados/concentrados proteicos, y así, aumentar los rendimientos.

Respecto al rendimiento de proteína, Primogénita tuvo los mayores rendimientos (>50%) en los tres años.

La variedad Primogénita resulta ser promisoría para la producción de concentrados/aislados proteicos ya que tiene un mayor contenido de proteína, rendimiento de producto y rendimiento de extracción.

Estos resultados marcan el camino a seguir del programa de mejoramiento INTA-FCA UNR en la obtención de variedades con buen comportamiento

agronómico y buen comportamiento en la producción de concentrados proteicos potenciando el agregado de valor en la industria alimenticia.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por proyectos de la cartera de proyectos INTA:

Mejoramiento genético de hortalizas, ornamentales, aromáticas y medicinales basado en el mercado, en un contexto de intensificación sostenible y cambio climático. Proyecto Disciplinario. INTA. 2023-PD-L01-I127.

Abordaje de la calidad integral y procesos de agregado de valor en agroindustria: análisis de alimentos, composición de macro y micronutrientes, calidad nutricional y sensorial, aspectos de consumo y aptitud tecnológica de las materias primas para la transformación de alimentos, fibras, madera y la valorización de productos típicos. Proyecto Estructural Cartera de proyectos INTA 2023-PE-L04-I119.

Proyecto regional de Producción de proteínas vegetales. INTA 2023-PER-019.

Se encuentra enmarcado en dos convenios específicos diferentes con las UNR-FCA para el desarrollo de variedades y UCEL-UTN-INTA para la caracterización y producción de concentrados y aislados proteicos.

## Referencias

- Akharume, F. U., Aluko, R. E., & Adedeji, A. A. (2021). Modification of plant proteins for improved functionality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 198-224.
- Al-Karaki, G.; Ereifej, K. Relationships between Seed Yield and Chemical Composition of Field Peas Grown under Semi-arid Mediterranean Conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 2001, 182, 279–284.
- Di Renzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablado, M., & Robledo, C. (2011). *InfoStat versión 2011e*. Universidad Nacional de Córdoba.
- García Arteaga, V.; Kraus, S.; Schott, M.; Muranyi, I.; Schweiggert-Weisz, U.; Eisner, P. (2021) Screening of Twelve Pea (*Pisum sativum* L.) Cultivars and Their Isolates Focusing on the Protein Characterization, Functionality, and Sensory Profiles. *Foods* 2021, 10, 758. <https://doi.org/10.3390/foods10040758>
- Guo, J., Cui, L., Huang, Y., & Meng, Z. (2022). Spirulina platensis protein isolate nanoparticle stabilized O/W Pickering emulsions: Interfacial adsorption and bulk aggregation. *Food Research International*, 161, 111815.
- Guo J, Cui L, Yizhou Huang, Zong Meng. 2022. Spirulina platensis protein isolate nanoparticle stabilized O/W Pickering emulsions: Interfacial adsorption and bulk aggregation, *Food Research International*, 161: 111815, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111815>.
- Gruber, P., Becker, W. M., & Hofmann, T. (2005). Influence of the maillard reaction on the allergenicity of rAra h 2, a recombinant major allergen from peanut (*Arachis hypogaea*), its major epitopes, and peanut agglutinin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2289-2296.
- Nikolopoulou, D.; Grigorakis, K.; Stasini, M.; Alexis, M.N.; Iliadis, K. Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: Effects of cultivation area and year. *Food Chem.* 2007, 103, 847–852.
- Mession, J. L., Roustel, S., & Saurel, R. (2017). Interactions in casein micelle–Pea protein system (part I): Heat-induced denaturation and aggregation. *Food Hydrocolloids*, 67, 229-242.
- Reinkensmeier, A., Bußler, S., Schlüter, O., Rohn, S., & Rawel, H. M. (2015). Characterization of individual proteins in pea protein isolates and air classified samples. *Food Research International*, 76, 160-167.
- Rosa-Sibakov, N., Heiniö, R. L., Cassan, D., Holopainen-Mantila, U., Micard, V., Lantto, R., & Sozer, N. (2016). Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 67, 27-36.
- Stone A.K., Karalash A., Tyler R.T., Warkentin T.D., Nickerson M. (2015). Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars. *Food Research International* 76 (2015) 31–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.017>
- Tulbek, M. C., Lam, R. S. H., Wang, Y. C., Asavajaru, P., & Lam, A. (2017). *Sustainable Protein Sources*.
- Vidal-Valverde, C.; Frias, J.; Hernández, A.; Martín-Alvarez, P.J.; Sierra, I.; Rodríguez, C.; Blazquez, I.; Vicente, G. Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *J. Sci. Food Agric.* 2003, 83, 298–306.



# Evaluación de la calidad industrial de granos de soja, sembrados en primera y segunda época, de cultivares de los grupos de madurez IV, V y VI, sembrados en diferentes ambientes de Centro Sur de Santa Fe, campaña 2023/24

**Autores:** Accoroni, C.<sup>1</sup>; Bacigaluppo, S.<sup>1</sup>; Almada, G.<sup>2</sup>; Álvarez, E.<sup>8</sup>; Boero, L.<sup>7</sup>; Cardozo, F.<sup>8</sup>; Magnano, L.<sup>1</sup>; Millet, C.<sup>3</sup>; Palú, E.<sup>6</sup>; Prieto, G.<sup>4</sup>; Ramonda, S.<sup>3</sup>; Rosso, Y.<sup>2</sup>; Widmer, T.<sup>5</sup>; Enrico, J. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA Oliveros; <sup>2</sup>AER Carlos Pellegrini; <sup>3</sup>AER Las Rosas; <sup>4</sup>AER Arroyo Seco; <sup>5</sup>AER Venado Tuerto;

<sup>6</sup>AER Pago de los Arroyos; <sup>7</sup>AER Gálvez; <sup>8</sup>AER Totoras

**Palabras clave:** proteína, aceite, profat, rendimiento.

## Introducción

La proteína de soja es altamente demandada por el mundo, dado que ofrece un sinnúmero de características específicas para su transformación, tiene una alta calidad nutricional y bajo costo. Particularmente en Argentina, en los últimos años, se ha detectado una disminución creciente y sostenida del contenido proteico del poroto de soja (Cuniberti et al., 2018; Chialvo et al., 2021). Consecuentemente, esta situación se ve reflejada en la desventaja competitiva de la calidad de harinas soja y en la dificultad de cumplir con los parámetros preestablecidos por protocolos nacionales (Res SAGPyA 1075) e internacionales (CODEX). En los últimos años se han realizado diversos relevamientos para conocer la calidad de la soja proveniente de las diferentes áreas productivas a nivel nacional y así, detectar diferencias de composición, tal como contenido de proteínas, aceite y aminoácidos (Accoroni et al., 2023).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad industrial de los granos de variedades de soja evaluados en los diferentes sitios que conforman la Red de Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR), del Centro Sur de Santa Fe, coordinada desde el INTA Oliveros.

## Materiales y métodos

En la campaña 2023/24 se evaluaron muestras de granos de soja provenientes de siete (7) sitios experimentales de siembras de primera época y dos (2) de siembra de segunda, ubicados en el centro sur de la provincia de Santa Fe. A cosecha, se extrajeron muestras de 500 g por variedad por sitio experimental de los grupos de madurez (GM) IV, V y VI. Las características de cada sitio experimental se describen en la Tabla 1. Las variedades evaluadas se detallan en la Tabla 3 (siembra de primera) y en la Tabla 6 (siembras de 2da).

**Tabla 1: Características de los sitios experimentales para la evaluación de la calidad industrial de granos de soja en siembras de primera y segunda época, RED soja Centro-Sur de Santa Fe. Campaña 2023/24.**

Sitio experimental	Díaz	Landeta	Las Rosas	Totoras	Rufino	Campo Piaggio/Gálvez	Pavón Arriba	Carlos Pellegrini	Maciel
Tipo y serie de suelo	Argiudol típico, serie Maciel	Argiudol típico, serie Landeta	Argiudol típico, serie Los Cardos	Argiudol típico, serie Clason	Hapludol éntico, serie Santa Ana	Argiudol típico, serie Loma Alta	Argiudol típico, serie Peyrano	Argiudol típico, serie Los Cardos	Argiudol típico, serie Maciel
Cultivo antecesor	Maíz	Cultivo de servicio - Centeno	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Trigo	Trigo
Distancia entre hileras (m)	0.42	0.42	0.52	0.52	0.52	0.52	0.42	0.42	0.42
Época de siembra	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	2da	2da
Fecha de siembra	04/12/23	20/11/23	07/11/23	15/11/23	31/10/23	24/11/23	05/12/23	9/12/23	7/12/23

### Resultados y discusión

Para evaluar la calidad industrial del grano, las muestras se analizaron con metodología indirecta de espectrofotometría NIR mediante la curva calibrada y ajustada por INTA Anguil (2021) en el equipo FOSS DS2500. Se obtuvieron datos de humedad, proteína y aceite que fueron corregidos a valores de base seca (bs) y el parámetro de profat se calculó como la suma de proteína (% bs) más aceite (% bs).

Se realizó el análisis de varianza de un factor para cada parámetro de calidad y se compararon los sitios por LSD de Fisher con una confianza del 95 %. Se utilizó el software estadístico InfoStat/P 2020 (Di Rienzo et al, 2020).

Los valores medios de la composición de los granos de soja sembrada en primera y segunda época en toda la RED fueron: contenido proteico 35.9% (bs), aceite 24.70% (bs) y Profat 60.6 % (Tabla 2). Estos parámetros mostraron diferencias según época de siembra, donde el % de proteína fue superior en la soja sembrada de segunda (37,08% bs) respecto de la soja sembrada en primera época (35,60% bs). Por el contrario, la soja de primera alcanzó un contenido de aceite superior (24,88% bs) en comparación con la soja de segunda (23,88% bs). Sin embargo, el Profat se mantuvo similar por el efecto compensatorio entre ambas variables.

Tabla 2: Estadística descriptiva de la composición de granos de soja de diferentes variedades evaluadas en distintos ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembras de primera y segunda época, campaña 2023/24.

	ÉPOCA DE SIEMBRA	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESVÍO	CV	MEDIANA	Q1	Q3	IQR
ACEITE	1°	186	21,42	28,11	24,88	1,35	5,44	25,02	23,96	25,78	1,82
	2°	41	19,93	26,57	23,88	1,33	5,56	23,98	23,06	24,75	1,69
	<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>19,93</b>	<b>28,11</b>	<b>24,70</b>	<b>1,40</b>	<b>5,67</b>	<b>24,73</b>	<b>23,77</b>	<b>25,70</b>	<b>1,93</b>
PROTEÍNA	1°	186	31,56	39,35	35,60	1,50	4,22	35,62	34,51	36,72	2,21
	2°	41	34,99	39,44	37,08	1,12	3,03	37,20	36,31	37,80	1,49
	<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>31,56</b>	<b>39,44</b>	<b>35,87</b>	<b>1,55</b>	<b>4,32</b>	<b>35,87</b>	<b>34,77</b>	<b>36,93</b>	<b>2,15</b>
PROFAT	1°	186	56,30	63,29	60,48	1,16	1,92	60,51	59,71	61,28	1,57
	2°	41	59,14	63,88	60,96	1,15	1,88	60,71	59,98	61,72	1,74
	<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>56,30</b>	<b>63,88</b>	<b>60,57</b>	<b>1,17</b>	<b>1,93</b>	<b>60,60</b>	<b>59,84</b>	<b>61,33</b>	<b>1,49</b>

La Figura 1 muestra la correlación entre el contenido de aceite y proteínas en grano de las distintas variedades de soja en todos los sitios de la Red. Se observa que existe una correlación lineal inversa

débil entre ambas variables ( $R^2 = 0,46$ ). Además, al diferenciar la soja de 1° de la de 2°, se evidencia que esta última, en general, tiene un mayor contenido de proteínas y menor aceite.

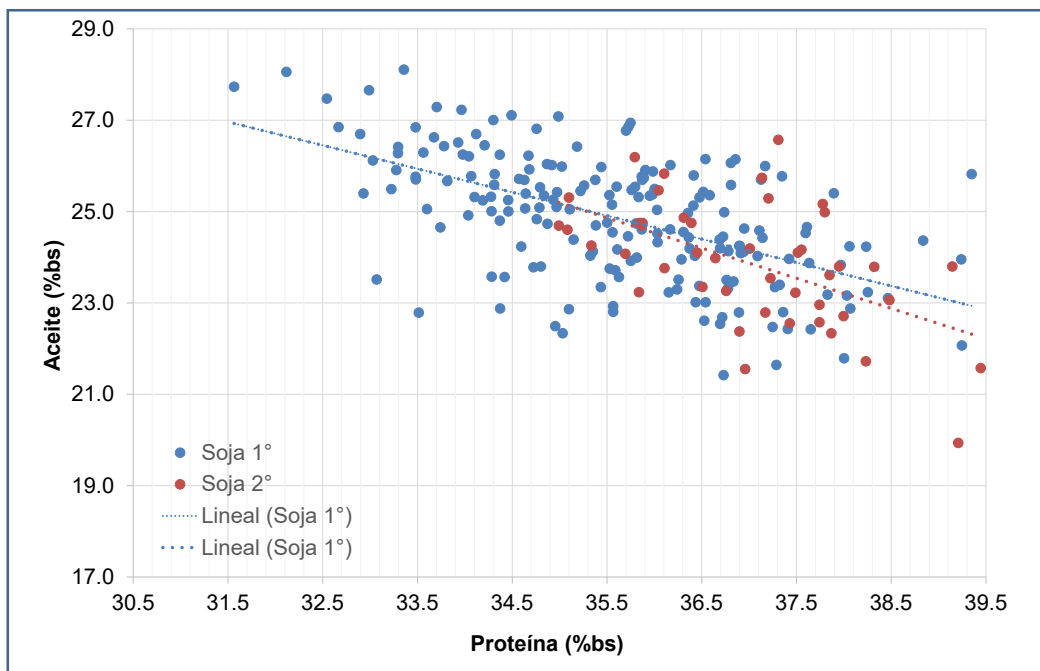
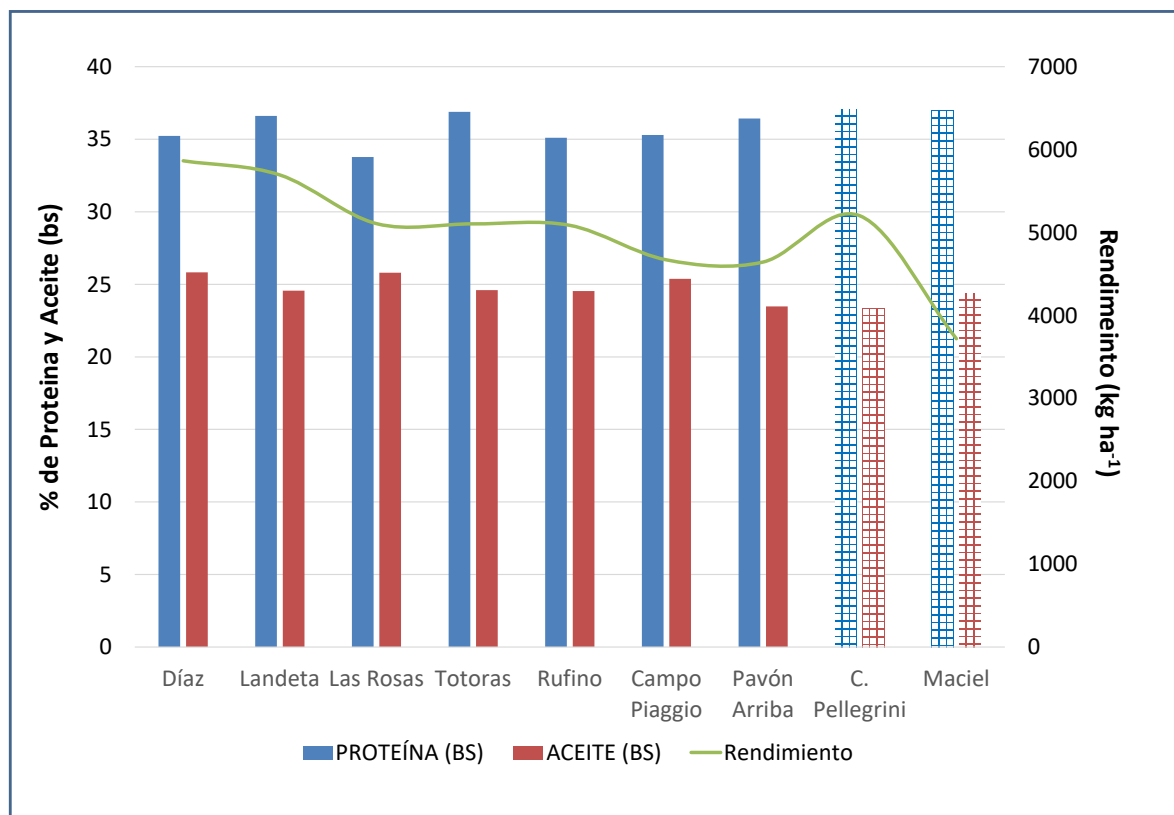


Figura 1: Relación entre el contenido de proteínas y aceite de granos de soja de diferentes variedades evaluadas en distintos ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembras de primera y segunda época, campaña 2023/24.

Al analizar el comportamiento de la proteína entre localidades, se determinó que los mayores valores se encontraron en Totoras y Landeta (36.91 y 36.63 %, respectivamente), sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que Las Rosas presentó el

menor valor medio (33.74 %). Al evaluar el contenido de aceite, se determinó que los sitios de Las Rosas y Díaz alcanzaron los mayores contenidos sin diferencias estadísticas significativas entre ambos (25.87 y 25.72 %, respectivamente) (Figura 2).



**Figura 2: Rendimiento y composición de granos de soja de variedades evaluadas en diferentes ambientes del centro sur de Santa Fe en primer (relleno sólido) y segunda época de siembra (relleno entramado), campaña 2023/24. Para proteína las letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Para aceite las letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).**

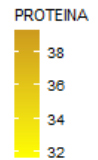
En las Tablas 3, 4 y 5 se muestran los parámetros de proteína, aceite y Profat, respectivamente, para las variedades sembradas solo en los sitios de primera época. Los sitios con valores más altos de proteína fueron Totoras y Landeta, ambos con rendimientos medios superiores a 5000 kg/ha (Bacigaluppo et al, 2024). La variedad P52A06 SE presentó el mayor contenido proteico y un rendimiento medio de 4.800 kg/ha. Los valores de proteína observados a través de la RED variaron desde 31,56 (% bs) en el sitio Rufino para la variedad NK 52x21 STS, hasta 39,35 (% bs) en Landeta con la variedad P52A06 SE (Tabla 3). Por otro lado, en los sitios donde se observaron los mayores contenidos de aceite fueron Díaz y Las Rosas, las variedades ACA 4660 GR, 4323 E NS, NK 52x21 STS y NK 43x26 E, fueron las que presentaron

los mayores valores de la RED, superiores a 27 (% bs) (Tabla 4). Mientras que en la variedad P52A06 SE en Pavón Arriba, se observó el contenido más bajo (21,64 %bs). Por último, los valores de Profat se ubicaron dentro del rango de 56,30 % a 63,29 % (Tabla 5). Ambos extremos pertenecen al sitio Gálvez, siendo el más bajo el de la variedad DM 40E23 SE con un rinde de 4.975 kg/ha y el más alto de Bioceres 4.82 con un rinde de 4.817 kg/ha. Es decir, que se encontró en el mismo sitio una diferencia de calidad de aproximadamente 12.4% para una diferencia de 158 kg/ha. Esto nos estaría indicando que, para un mismo ambiente, es posible detectar diferencias de calidad industrial manteniéndose la cantidad de kg de soja por ha prácticamente constante.

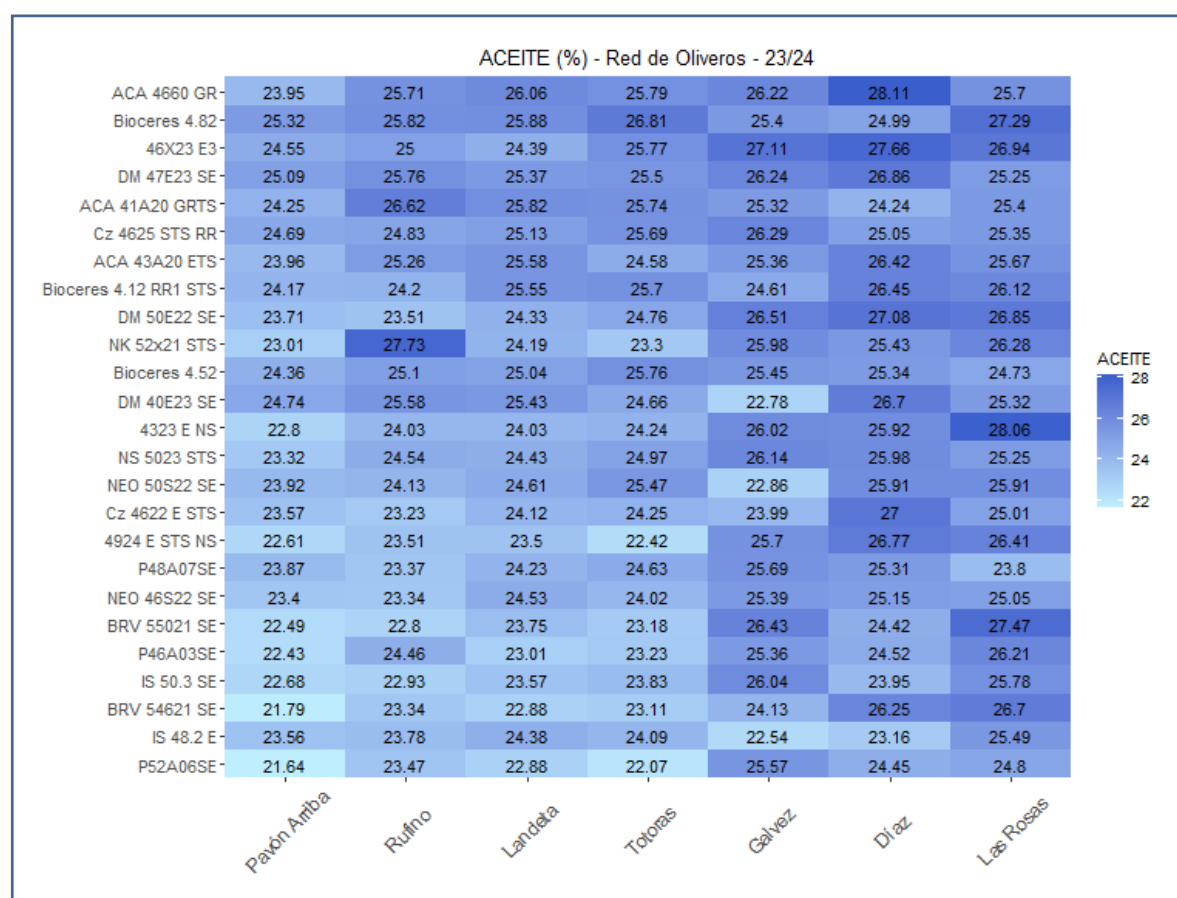


**Tabla 3: Contenido proteico medio en granos de soja de distintas variedades evaluadas en diferentes ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembra de primera época, campaña 2023/24.**

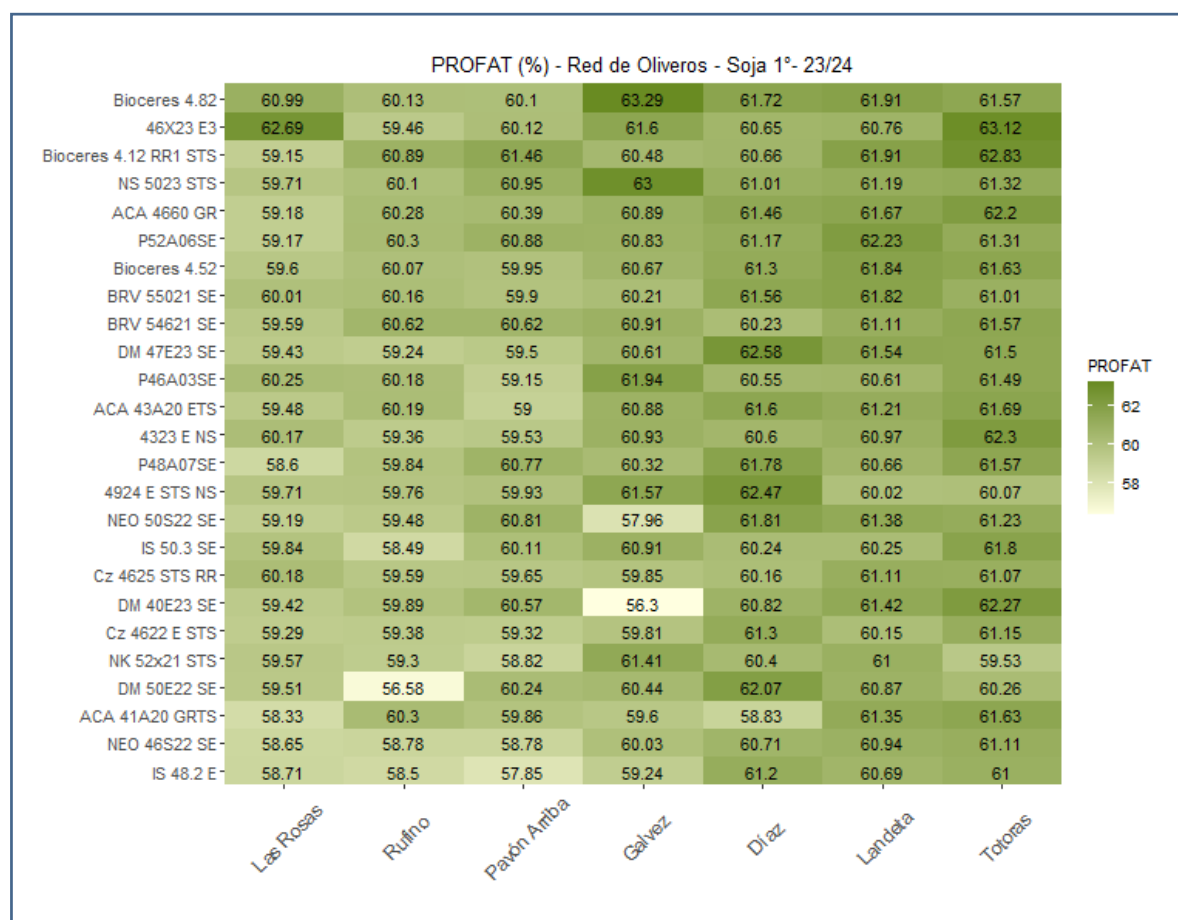
PROTEINA (%) - Red de Oliveros - 23/24							
Variedad	Las Rosas	Rufino	Galvez	Díaz	Pavón Aníba	Landeta	Totoras
P52A06SE	34.37	36.83	35.26	36.72	39.24	39.35	39.24
BRV 54621 SE	32.9	37.27	36.78	33.98	38.84	38.23	38.47
P46A03SE	34.04	35.72	36.58	36.03	36.72	37.6	38.25
BRV 55021 SE	32.54	37.36	33.78	37.14	37.41	38.07	37.83
IS 50.3 SE	34.07	35.56	34.87	36.29	37.42	36.69	37.97
P48A07SE	34.8	36.47	34.63	36.48	36.89	36.43	36.95
NS 5023 STS	34.46	35.56	36.86	35.02	37.63	36.76	36.35
4924 E STS NS	33.3	36.25	35.87	35.7	37.32	36.52	37.65
Bioceres 4.12 RR1 STS	33.03	36.69	35.87	34.21	37.29	36.36	37.13
IS 48.2 E	33.22	34.72	36.69	38.03	34.28	36.31	36.91
Bioceres 4.52	34.87	34.97	35.22	35.95	35.59	36.81	35.87
Cz 4622 E STS	34.28	36.15	35.81	34.3	35.75	36.03	36.9
NEO 50S22 SE	33.28	35.35	35.1	35.9	36.89	36.78	35.76
4323 E NS	32.12	35.32	34.92	34.68	36.73	36.94	38.06
Bioceres 4.82	33.7	34.31	37.89	36.74	34.79	36.03	34.76
NEO 46S22 SE	33.6	35.43	34.64	35.55	35.38	36.41	37.09
ACA 43A20 ETS	33.81	34.93	35.52	35.18	35.03	35.63	37.11
46X23 E3	35.75	34.46	34.49	32.99	35.57	36.37	37.35
DM 40E23 SE	34.1	34.31	33.51	34.12	35.83	35.99	37.61
Cz 4625 STS RR	34.83	34.76	33.56	35.11	34.95	35.98	35.38
ACA 4660 GR	33.48	34.57	34.67	33.36	36.44	35.6	36.41
DM 47E23 SE	34.19	33.48	34.37	35.73	34.42	36.17	36
NK 52x21 STS	33.29	31.56	35.44	34.97	35.81	36.81	36.24
DM 50E22 SE	32.67	33.07	33.93	34.99	36.53	36.54	35.5
ACA 41A20 GRTS	32.93	33.67	34.28	34.59	35.61	35.53	35.89



**Tabla 4:** Contenido de aceite medio en granos de soja de distintas variedades evaluadas en diferentes ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembra de primera época, campaña 2023/24.

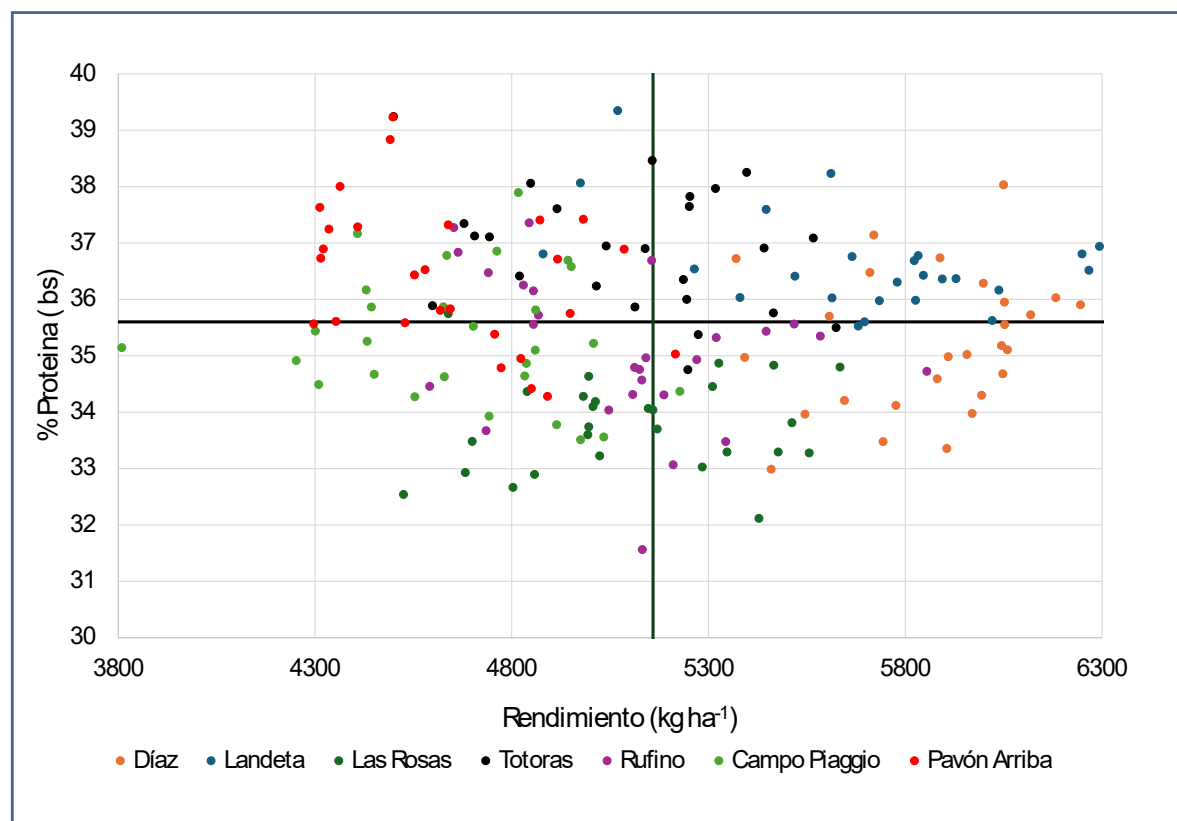


**Tabla 5:** Contenido de Profat medio en granos de soja de distintas variedades evaluadas en diferentes ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembra de 2da época, campaña 2023/24.



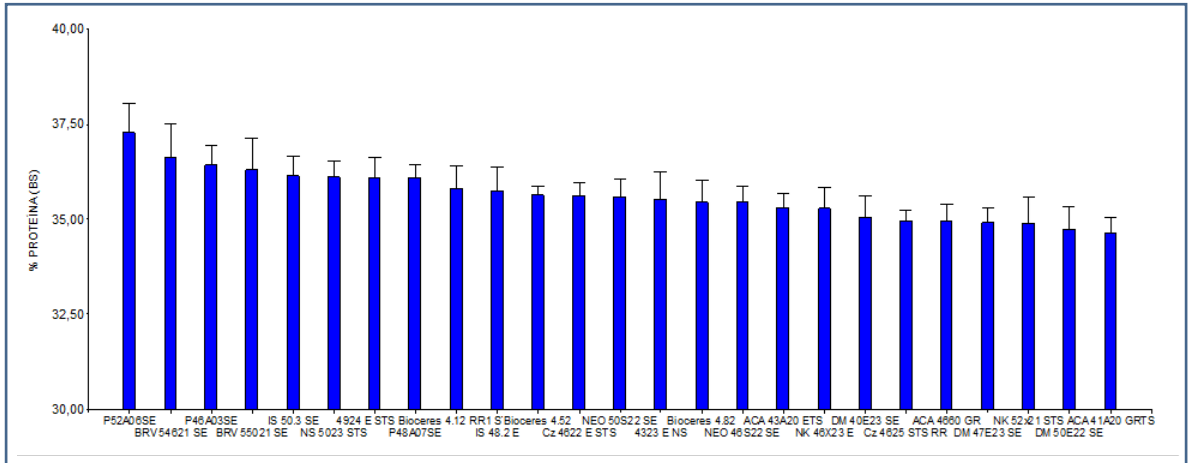
En una campaña con un alto rendimiento medio (5159 kg/ha) y donde la mayoría de los ambientes se aproximaron a sus rendimientos potenciales, se hallaron cultivares que presentaron rendimientos por encima de la media y al mismo tiempo con un contenido de proteína por encima del valor promedio (35.6 % bs). Sin embargo, existieron combinaciones de cultivar x ambiente (22.6 % de los casos), que

permitieron explorar altos rendimientos con altos tenores proteicos (Figura 3 cuadrante superior derecho). Dichas combinaciones se observaron solamente en los sitios de Díaz, Landeta y Totoras. Las variedades NEO 50S22 SE, P46A03 SE, DM 47E23 SE, IS 48.2 E, IS 50.3 SE y 4924 E STS NS fueron las únicas que presentaron alto rendimiento con alta proteína en las mencionadas localidades

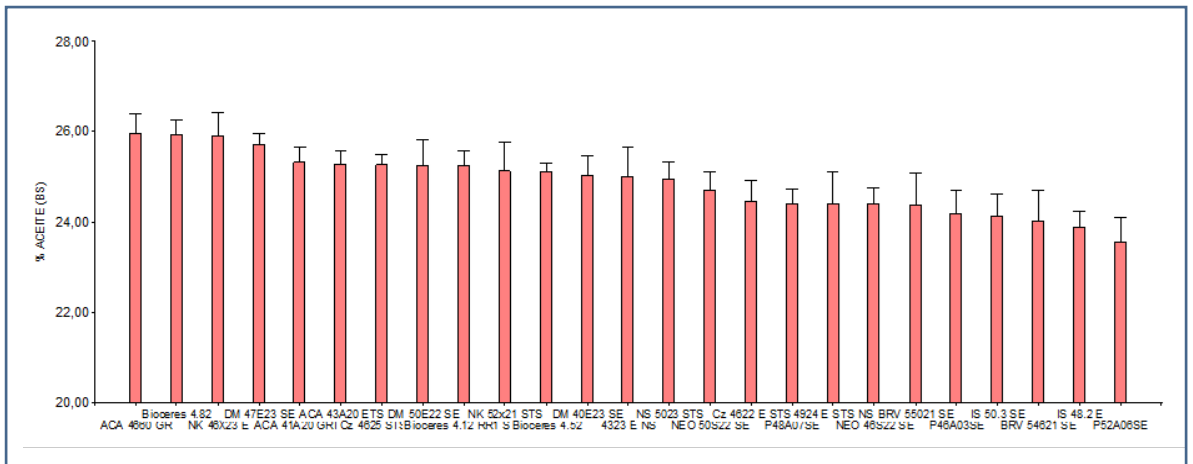


*Figura 3. Rendimiento y Proteína de todas las variedades evaluadas en los diferentes ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembra de primera época, campaña 2023/24.*

El cultivar P52A06SE presentó el mayor tenor proteico ( $p < 0.05$ ) sin diferencias significativas con BRV 54621 SE, P46A03 SE y BRV 55021 SE (Fig. 4), mientras que en cuanto al contenido de aceite se encontraron 14 cultivares sin diferencias estadísticamente significativas entre los mismos, con los mayores tenores encontrándose en ACA 4660 GR, Bioceres 4.82, NK 46X23 E y DM 47E23 SE, ACA 41A20 GRTS, ACA 43A20 ETS (Fig. 5).



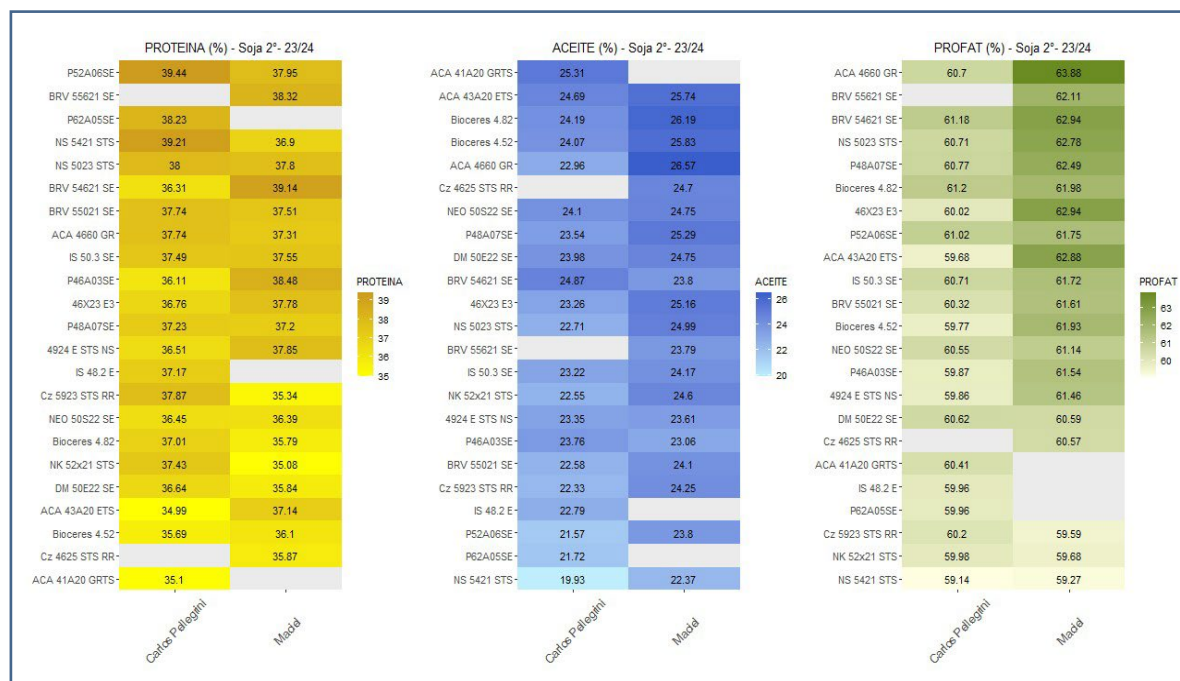
**Figura 4: Contenido de proteína promedio de los cultivares en los distintos ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembras de primera, campaña 2023/24.**



**Figura 5: Contenido de aceite promedio de los cultivares en los distintos ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembras de primera, campaña 2023/24.**

En los sitios de 2da época se determinó, como era esperable, un alto contenido de proteína, donde los cultivares con un ciclo superior al GM 5.2 (excepto Cz 5923STS RR) presentando los mayores contenidos. Los cultivares de ciclo más corto presentaron los mayores contenidos de aceite, con muchas variedades superando 25% en la localidad de Maciel (Tabla 6).

**Tabla 6: Proteína Aceite y Profat (% bs) en granos de soja de variedades evaluadas en dos ambientes del centro sur de Santa Fe, en siembra de 2da época, campaña 2023/24.**



### Conclusiones

- En una campaña que presentó altos rendimientos en toda la región se pudieron determinar ambientes que a pesar de presentar rendimientos similares (ie Díaz y Landeta) la calidad de los granos fue contrastante.
- Solamente los sitios de Landeta, Totoras y Díaz presentaron cultivares con rendimiento y contenido de proteína mayor que las medias (5159 kg/ha y 35.6 % bs, respectivamente), esto equivale a un 23% de los casos relevados.
- En términos generales, en los sitios con siembras de 2da época, los cultivares pertenecientes a los GM V y VI presentaron los tenores proteicos más elevados, mientras que los GM IV los mayores contenidos de aceite, esto último posiblemente asociados a una mayor radiación incidente durante el llenado de granos.

## Bibliografía

Accoroni, C., Carpaneto, B.B., Caruso, C.A., Chialvo, E., Conde, M.B., Enrico, J.M., Magnano, L., Mir, L.R., Orlando, A., Rossi, R., Santos, D.J., Zelaya, D.K. (2023). Evaluación de la composición y perfil de aminoácidos en granos de soja de Argentina. Etapa 2. Ediciones INTA.

Bacigaluppo, S.; Enrico, J. M.; Almada, G.; Álvarez, E.; Boero, L.; Cardozo, F.; Casasola, E.; Magnano, L.; Malmantile A.; Millet, C.; Palú, E.; Prieto, G.; Ramonda, S.; Rosso, Y.; Sanmarti, N.; Widmer, T. Evaluación en RED del rendimiento de cultivares de soja de los grupos de madurez IV y V en siembras de primera época en diferentes ambientes del centro-sur de Santa Fe, campaña 2023/24. PMP # 63. Ed. Inta.

Chialvo, E., Herrero, R. M., Mir, L. R., Pronotti, M. S., & Mansilla, G. J. (2021). Productividad y calidad

de la soja en la zona núcleo-sojera. Campaña 2020/21. Ediciones INTA.

CODEX, [www.fao.org.ar](http://www.fao.org.ar)

Cuniberti, M., Herrero, R., Mir, L., Chialvo, E., Berra, O., Macagno, S., & Juárez, I. E. M. (2018).

Productividad y calidad de la soja en la zona Núcleo-Sojera. Soja 2018, 57. Ediciones INTA.

Cuniberti, M., Herrero, R., & Juárez, I. E. M. (2018). Problemática de la baja proteína de la

soja. Informe de actualización técnica. INTA ediciones, 12, 9-3. Ediciones INTA.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

R Core Team, 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>

SAGPyA, <https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura>







# Calidad de agua y manejo de — efluentes

# Experiencias y desafíos de un monitoreo de calidad de agua en el marco de una red de sitios piloto del Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTyD)

**Autores:** Bargiela, M.<sup>19</sup>; Bellanich, AE.<sup>10</sup> ; Cabrera, JM<sup>1</sup> ; Devia, EA.<sup>3</sup>; Moscardi, C.<sup>2</sup>; Fabrezzi, M.; Therburg, A.<sup>22,16</sup>; Berardi, J. <sup>8</sup>; Di Leo, N. <sup>3,4</sup>; Cardozo, F.<sup>4</sup>; Montico, S. <sup>3,5</sup>; Jonkovic, V.<sup>6</sup>; Pagani, R.<sup>7</sup>; Caruso, C.<sup>3</sup>; Albizuri, L.<sup>9</sup>; Capurro, J.<sup>9</sup>; Barrera, MB.<sup>10</sup>; Colazo, JC.<sup>11</sup>; Van Opstal, N.<sup>12</sup>; Názaro, P.<sup>13</sup>; Politi, N.<sup>13</sup>; Uran, GM.<sup>14</sup>; Aranda-Rickert, A.<sup>14</sup>; Olmos, AV; Ugarte, C.<sup>15</sup>; Antoniazzi, L.<sup>16</sup>; Alvarado, L.<sup>16</sup>; Cruz, J.<sup>16</sup>; Fabrezzi, M.<sup>16</sup>; Velasco, V.<sup>17</sup>; Fantozzi, A.<sup>18</sup> ; Iwasita, BE.<sup>20</sup>; Alvarez, P.<sup>21</sup>; Videla, LS.<sup>21</sup>; Vallejos ML.<sup>23</sup>; Lizana, P.<sup>22</sup>; Escobar CB.; Vallejos ML.<sup>23</sup>; Correa H.<sup>24</sup>; Escobar CB.<sup>25</sup>; Rubio MC<sup>26</sup>.

<sup>1</sup> UNCo, CRUB; <sup>2</sup> UASJ – UNPA, ICASUR –; <sup>3</sup> INTA-EEA, Oliveros; <sup>4</sup> INTA-AER, Totoras; <sup>5</sup> CONICET, IICA; <sup>6</sup> INTA-AER, Casilda; <sup>7</sup> INTA-AER, Cañada de Gómez; <sup>8</sup> FCA-UNR; <sup>9</sup> Asesor/a privado; <sup>10</sup> INT- EEA, Catamarca; <sup>11</sup> INTA-EEA, San Luis; <sup>12</sup> INTA-EEA, Paraná; <sup>13</sup> CONICET-UNJU, INECOA; <sup>14</sup> CONICET – SEGEMAR – UNCa – UNLaR; <sup>15</sup> INTA-EEA, Esquel; <sup>16</sup> CONICET-UNSa, IBIGEO; <sup>17</sup> INTA-AER, Jacobacci; <sup>18</sup> IFAB (INTA-CONICET) INTA EEA Bariloche; <sup>19</sup> UBA, FAUBA; <sup>20</sup> INTA-EEA, Cerro Azul; <sup>21</sup> UNPSJB-CONICET, IPEEC; <sup>22</sup> ONDTyD, CONICET-IADIZA; <sup>23</sup> INTA ODR V.R. Bermejito. <sup>24</sup> Proyecto Quimilero- PNP Loro Hablado, Subsecretaría de Ambiente y Biodiversidad, Chaco; <sup>25</sup> Dirección de Suelo y Agua Rural – MPlyE, Chaco; <sup>26</sup> CONICET-IADIZA. Todos/as las autoras pertenecen a instituciones argentinas

**Palabras clave:** calidad de agua.

## Introducción

El Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTyD) es un sistema nacional de evaluación y monitoreo de tierras a diferentes escalas (nacional, regional y de sitios piloto), basado en un abordaje integral, interdisciplinario y participativo. El mismo forma parte de las RIOSP: Red Institucional Orientada a la Solución de Problemas. Este tipo de redes se conforman a partir de la asociación de grupos de investigación pertenecientes a Organismos de Ciencia y Tecnología e instituciones públicas y/o privadas.

Las redes proponen abordar problemas complejos y significativos para el desarrollo del medio social, productivo y el ambiente, así como también situaciones de riesgo o amenazas. En el caso del ONDTyD su objetivo general es proveer información relativa al estado, tendencias y riesgo de la degradación de tierras y desertificación para elaborar propuestas e impulsar medidas de prevención, control y mitigación, destinadas al asesoramiento de los tomadores de decisiones públicas y privadas de Argentina y a la concientización e información

de la sociedad en general. Para eso cuenta en su estructura con Sitios Piloto (SP) en regiones con diversos grados de desertificación distribuidos por todo el país, que son los generadores de datos, tanto socio-productivos como biofísicos a escala local.

El deterioro de la calidad del agua resulta uno de los temas más críticos en los países en desarrollo. La variación en el régimen de precipitaciones en zonas áridas y semiáridas provoca ciclos de sequía cada vez más preocupantes debido al impacto sobre el pastizal y sobre la calidad y disponibilidad de agua superficial y freática, principales fuentes de agua tanto para consumo como para producción agrícola ganadera (Abraham et al., 2019). Un mal uso del agua puede generar procesos de salinización, y el agregado de contaminantes al recurso que de por sí es escaso. (Bargiela et al., 2018). Usos no prioritarios pueden, a su vez, generar sobreexplotación de acuíferos generando problemas de disponibilidad.

Los monitoreos de la calidad del agua representan un gran desafío para los distintos actores del territorio nacional debido a la diversidad de usos de recurso vital y a la heterogeneidad entre regiones. En este sentido se creó un grupo Ad Hoc "Aguas" del ONDTyD para la estandarización de métodos de muestreo, expresión de resultados y asesoramiento.

El objetivo de este trabajo es evidenciar las experiencias y desafíos de lograr un monitoreo de calidad del agua a nivel nacional en el marco del ONDTyD a través de una metodología participativa basada en el trabajo específico de cada Sitio Piloto. En este sentido, es que esta información ofrece una situación diagnóstica que permite definir líneas de investigación a profundizar y fortalecer los vínculos entre los Sitios Piloto que integran esta Red.

### Metodología

El área de muestreo comprende las zonas delimitadas por 14 de los 17 SP que integran la red. Debido a la gran diversidad de ambientes en cada SP, desde el grupo Ad Hoc se los agrupó en 5 grandes regiones: Centro, Cuyo, Noreste, Noroeste y Sur para facilitar el análisis posterior. Asimismo, se llevó a cabo una primera etapa de armonización de protocolos de muestreos, conservación y cantidad de muestras a recolectar, tomando como valores de referencia el consumo humano, por ser el más restrictivo.

Posteriormente, bajo un proceso participativo se presentó el protocolo armonizado a cada referente de los SP para llevar a cabo los muestreos de agua superficial y subterránea tomando entre cinco y diez puntos para cada tipo. Las variables determinadas fueron pH, CE, nitrato, amonio, nitrito, PRS, oxígeno disuelto, dureza de carbonatos y total; para ello se usaron sondas multiparamétricas, análisis de laboratorio y kit lab compacto de Merck en aquellos sitios que no hubiera laboratorio disponible. Asimismo, con el objetivo de ampliar la información de la calidad de agua se determinó contenido de As y F en 9 SP para agua superficial y 6 SP para agua subterránea que tenían las capacidades instaladas.

### Resultados y Discusión

Cada sitio tiene sus propios contextos a estudiar, los cuales se profundizan en los estudios puntuales que los equipos de trabajo de cada SP realizan (<http://www.desertificacion.gob.ar/>). Los resultados encontrados en este estudio muestran que el acceso a tecnologías de análisis y laboratorios especializados constituyen el primer obstáculo al momento de abordar el monitoreo de una fuente de agua; fundamentalmente por los costos asociados a los reactivos y al traslado de las muestras para su análisis por terceros.

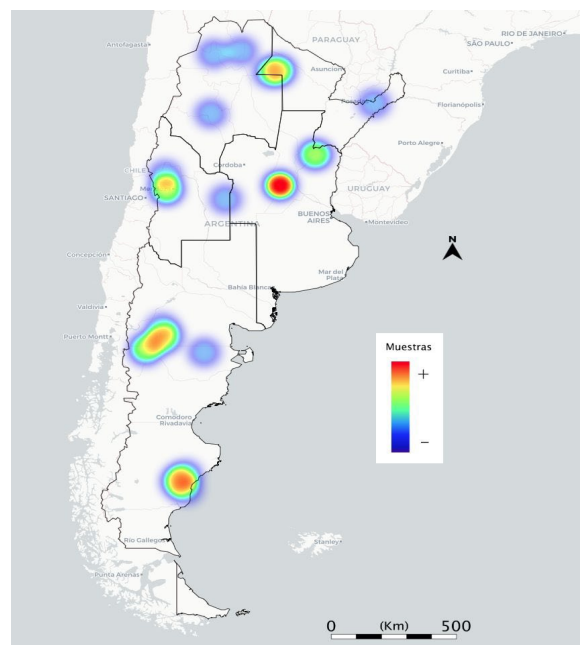


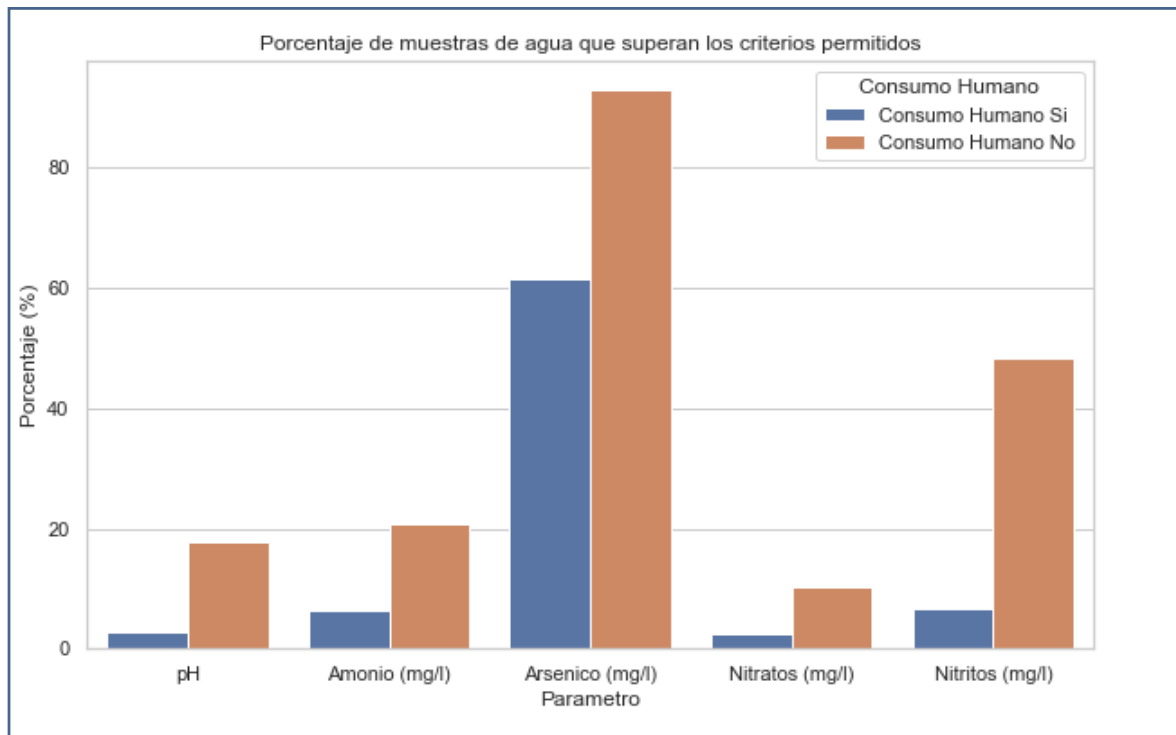
Figura 1.- Mapa de calor de las zonas muestreadas, a mayor intensidad de color se asocia un mayor número de muestras analizadas.

Respecto a los usos del agua se encontró al consumo humano y animal como los más frecuentes; 12,06% y 20,69% respectivamente en agua superficial y 14,49% para ambos usos en aguas subterráneas.

Finalmente, se estableció una comparación directa de las características fisicoquímicas de las distintas fuentes y analizaron algunos indicadores de contaminación por región geográfica, como se muestra en la Tabla 1.

*Tabla 6: Parámetros críticos en aguas*

	REGIÓN	CENTRO	CUYO	NORESTE	NOROESTE	SUR
<b>PH</b>	MEDIAN	8.43	7.60	7.80	8.00	7.64
	MIN	7.30	6.70	6.17	7.45	7.24
	MAX	9.25	8.50	10.01	8.50	8.43
<b>CE [MS/CM]</b>	MEDIAN	7.12	0.48	0.37	0.50	0.59
	MIN	0.54	0.13	0.01	0.32	0.31
	MAX	36.32	5.66	140.00	1.65	5.07
<b>ARSENICO (PPB)</b>	MEDIAN	100.00	200.00	5.00	12.45	10.03
	MIN	4.70	200.00	0.00	8.10	1.20
	MAX	500.00	200.00	900.00	50.00	35.00
<b>NITRATE [MG/MEDIAN]</b>	MEDIAN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAX	552.76	0.00	10.00	10.00	5.40
<b>DUREZA TOTAL [NG/]</b>	MEDIAN	674.98	350.00	45.00	110.00	173.27
	MIN	44.29	172.00	0.55	13.10	66.00
	MAX	800.00	350.00	17251.25	340.00	332.29



**Figura 2: Porcentaje de muestras que superan los valores admisibles por el Código Alimentario Argentino.**

Los valores mostrados en la Figura 2 ponen de manifiesto que un gran porcentaje de las muestras analizadas se encuentran no aptas para consumo humano aún cuando la fuente se clasifique para ese uso.

### Conclusiones

Este primer análisis refleja la variabilidad planteada debido a las diferentes regiones con suelos y subsuelos característicos, la época de monitoreo, acceso a los equipos y experticia para las determinaciones. No obstante, la protocolización inicial y el Kit compacto de laboratorio contribuyó a una mayor homogeneidad en procesamiento de las muestras, lo que necesita aún de correcciones con vistas a los próximos muestreos.

Con respecto a las fuentes de agua muestreadas, se concluye que en su mayoría se utilizan para consumo humano y animal. Muchas de ellas, sin embargo, presentan algún parámetro fuera de los límites para el agua potable contemplados en el Código Alimentario Argentino para aguas naturales.

Por último y teniendo en cuenta que el monitoreo de

aguas en los SP forma parte del estudio integral del ambiente que incluye los componentes biofísicos y socioeconómicos: vegetación, suelo, clima, erosión, capital humano; es importante mencionar que este estudio permite obtener herramientas para hacer más eficientes los esfuerzos y uso de los recursos para lograr una visión a escala nacional.

### Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco del proyecto ImpaCT. ar Ciencia y Tecnología Desafío 48

## Referencias Bibliográficas

Abraham, E.M.; Therburg, A.; Rubio, M.C.; Lizana, P. y Bottero, C. (Eds.) (2019): Evaluación Integrada de la Desertificación: Enfoques y Metodologías Socioambientales.- Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación - IADIZA, Mendoza. 1a ed. 188 pp. ISBN: 978-987-23430-4-0

Bargiela Martha; Maggi, Alejandro; Kulinicz Yesica, Bosio, Matías y Introcaso, Rafael. Validando características fisicoquímicas del agua como indicadores de desertificación en el área del NOA. I Jornada Nacional de la Evaluación Integrada de la Desertificación: Enfoques y Metodologías Socioambientales. 25 y 26 de septiembre de 2018, Mendoza.



# Residuos y efluentes agropecuarios y agroindustriales generados en el Sur de Santa Fe

**Autores:** Juan Ignacio Ibarlucea<sup>1</sup>; Gustavo Gimenez<sup>1</sup>; Ricardo Pagani<sup>2</sup>; Maria Jose Dickie<sup>2</sup>; Marianela Sabrina de Emilio<sup>3</sup>; Ezequiel Bertozzi<sup>4</sup>; Francisco Cardozo<sup>5</sup>; Melina Covacevich<sup>6</sup>; Ignacio Huerga.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> AER Roldán; <sup>2</sup> AER Cañada de Gómez; <sup>3</sup> INTA CIEP; <sup>4</sup> AER Casilda; <sup>5</sup> AER Totoras; <sup>6</sup> EEA Oliveros; <sup>7</sup> AER Venado Tuerto

**Palabras claves:** contaminación, intensificación, tratamientos, reutilización.

## Introducción

En los últimos 30 años se ha visto un cambio de paradigma en la producción animal. Con el objetivo de mejorar la eficiencia en la transformación de granos a carne, huevos y leche, el sector agropecuario ha modificado la cría animal a campo (animales dispersos en grandes superficies), hacia el confinamiento, conocido como intensificación ganadera. Esto presenta dos características centrales: mayor número de animales por unidad de superficie (con el correspondiente aumento del uso de insumos en su alimentación), y la concentración de la producción animal en un menor número de productores.

Como externalidad, se genera un incremento de los flujos de energía, nutrientes y riesgos de contaminación, dado por la acumulación de excretas en áreas reducidas. Con el fin de evitar esta contaminación al ambiente, en los últimos años muchos productores comenzaron a utilizar este tipo de residuos como insumo para la generación de energía y aporte de materia orgánica o nutrientes para los suelos agrícolas.

El sur de Santa Fe contempla los departamentos Belgrano, Caseros, Constitución, General López, Iriondo, Rosario y San Lorenzo. Se caracteriza principalmente por ser una zona agrícola con suelos de alta capacidad productiva. Según el Censo Nacional Agropecuario 2018, existen 2.101.682,0 de hectáreas que son utilizadas para el desarrollo cultivos. Asimismo, la producción animal es también una actividad importante en el

sur provincial, visto que en este mismo Censo se informan 766.449 cabezas de bovinos (17% del total provincial); 373.493 cabezas de con porcinos (65%), 40.879 bovinos en ordeño (6%) y 6.286.451 de pollos parrilleros (33%).

Los residuos pecuarios que se pueden encontrar en esta zona son los siguientes: camas de aves (compuestas por heces, orina, material absorbente, resto de alimento y plumas); excretas de cerdo (heces, orina y agua) estiércol bovino y efluentes de tambo. Es de interés del sector agropecuario conocer el volumen que se generan de los mismos y su significancia respecto a otro tipo de residuos. Es por ello que se plantea como objetivo en el siguiente trabajo, realizar una estimación de la generación de residuos pecuarios (RP) que los establecimientos de cría animal intensiva (tambos, cerdos, feed lot y aves para carne) generan en el Sur Provincial. Y a su vez, generar propuestas para un manejo apropiado de los residuos y efluentes que puedan ser adoptadas por los sistemas de producción animal del Sur de Santa Fe.

Es importante destacar que este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto de Desarrollo Local "Residuos y efluentes agropecuarios y Agroindustriales generados en el Sur de Santa Fe", dentro de la Plataforma de Innovación Territorial "Sistemas Productivos Agroindustriales Integrados del Sur de Santa Fe".



## Desarrollo

Se realizó un relevamiento de los establecimientos de cría animal intensiva (tambos, cerdos, aves y bovinos para carne) mediante la base de datos que el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) dispone. A cada establecimiento se geo-referenció, con el fin de poder realizar una estimación de la generación de residuos a nivel distrital.

La cantidad de residuos generados por tipo de producción se estimó en virtud a dos categorías de datos: (1) Datos Bibliográficos (valores de bibliografía local de INTA y otros organismos de ciencia y tecnología); (2) datos de campo (valores que se fueron recolectando en visitas

realizadas a este tipo de establecimiento durante el desarrollo del proyecto). Para la estimación final se utilizaron valores medios de estos datos. Para el procesamiento de datos se utilizaron planillas de Microsoft Excel; y para la generación de mapas para representar la generación de residuos se utilizó el Software QGIS 3.16

Por otro lado, se realizaron visitas técnicas a distintos establecimientos de producción animal, donde se pudieron conocer los principales usos de los residuos y las demandas que tienen en tecnologías duras y blandas para poder realizar una gestión adecuada.

## Resultados obtenidos

En la tabla 1 se muestran los valores de los resultados obtenidos de la generación de residuos pecuarios, y la comparativa con los residuos domiciliarios.

**Tabla 1: Total de residuos pecuarios generados en los Departamentos del Sur de Santa Fe, y su comparación con los residuos domiciliarios.**

(1) Corresponden a los residuos que se generan en los hogares.

(2) Corresponden al total de residuos domiciliarios. Incorpora los residuos de poda, jardín y construcción.

Departamento	Ton/d de residuos pecuarios					Ton/d Residuos Domiciliarios	
	Porcinos	Tambo	Feed Lot	Cama de pollo	Total	Hogares (1)	Hogares + poda + Construcción (2)
Belgrano	50.9	23.5	67.3	0.1	141.9	88.0	21.0
Caseros	477.7	9.0	178.9	20.0	685.6	158.0	38.0
Constitución	93.3	2.6	134.6	0.0	230.5	107.6	40.9
General Lopez	484.9	324.1	123.1	1.6	933.8	234.7	89.3
Iriondo	178.6	84.8	82.2	12.4	358.0	85.2	35.0
Rosario	400.8	4.6	47.0	4.3	456.6	671.0	587.0
San Lorenzo	67.3	21.6	19.2	0.0	108.1	227.0	99.7
<b>Total</b>	<b>1753.6</b>	<b>470.1</b>	<b>652.3</b>	<b>38.4</b>	<b>2914.5</b>	<b>1571.5</b>	<b>910.9</b>

Se puede apreciar que en el Departamento General López se genera una mayor cantidad de residuos pecuarios; y son los sistemas de producción porcina los que más aportan a esta causa. La cantidad total de residuos estimados doblaba el total de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que la población de estos departamentos genera.

La generación de residuos pecuarios a escala departamental se puede observar en la figura 1. En la figura 2 se muestra la generación de residuos de la producción porcina a escala departamental, y en la figura 3 se puede apreciar, dentro del Departamento General López, cuáles son los distritos que mayor volumen de residuos porcinos generan.

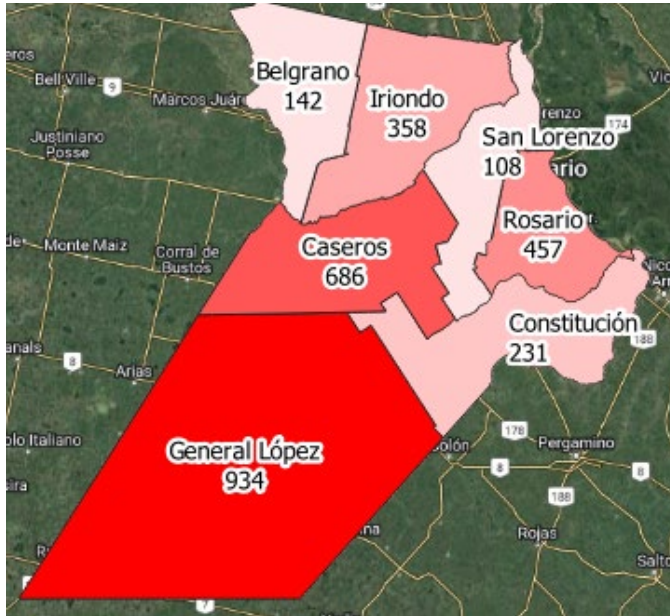


Figura 1: Generación de residuos pecuarios en Ton/d en los Departamentos del Sur de Santa Fe.

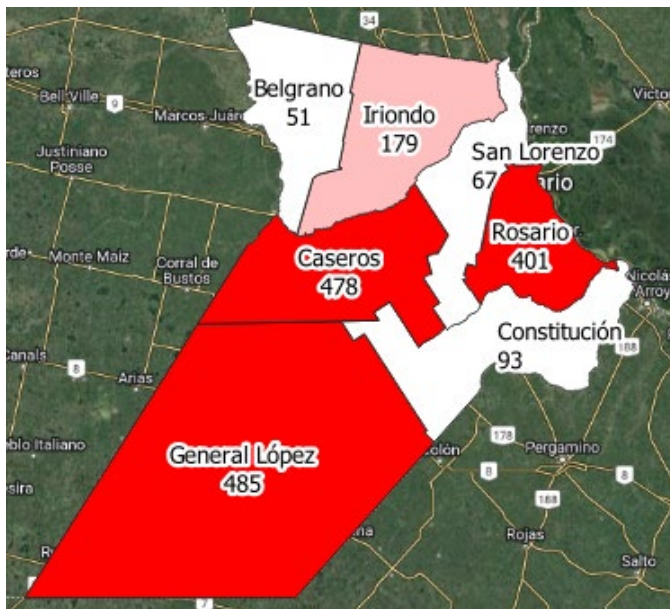


Figura 2: Generación de residuos de la producción porcina en Ton/d en los Departamentos del Sur de Santa Fe.

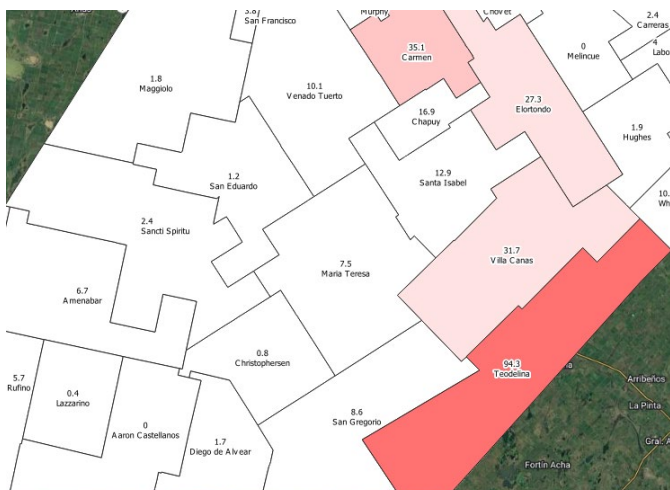


Figura 3: Residuos de la producción porcina a nivel distrital – Departamento General López.

Más allá de la generación de residuos, es necesario apreciar cuál es el destino final de los mismos. En virtud a las visitas realizadas y a los encuentros de intercambio que se realizaron en el marco del proyecto, se pudieron apreciar distintas formas de manejar estas corrientes. Se resumen a continuación las principales prácticas que pueden ser consideradas al momento de comenzar a realizar una gestión adecuada de los residuos y efluentes.

Implementar una separación Líquido – Sólido cuando se generan corrientes de efluentes, a fin de mejorar el tratamiento posterior de la fase líquida. Esto es aplicable, especialmente en efluentes

de tambos y producción porcina, visto que estas corrientes arrastran un elevado contenido de sólidos (que pueden sedimentar fácilmente, y además se encuentran suspendidos en la fase líquida). Provocan obturaciones en las lagunas donde se almacenan, ya sea para su posterior tratamiento (baja considerablemente la carga orgánica de los efluentes) o bien para su uso como insumo en la producción agrícola (favorece la homogeneización de los nutrientes y materia orgánica en caso de que no exista un removedor para la captación del efluente en la laguna).



Foto 1: Separador de sólidos: Tamiz y tornillo.



Foto 2: Separador de sólidos tipo tambor.

Evaluar la posibilidad de generar energía (biogás) con las corrientes de desechos de cerdos y tambos. Combinando esta sugerencia con la anterior, existe una brecha en considerar "cuando" separar. En algunos casos se propone realizarla previo al biodigestor, y en otros posterior al mismo. Todo dependerá del tipo de biodigestor a implementar: si es un biodigestor de alta eficiencia (con agitación, de mampostería, aislación) conviene utilizar todo el efluente y separar los sólidos posteriores al mismo.

En cuanto a la generación de energía eléctrica utilizando el biogás, para los sistemas de gran escala (capacidad instalada superior a 1 MW) existen oferentes que entregan el producto "llave en mano". Generalmente, empresas proveedoras de tecnología extranjera con representantes a nivel nacional. Cuando la potencia instalada es menor, se debe armar el "paquete tecnológico" a través el ensamble de distintos proveedores locales, que adapten sus productos al sistema "biodigestor"

En todos los casos, conviene evaluar el objetivo final de la producción energética. En la tabla 2 se muestran algunas de las características del biogás obtenido con distintos efluentes.

**Tabla 2:** Características del biogás obtenido con distintos tipos de efluentes. Los datos del biogás obtenido con efluente porcino fueron generados por el INTA en el marco de este proyecto, los de biogás provenientes de efluentes de tambo los provee la empresa “ADECO AGRO”, visitada durante el proyecto local.

PARÁMETRO	BIOGÁS CON EFLUENTE PORCINO	BIOGÁS CON EFLUENTE DE TAMBO
% METANO (CH <sub>4</sub> )	65 – 75	50 – 60
% DIÓXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )	35 – 25	50 - 40
SULFHÍDRICO (SH <sub>2</sub> ) PPM	500 – 10.000	< 200
CONTENIDO ENERGÉTICO (KWH/M <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	1.5	2

<sup>1</sup> Este parámetro, además del contenido energético, depende mucho de la eficiencia del motor.

En el caso del biogás con efluente de tambo, el moto donde fue medido es de mayor eficiencia que el proveniente de biogás con efluente porcino.

Utilizar los residuos pecuarios para nutrición de cultivos realizando el correspondiente balance de nutrientes, implica muestrear los residuos/efluentes y el suelo. Dentro de las posibilidades del productor, se recomienda la realización de compostaje para mejorar las características del material en su uniformidad, para facilitar la distribución en el uso agronómico.

La limitante que tienen los efluentes líquidos para su utilización como fertilizante es el momento de aplicación (limitado por la existencia de cultivos en el lote) y la generación diaria. Esto implica tener una capacidad de almacenamiento en lagunas para cuando no se pueda aplicar. En cuanto a los residuos sólidos (feed lot, aves), generalmente se trasladan hacia las cabeceras de los lotes para poder ser aplicados cuando no hay cultivos. En el caso que los sólidos queden estacionados, sin moverse/mezclarse, la distribución en el lote es heterogénea.

**Tabla 3:** Características de los residuos pecuarios utilizados para nutrición de suelos.

En el caso del efluente proveniente de la producción porcina, fueron datos generados durante el desarrollo del proyecto. El de “Residuo obtenido de barrido de Feed lot” lo proveyó un productor visitado durante el proyecto; y los de Cama de Pollo fueron obtenidos por el INTA EEA Concepción del Uruguay.

PARÁMETRO	EFLUENTE PORCINOS	RESIDUO OBTENIDO DE BARRIDO DE FEED LOT	CAMA DE POLLO
MATERIA ORGÁNICA (%)	6.7	20.8	79%
FÓSFORO (%)	0.6	0.4	0.97
NITRÓGENO TOTAL (%)	0.7	0.9	2.96
SODIO (%)	0.075	0.33	0.41
PH	7.7	9	7.56



Foto 3: Vista de lote donde se aplicaron efluentes porcinos



Foto 4: Pila de barrido de feed lot, previo a su aplicación en lote.

### Comentarios finales

Se puede estimar que en el Sur de Santa Fe se generan un total de 2.914 toneladas diarias de residuos provenientes de productores de leche, carne aviar, feed lot y cerdos. Estos últimos aportan el 60% del total. Comparando este volumen con los residuos asimilables a domiciliarios (RSU) en todos los departamentos (menos en el Departamento Rosario) superan ampliamente su generación. Aunque el impacto que ocasionan al ambiente los RSU pueden traer un mayor perjuicio visto que generalmente terminan en basurales a cielo abierto, mientras que los residuos pecuarios pueden ser reutilizados; y por otro lado, los residuos pecuarios se encuentran dispersos en todo el territorio del sur provincial.

Este trabajo permitió visualizar la ubicación de los distintos tipos de residuos, a fin de identificar posibles estrategias locales para su manejo en forma conjunta, aplicando algunas de las prácticas amigables al medio ambiente, como puede ser la utilización para mejorar los suelos, generar energía y aprovecharlos en el sistema productivo.

### Bibliografía Consultada

1. Herrero, M. A. y Gil, S. B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología austral*, 18(3), 273-289.
2. BOE. 2000. Boletín oficial del Estado N.º 58. Real Decreto 324/2000 sobre normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.

Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad. Madrid, España.

3. Vicari, M. P. (2012). Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos. Artículo disponible en <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/319> (acceso 20 de Julio de 2023)
4. Alonso-Estrada, D., Lorenzo-Acosta, Y., Díaz-Capdesuñer, Y. M., Sosa-Cáceres, R., & Angulo-Zamora, Y. (2014). Tratamiento de residuales porcinos para la producción de biogás. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 48(3), 16-21.
5. Sosa, N., Orcellet, J., Gambaudo, S., & Fe, S. (2016). Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. *Informaciones agronomicas de Hispanoamerica*, 23, 14-18.
6. Sosa, N., Mathier, D. F., & Bragachini, M. A. (2019). Informe Ensayo de aplicación de efluentes porcinos en cultivo de maíz (Campaña 2017-2018). EEA Manfredi. Disponible en [www.inta.gob.ar](http://www.inta.gob.ar) (acceso 5 de Julio de 2023)
7. Gange, J. M. (2016). Aproximación al valor potencial de la cama de pollo como fertilizante en el centro este de Entre Ríos. *Cama de pollo en Entre Ríos*, 48.





# **Metodologías de laboratorio**

# Ensayo intercomparativo del método Kjeldahl

**Autores:** Devia, EA<sup>1</sup>; Adorni, MB<sup>2</sup>; Gaggiotti, M<sup>2</sup>; Cuatrin, A<sup>3</sup>; Audero, G<sup>2</sup>; Campos, S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros, Ruta Nac. N° 11 km 353, Oliveros, Santa Fe, Argentina; <sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Rafaela, Dirección, Rafaela, Santa Fe, Argentina;

<sup>3</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Paraná, Ruta 11 Km 12,5, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

**Palabras clave:** intercomparativos, desempeño, metodologías, laboratorios, evaluación.

devia.edgardo@inta.gob.ar

## RESUMEN

La organización de ensayos intercomparativos es fundamental para conocer el desempeño de cada laboratorio participante, estandarizar metodologías de análisis, armonizar la expresión de resultados y evaluar la recuperación de un determinado analito a partir de patrones internos, como parte de las actividades esenciales para el aseguramiento de la calidad analítica del laboratorio.

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar el desempeño analítico en el método Kjeldahl de once laboratorios pertenecientes a la Red de Calidad e Inocuidad de Alimentos de INTA. En una primera instancia se fraccionó ácido glutámico (AG), lisina (L) y sulfato de amonio (SA) como patrones internos de alta pureza (>99 %). Posteriormente fueron enviados a los laboratorios participantes. AG y L fueron utilizados para evaluar la digestión, mientras que SA para controlar la destilación, ambas etapas involucradas en el desarrollo de la metodología de referencia (Kjeldahl), la cual determina el contenido proteico en matrices alimentarias. Los patrones se analizaron según la metodología utilizada por cada laboratorio. Los resultados, expresados como nitrógeno recuperado sobre base seca, fueron enviados al equipo organizador del ensayo mediante un formulario estandarizado de datos primarios. Una vez recopilados los resultados solo se incluyeron en la evaluación estadística aquellos que cumplieron con las siguientes condiciones: envío de resultados dentro de los plazos establecidos, por duplicado y con una diferencia menor al 20%. La evaluación estadística fue realizada de acuerdo con lo especificado en la Norma ISO 13528 versión

vigente. La misma incluyó el cálculo de los siguientes parámetros: valor asignado, incertidumbre estándar del valor asignado y desempeño de los laboratorios a través de z-score (z). En función de este último parámetro se determinaron los criterios para la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes, de tal forma que si:  $|z| \leq 2$  resultados satisfactorios;  $2 < |z| \leq 3$  resultados cuestionables y  $|z| \geq 3$  resultados insatisfactorios. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de los patrones, se observó que, para AG, dos de los once laboratorios evaluados presentaron resultados cuestionables e insatisfactorios. En cuanto a L, todos los participantes presentaron resultados de z satisfactorios. Finalmente, para SA, los valores de z resultaron satisfactorios para la mayoría de los participantes, con excepción de un laboratorio que fue excluido debido a resultados inconsistentes con los criterios establecidos. Con la información obtenida se elaboró un informe de resultados, el cual fue enviado a los participantes con el objetivo de que puedan conocer y evaluar su desempeño.

En conclusión, los hallazgos encontrados demuestran que el 90 % de los laboratorios participantes presentaron resultados aceptables ( $z\text{-score} \leq 2$ ), demostrándose así el buen desempeño en las diferentes metodologías utilizadas. Asimismo, los participantes indicaron la importancia de contar con ensayos intercomparativos que permitan armonizar las metodologías de trabajo y evaluar la presencia de desvíos y oportunidades de mejora.



## Introducción

En los últimos años, los laboratorios de ensayo encaminan sus esfuerzos hacia la implementación de un sistema de gestión de calidad (SGC) con el objetivo de garantizar su competencia técnica y la validez de sus resultados. Asegurar la calidad de sus mediciones con el propósito de obtener resultados exactos, confiables, oportunos y adecuados para el uso previsto. Los ensayos intercomparativos dentro de los instrumentos de gestión de la calidad, son una herramienta que permite a los laboratorios demostrar y evaluar su aptitud técnica, ajustar sus métodos de medición y calibración, comparar resultados con sus pares y por lo tanto asegurar la calidad de las mediciones. (Adorni et al, 2017).

En este sentido, la organización de ensayos intercomparativos es fundamental para conocer el desempeño de cada laboratorio participante, como parte de las actividades esenciales para el aseguramiento de la calidad analítica del laboratorio. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar y comparar el desempeño analítico en el método Kjeldahl de once laboratorios pertenecientes a la Red de Calidad e Inocuidad de Alimentos del INTA.

## Materiales y métodos

Se trabajó con 11 laboratorios de la Red de Calidad e Inocuidad Alimentaria del INTA, bajo los lineamientos de la ISO 17043 versión vigente y la guía del Programa de Mejoramiento de la Evaluación de Forrajes y Alimentos (PROMEFA). A cada participante se suministró tres patrones de alta pureza (>99%): ácido glutámico (Acido L – Glutámico Art. 9698.05, Biopack, Argentina C5H9NO4, PM: 147.13), lisina (L-lisina monoclóhidrato Biopack Nr. Código 9711.06: C6H14N2O2.HCl, PM = 182.65) y sulfato de amonio (Amonio Sulfato PA-ACS-ISO, Selecta S.A., código 70005, (NH4)2SO4, PM: 132.14), para verificar las etapas de digestión (AC y L) y destilación (SA), ambas involucradas en el desarrollo del método Kjeldahl.

Los patrones se analizaron según la metodología utilizada por cada laboratorio y los resultados se expresaron como nitrógeno recuperado sobre base seca, utilizando un formulario de datos primarios estandarizado por el equipo organizador. Los laboratorios fueron identificados por números al

azar de manera de resguardar su confidencialidad. Se enviaron recomendaciones para la manipulación, análisis e informe de resultados de cada patrón analizado.

Solo se incluyeron en la evaluación estadística aquellos laboratorios que cumplieron con las siguientes condiciones: envío de resultados dentro de los plazos establecidos, por duplicado y con una diferencia menor al 20%. La evaluación estadística fue realizada según la Norma ISO 13528 vigente. La misma incluyó el cálculo de los siguientes parámetros: valor asignado, incertidumbre estándar del valor asignado y desempeño de los laboratorios a través de z-score (z). Para el valor asignado se tomó el promedio robusto de los resultados reportados por los laboratorios participantes, calculando el algoritmo A, tal como se especifica en el anexo C de la Norma. De igual manera se procedió para el cálculo de la incertidumbre estándar del valor asignado y el parámetro z. Siendo este último  $z = (x-X) / s^*$

Donde:

**z score** utilizada para el ensayo de aptitud

**x:** promedio de los resultados medidos por el laboratorio

**X:** valor asignado para el ensayo de aptitud

**S\*:** desviación estándar robusta

Criterios para la evaluación de los valores:

**| z | ≤ 2** Resultados satisfactorios

**2 < | z | ≤ 3** Resultados cuestionables

**| z | ≥ 3** Resultados insatisfactorios

Finalmente, los resultados obtenidos fueron recopilados e informados en un único informe enviado a cada participante.

## Resultados y Discusión

### Laboratorios participantes:

A continuación, en la Tabla 1, se especifica la cantidad de laboratorios participantes, evaluados y no evaluados para cada uno de los patrones enviados. En total, participaron de la interoperación

11 laboratorios, de los cuales 9 determinaron sulfato de amonio, 6 realizaron el análisis de lisina y 6 analizaron ácido glutámico.

**Tabla 1: "Cantidad de participantes por patrón analizado"**

Muestra	Cantidad de Laboratorios Participantes	Cantidad de Laboratorios Evaluados	Cantidad de Laboratorios no evaluados
Sulfato de Amonio	9	9	0
Lisina	6	6	0
Ácido Glutámico	6	6	0

### Valor asignado:

Los resultados que se incluyen en la evaluación estadística, para determinar el Valor Asignado y la Incertidumbre Estándar del Valor Asignado, debieron cumplir con las siguientes condiciones:

Envío de resultados en plazos establecidos

Envío de resultados de la totalidad de las muestras enviadas y por duplicado

Valores de duplicados con una diferencia menor al 20%

El Valor Asignado fue calculado por consenso de los laboratorios participantes y la Incertidumbre

Estándar del Valor Asignado según lo especificado en el punto 5.6.2 de la Norma ISO 13528 versión vigente.

En la tabla 2 se muestra el Valor Asignado y la Incertidumbre del Valor Asignado calculado a partir de los resultados enviados por los laboratorios participantes de cada uno de los patrones involucrados en el ensayo. Uno de los laboratorios participantes fue excluido de la estimación del Valor Asignado, ya que no cumple con los criterios de aceptación establecidos.

**Tabla 2: "Resultado Valor asignado e Incertidumbre Estándar en % de recuperación"**

Muestra	Valor asignado (%)	Incertidumbre Estándar del Valor Asignado (%)
Ácido Glutámico	97,56	1,08
Lisina	93,51	4,25
Sulfato de Amonio	101,39	2,14

**Evaluación del desempeño de los laboratorios:**

La evaluación del desempeño de los laboratorios se realizó de acuerdo con la Norma ISO 13528 versión vigente. Se utilizó como criterio la Puntuación "z", la cual se calcula de la siguiente manera:

$$z = (x-X) /s^*$$

Donde:

**z:** score utilizado en la evaluación de aptitud

**x:** resultado medido por el laboratorio

**X:** valor asignado de la evaluación de aptitud

**s\*:** Desviación estándar robusta

Criterios para la evaluación de los valores

**| Z | ≤ 2** Resultados satisfactorios

**2 < | Z | ≤ 3** Resultados cuestionables

**| Z | > 3** Resultados insatisfactorios

**Resultados y desempeño de los laboratorios participantes:**

A continuación, se detallan los laboratorios participantes y la puntuación z score obtenida por cada uno de los laboratorios en las diferentes muestras analizadas. Asimismo, en las figuras 1, 2 y 3 se refleja el z-score obtenido por cada laboratorio participante en relación con los tres patrones enviados.

### MUESTRA: Sulfato de Amonio

Tabla N° 3: "Resultados informados para SA y puntuación Z calculada para laboratorio participante"

NÚMERO DE LABORATORIO	REP 1 (X1)	REP 2 (X2)	MEDIA (XI)	PUNTUACIÓN Z
1	98,19	98,43	98,31	-1
3	103,03	102,11	102,57	0
5	99,20	97,69	98,45	-1
6	92,16	93,31	92,74	-2
7	97,97	151,87	124,92	-19
8	101,93	103,60	102,77	0
9	102,33	115,45	108,89	2
10	104,90	118,46	111,68	2
11	99,70	99,70	99,70	0

NOTA: El laboratorio número 7 queda excluido de la estimación del valor asignado del sulfato de amonio, ya que no cumple con los criterios establecidos.

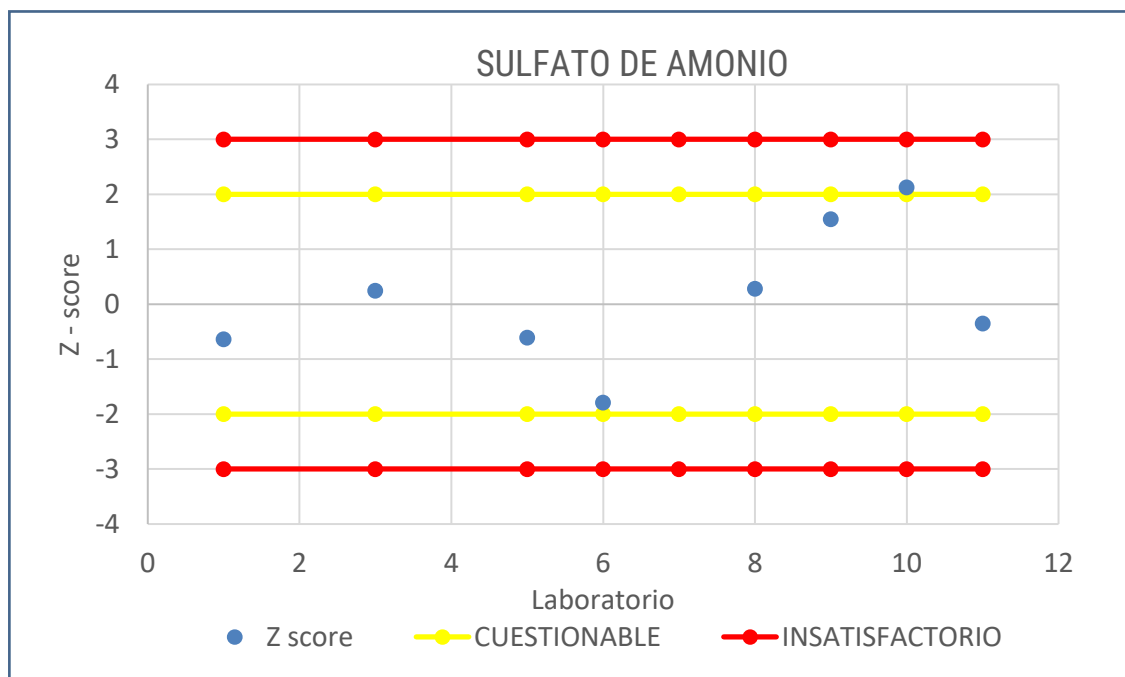


Figura 1: "Desempeño por laboratorio según el valor z para el sulfato de amonio"

NOTA: El valor de z score del laboratorio 7 se excluyó del gráfico debido a que excede los valores del mismo.

### MUESTRA: Lisina

Tabla N° 4: "Resultados informados para L y puntuación Z calculada para laboratorio participante"

NÚMERO DE LABORATORIO	REP 1 (X1)	REP 2 (X2)	MEDIA (XI)	PUNTUACIÓN Z
2	105,58	102,44	103,11	1
3	86,12	88,89	89,02	-1
6	79,33	80,14	80,46	-2
8	89,58	89,73	89,06	-1
10	97,34	97,07	98,04	1
11	97,95	98,10	98,14	1

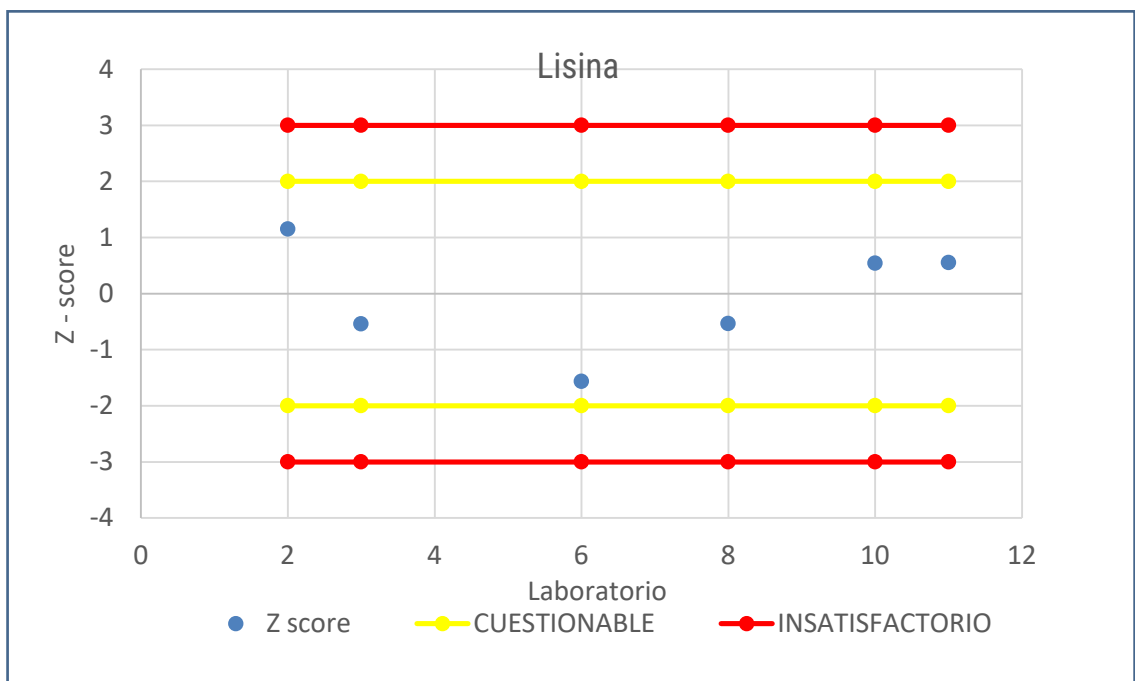


Figura 2: "Desempeño por laboratorio según el valor z para la lisina"

### MUESTRA: Ácido glutámico

Tabla N° 5: "Resultados informados para AG y puntuación Z calculada para laboratorio participante"

NÚMERO DE LABORATORIO	REP 1 (X1)	REP 2 (X2)	MEDIA (XI)	PUNTUACIÓN Z
1	98,60	99,18	98,89	1
4	100,33	98,75	99,54	1
5	97,19	97,19	97,19	0
6	92,94	92,55	92,74	-2
7	72,84	94,60	83,72	-7
9	99,56	98,41	98,99	1

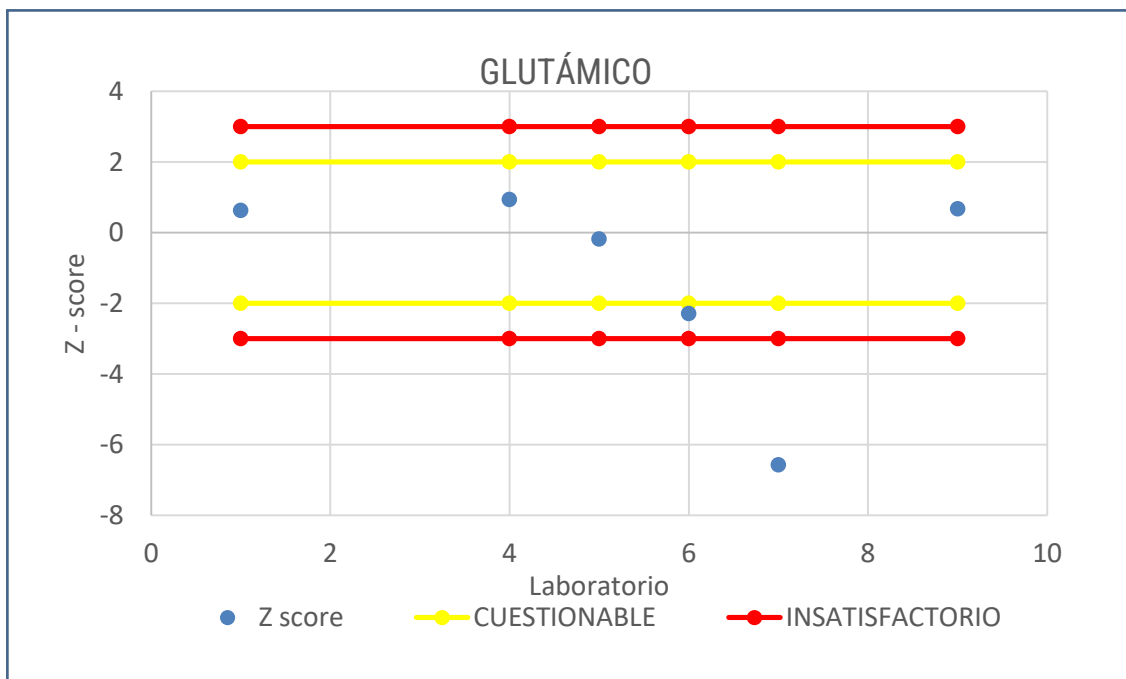


Figura 3: "Desempeño por laboratorio según el valor z para el ácido glutámico"

Para el caso del SA, los resultados fueron en su mayoría satisfactorios, a excepción de un laboratorio, identificado como laboratorio 7 que fue excluido por resultados inconsistentes (figura 1). Todos los participantes presentaron resultados de z satisfactorios para el caso de la lisina (figura 2).

En cuanto al análisis del AG, los resultados revelan que dos de los seis laboratorios evaluados, identificados como laboratorio 6 y 7 presentaron resultados cuestionables e insatisfactorios, respectivamente (figura 3).

### Conclusiones:

Los hallazgos encontrados demuestran que el 90 % de los laboratorios participantes presentaron resultados aceptables ( $z\text{-score} \leq 2$ ), demostrándose así el buen desempeño en las diferentes metodologías utilizadas. Asimismo, los participantes indicaron la importancia de contar con ensayos intercomparativos que permitan armonizar las metodologías de trabajo y evaluar la presencia de desvíos y oportunidades de mejora. De este modo, se refuerza la importancia de los ensayos intercomparativos como instrumentos que permiten y fomentan la mejora continua, impulsando a los laboratorios a optimizar sus metodologías y fortalecer la calidad de sus resultados.

### Bibliografía

Norma ISO/IEC 17043 versión vigente. "Evaluación de la conformidad-Requisitos generales para los ensayos de aptitud".

Norma ISO 13528 versión vigente. "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons".

Documento OAA: Criterios Generales para la acreditación de proveedores de ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios versión vigente,

AOAC. 1996 – 4.2.09.

Guía PROMEFA: Programa para el Mejoramiento de la Evaluación de Forrajes y Alimentos. (CISNA – FAUBA).

IRAM/SAGyP 29572: 2018

Adorni, MB. (26 de abril de 2017). "Implementación de la norma ISO/IEC 17043:2010 en el ensayo interlaboratorio de valor peróxido en grasa láctea anhidra". Congreso Virtual Iberoamericano sobre gestión de calidad en laboratorios.<http://www.iberolab.org/opencms/opencms/comunicaciones/Comunicaciones/comunicaciones1/index.html>.

Da Silva, T. E., Detmann, E., De Oliveira Franco, M., Palma, M. N. N., & Rocha, G. C. (2016). Evaluation of digestion procedures in Kjeldahl method to quantify total nitrogen in analyses applied to animal nutrition. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 38(1), 45. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i1.29171>

View of Optimización y revalidación del análisis de nitrógeno por el método | Afinidad. *Journal of Chemical Engineering Theoretical and Applied Chemistry*. (n.d.). <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/277230/365167>.





# Utilización de la Espectrometría de Masas con desorción láser asistida por matriz y tiempo de vuelo (MALDI TOF) para tipificación de aislamientos bacterianos provenientes del arroyo Tortugas, Santa Fe, Argentina (2024)

**Autores:** Devia, EA <sup>1,2</sup>; Falappa, E <sup>1</sup>; Cruz MD <sup>1</sup>; Pagani, R <sup>3</sup>; Montico, S <sup>4,5</sup>; Capurro, J <sup>6</sup>; Caruso, C <sup>7</sup>; DiLeo, N <sup>4,5</sup>; Berardi, J <sup>4</sup>; Janckovich, V <sup>8</sup>; Cardozo, F <sup>9</sup>; Millet, C. <sup>10</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Manejo de Cultivos, Suelo, Agua y Tejido Vegetal. Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros, Santa Fe, Argentina; <sup>2</sup> Instituto Politécnico Superior. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina; <sup>3</sup> Agencia de Extensión Rural INTA Cañada de Gómez, Santa Fe, Argentina; <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Santa Fe, Argentina; <sup>5</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias. Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Parque Villarino, Zavalla, Santa Fe, Argentina; <sup>6</sup> Asesora externa. Cañada de Gómez, Santa Fe, Argentina; <sup>7</sup> Área de Extensión Rural. Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros, Santa Fe, Argentina; <sup>8</sup> Agencia de Extensión Rural INTA Casilda. Santa Fe, Argentina; <sup>9</sup> Agencia de Extensión Rural INTA Totoras. Santa Fe, Argentina; <sup>10</sup> Agencia de Extensión Rural INTA Las Rosas. Santa Fe, Argentina.

**Palabras clave:** espectrometría, aislamientos bacterianos.

devia.edgardo@inta.gob.ar

## Introducción

Uno de los aspectos importantes que incide en la disponibilidad del agua es el impacto que produce la contaminación en la fracción renovable del agua dulce, que disminuye sustancialmente la disponibilidad del recurso (Argentina.gob.ar, n.d.). En este sentido, la contaminación de los cuerpos naturales de agua es una problemática que se presenta en la actualidad, principalmente en los países en vías de desarrollo, debido a que los desechos domésticos e industriales se vierten a

estos ecosistemas acuáticos sin tratamiento previo o pobremente tratados y por lo que constituyen una fuente constante de deterioro del medio ambiente (Larrea-Murrell, J, et al. 2012). El control de la calidad sanitaria de los recursos hídricos puede llevarse a cabo mediante distintos indicadores, entre estos la presencia y tipificación de bacterias presentes en el curso.

Tradicionalmente, las identificaciones bacterianas

en los laboratorios de microbiología se llevan a cabo principalmente de acuerdo con las características del fenotipo, incluidas las identificaciones de medios de cultivo, morfología de colonias, tinción de Gram y varias reacciones bioquímicas (Carroll, KC & Weinstein, MP; 2007).

Aunque estos métodos logran alta precisión en la gran mayoría de los casos, generalmente necesitan como mínimo entre una y dos semanas para completar todo el proceso. Por otra parte, existen los métodos moleculares, como la Reacción en la Cadena de la Polimerasa (PCR) en tiempo real, la secuenciación génica y el análisis de microarrays. Se trata de métodos rápidos para la identificación microbiana, cuyo costo es alto y requieren técnicos altamente capacitados en el manejo de herramientas moleculares. Por lo tanto, no se utilizan rutinariamente (Guo et al., 2014).

Sin embargo, existen otros métodos, como la Espectrometría de Masas con desorción láser asistida por matriz y tiempo de vuelo (MALDI TOF), que constituye una técnica más rápida y sencilla que permite complementar los métodos tradicionales en el proceso de tipificación en menor tiempo. La MALDI TOF se puede utilizar para obtener

huellas proteicas de células bacterianas completas (Fenselau, C. & Demirev, PA; 2001). Al comparar estas huellas con una base de datos de referencia mediante el uso de varios algoritmos, las bacterias se pueden identificar rápidamente al nivel de género y especie (Anhalt, JP, & Fenselau, C; 1975).

El presente trabajo tuvo por objetivo utilizar la MALDI TOF para tipificar aislamientos de bacterias provenientes del arroyo Tortugas, Santa Fe, Argentina.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Se seleccionó un área del curso de arroyo Tortugas, desde la localidad de Bouquet (Santa Fe) hasta la desembocadura de este en el río Carcarañá a la altura de la localidad de Cruz Alta (Córdoba), constituyendo una sección de unos 60 km lineales.

Se seleccionaron 9 puntos distribuidos a lo largo de toda la sección tomando como criterio principal el ingreso de afluentes al curso primario (Tabla 1)

Tabla N° 1: "Ubicación de los puntos de muestreo de agua"

N° DE PUNTO	LATITUD Y LONGITUD	OBSERVACIONES
11	-32,64494/-64,07707	DESEMBOCADURA DEL ARROYO EN EL RÍO CARCARAÑÁ
22	-32,78873/-61,79793	POST AFLUENCIA DEL CANAL DE VERTIDO DE EFLUENTES FEEDLOT CERDOS (CÓRDOBA) Y VACAS (SANTA FE)
33	-34,70854/-61,88983	POST AFLUENCIA CANAL DE VERTIDO DE CLOACAS DE TORTUGAS
64	-32,69542/-61,90871	ALTURA FEEDLOT (VACAS) FRENTE A GENERAL ROCA
55	-32,69604/-61,91073	PRE AFLUENCIA CANAL DE VERTIDO CLOACAS GENERAL ROCA Y MARCOS JUÁREZ
66	-32,80976/-61,92124	AFLUENCIA CANAL DE VERTIDO CLOACAS GENERAL ROCA Y MARCOS JUÁREZ
77	-32,65967/-61,86636	ALTURA PUENTE LA PRADERA
88	-32,62148/-61,87716	ALTURA PUENTE MANDILE
99	-32,423008/-61,95698	COMIENZO DEL ÁREA BAJA DEL ARROYO EN LA LOCALIDAD DE BOUQUET (SANTA FE)

### Muestreo de agua

Se llevó a cabo un muestreo dirigido, donde se recolectaron muestras simples en cada punto, utilizando colectores estériles de plástico. Las muestras fueron recolectadas el 25 de enero del 2024 en la franja horaria 9:10 a 15:57 h, a una profundidad de 0, 5 m y a una distancia de 1,5 m de la orilla del cauce. En cada una se consignó el número del punto y se registró en una planilla latitud, longitud, temperatura, hora y observaciones, y se conservaron a 4°C a resguardo de la luz solar.

### Aislamientos y tipificación

Para generar los aislamientos primarios se utilizó Violeta Rojo y Bilis Agar (VRBA) de la marca Britania, como medio selectivo para el recuento e identificación presuntiva de principalmente de enterobacterias, dada su correlación directa con el estado sanitario de cuerpo de agua.

Se sembraron nueve muestras de agua en profundidad, según indicaciones del fabricante, para

lo cual se inoculó 1 ml de muestra en placas de Petri (15 x 90 mm) y luego se vertió aproximadamente 20 ml de cultivo fundido y enfriado a 40- 45 °C. Se homogeneizó en movimiento de vaivén y rotación y se dejó solidificar. Las placas de Petri se incubaron en aerobiosis a 37 °C durante 24 horas; posteriormente se seleccionaron 11 colonias en función de la morfología, aspecto y abundancia relativa. Se replicaron en placas de Petri con medio VRBA y se incubaron durante 18 horas para posteriormente enviarlas a tipificar por MALDI TOF utilizando un equipo VITEK MS de BIOMÉRIEUX.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos (tabla 2) muestran que en el 72,72% de los casos se pudo tipificar el aislamiento bacteriano a nivel de género y especie. Mientras que un 27,28 % no pudo ser identificado, esto puede deberse esencialmente a la falta de datos para comparar la huella proteica, tal como lo señala Anhalt, JP, & Fenselau, C. (1975).

Tabla N° 2: "Resultados de la tipificación de cada aislamiento por medio de MALDI TOF"

N° DE AISLAMIENTO	RESULTADO
1	ORGANISMO NO IDENTIFICADO
2	ORGANISMO NO IDENTIFICADO
3	ARCANOBACTERIUM HAEMOLYTICUM
4	BACILLUS ALTITUDINIS/ PUMILUS
5	ORGANISMO NO IDENTIFICADO
6	KLEBSIELLA AEROGENES
7	CITROBACTER FREUNDII
8	CITROBACTER BRAAKII
9	KLEBSIELLA AEROGENES
10	LECYTHOPHORA HOFFMANNII
11	EGGERTHIA CATENAFORMIS

Del total de los aislamientos identificados, sólo el 37,5 % pertenecen a la familia de enterobacterias, mientras que el restante se distribuye entre las familias Actinomicetáceas, Bacilláceas, Coprobacileaceas y Conioquetáceas, respectivamente. Este patrón jerarquiza el uso de la MALDI TOF como herramienta eficaz para la identificación rápida y precisa de microorganismos a nivel de género y especie, especialmente en aquellos que poseen la capacidad de crecer en diferentes medios cultivos y que requieren de varios métodos bioquímicos para diferenciarlos taxonómicamente.

## Conclusiones

La utilización de la Espectrometría de Masas con desorción láser asistida por matriz y tiempo de vuelo para la tipificación de microorganismos aislados del arroyo Tortugas, ha permitido identificar una significativa diversidad en el curso de agua, abarcando tanto enterobacterias como otros grupos microbianos relevantes. Pone de manifiesto su potencial como herramienta para estudios microbiológicos en ambientes naturales. Sin embargo, el porcentaje de aislamientos no identificados subraya la importancia de continuar ampliando las bases de datos proteómicas, especialmente para mejorar la identificación de microorganismos ambientales menos comunes o aún no descritos. Estos resultados destacan tanto la utilidad del MALDI TOF en estudios ecológicos y de calidad de agua, como la necesidad de futuras investigaciones que aborden la diversidad microbiana en ecosistemas impactados por actividades humanas.

## Bibliografía

Anhalt, JP, & Fenselau, C. (1975). Identificación de bacterias mediante espectrometría de masas. *Química analítica*, 47 (2), 219-225.

Carroll, KC, y Weinstein, MP (2007). Sistemas manuales y automatizados para la detección e identificación de microorganismos. *Manual de microbiología clínica*, 1, 192-244.

Fenselau, C., y Demirev, PA (2001). Caracterización de microorganismos intactos mediante espectrometría de masas MALDI. *Revisiones de espectrometría de masas*, 20 (4), 157-171.

González AM, Paranhos R, Lutterbach MS. Relationships between fecal indicators and pathogenic microorganisms in a tropical lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Environ Monit Assess*. 2010; 164B (1):207-219.

Guo, L., Ye, L., Zhao, Q., Ma, Y., Yang, J., & Luo, Y. (2014). Comparative study of MALDI-TOF MS and VITEK 2 in bacteria identification. *PubMed*. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.02.18>

Méndez RI, San Pedro L, Castillo ER, Vázquez EB. Modelación del tiempo de conservación de muestras biológicas de agua. *Rev Int Contam. Ambient*. 2010; 26 (4):327-335.

Silva, F., & O, T. P. M. (2018). Complejo *Enterobacter cloacae*. *Revista Chilena De Infectología*, 35(3), 297-298. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000300297>

Vista de Identificación de enterobacterias en el agua potable del oriente del Estado de México | *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*. (n.d.). <https://revistas.chapingo.mx/rchsagt/article/view/r.rchsagt.2023.03.03/r.rchsagt.2022.03.03>

Vista de Aislamiento e identificación de enterobacterias resistentes a ciprofloxacina y sulfametoxazol de agua residual de uso agrícola | *Acta de Ciencia en Salud*. (n.d.). <https://actadecienciaensalud.cutonala.udg.mx/index.php/ACS/article/view/172/164>

VITEK® MS | BioMérieux España. (n.d.). bioMérieux España. <https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/vitekr-ms>

Vista de Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua | *REVISTA NOVA*. (n.d.). <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/47/93>

El presente trabajo se realizó en el marco de las actividades del sitio piloto Subcuenca Arroyo Tortugas del Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación.





# Desarrollo territorial

# Percepción social sobre el impacto de la ordenanza municipal de fitosanitarios y las actividades agropecuarias en la localidad de Totoras (provincia de Santa Fe)\*

**Autores:** García, A. V<sup>1</sup>; Magnano, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Protección vegetal- Área de Malezas. INTA EEA Oliveros.

<sup>2</sup> Área de Producción Vegetal. INTA EEA Oliveros.

\* Trabajo realizado dentro del Proyecto Local INTA: "Relevamiento, análisis comparativo y reflexiones en torno a las ordenanzas del periurbano en el Centro-Sur de la provincia de Santa Fe"-Incidencia sobre la trama socio-productiva del territorio

**Palabras clave:** fitosanitarios, ordenanzas.

garcia.andrea@inta.gob.ar

## Introducción

Desde hace varios años dentro de la provincia de Santa Fe algunas localidades comenzaron a gestionar sus periurbanos debido a la percepción social en torno al uso de fitosanitarios. Esto surge como consecuencia de reclamos, denuncias y otros problemas que fueron surgiendo en las localidades, relacionados con las aplicaciones de fitosanitarios. En este contexto, se dio inicio a las primeras ordenanzas que regulaban el uso de los mismos. Dichas legislaciones adherían a la Ley provincial 11.273, sancionada en el año 1995 y su decreto reglamentario 552/97. Buscaban sumar controles para asegurar que el uso de los fitosanitarios no generase un impacto tanto en la salud como en el ambiente. Esto implica que los gobiernos locales tienen el deber de controlar esta legislación y no solamente que sea potestad de una institución centralizada a nivel provincial.

En el municipio de Totoras surgieron múltiples conflictos relacionados al uso de los fitosanitarios. Por lo tanto, desde la Estación Experimental

Agropecuaria (EEA) INTA Oliveros junto con la Agencia de Extensión Rural (AER) de Totoras, se llevó a cabo el diagnóstico de la situación y luego, se realizó un plan de acción para intervenir directamente en el territorio. Se realizaron distintas actividades, entre ellas, reuniones entre los distintos actores de la comunidad, encuestas, concursos y múltiples campañas de difusión. De todo el trabajo realizado, uno de los aspectos que se desprende fue la necesidad de modificar la ordenanza en relación al uso de los fitosanitarios.

Años más tarde, durante el 2022 se decidió evaluar la percepción social sobre la ordenanza creada en el año 2018 y, además, ver cómo estaban consideradas las actividades agropecuarias en general. Para esto, se tuvieron en cuenta varios aspectos, como, por ejemplo, la "percepción" social. Según Santoro y otros autores (2012) la percepción "resulta afectada por las características permanentes o estables del medio físico, social y cultural y, por el tipo de relaciones que el individuo entable con dicho medio.



La relación no es unidireccional; el medio afecta a las percepciones de los hombres, pero estos, a su vez, afectan y transforman el medio ambiente en función de su desarrollo social y cultural, que en base a programas y planes que supone preconcepciones y expectativas sobre la realidad".

Por lo tanto, se planteó el objetivo de evaluar la percepción social de la comunidad en general sobre las actividades agropecuarias y a su vez, sobre las ordenanzas en particular. El instrumento utilizado

fue encuestas abiertas dirigidas a los padres de los alumnos de distintos establecimientos educativos de la ciudad.

### Metodología de trabajo

Tres escuelas primarias participaron del relevamiento: Escuela N°242 "Domingo Faustino Sarmiento"; Escuela N°243 "Juan Bautista Alberdi" y el Colegio San José N.º 1053. Las encuestas fueron entregadas y repartidas por las docentes de cada establecimiento. Cabe destacar que previamente, se realizó una reunión informativa donde se explicó la metodología para la realización de las encuestas. Con relación a esto, se determinó la realización de preguntas abiertas para no limitar o inducir a la respuesta del encuestado. Una vez finalizadas, se procedió a codificar las respuestas para uniformar criterios y observar patrón de respuesta repetitivo. Luego, se procedió al análisis estadístico para determinar las frecuencias absolutas y relativas.

Pasada la etapa del análisis e interpretación, se volvió a convocar a docentes y directivos para brindar una devolución de las respuestas a modo de insumo en la elaboración de estrategias comunicacionales con el fin de lograr un mayor conocimiento de las ordenanzas (Foto 1).



Foto 1. Reunión con docentes para la entrega de los resultados.

### Resultado del análisis de las encuestas

Se realizaron 171 encuestas en total, donde el 20% de los encuestados/as eran amas de casa, seguidos por otras profesiones con un 19% (Figura 1). La edad promedio fue de 42 años y el 60% se autopercebía de género femenino (Figura 2), definiendo de éste modo el perfil del encuestado/a.

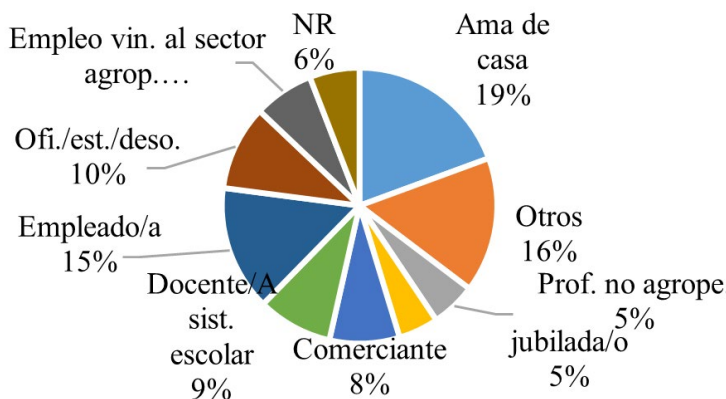


Figura 1: Profesión/actividad de los encuestados/as

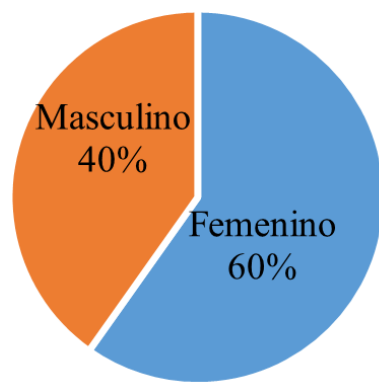
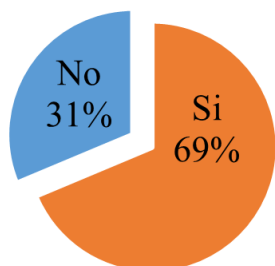


Figura 2: Género de los encuestados/as

El 69% de la muestra percibe que las actividades productivas tienen influencia en el ambiente (Figura 3) debido a que, principalmente, ocasionan contaminación ambiental (Figura 4), visualizando

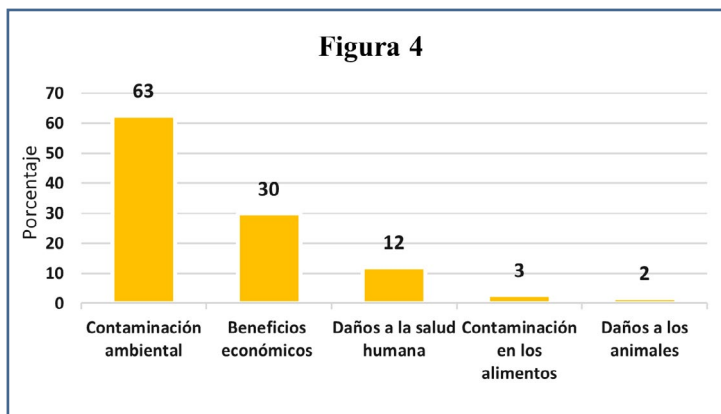
que el sistema de producción agrícola tiene mayor impacto ya que las opciones 3 y 4 obtuvieron los valores altos en comparación a la actividad ganadera (Figuras 5 y 6)

**Figura 3**



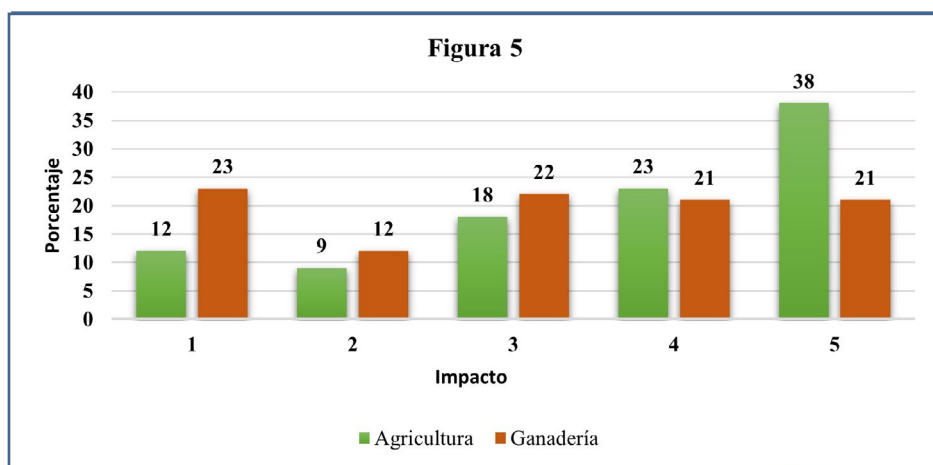
*Figura 3: Resultados de la pregunta 1- ¿Las actividades agropecuarias tienen influencia en el ambiente que lo rodea?*

**Figura 4**



*Figura 4: Si la respuesta fue sí. ¿De qué manera?*

**Figura 5**

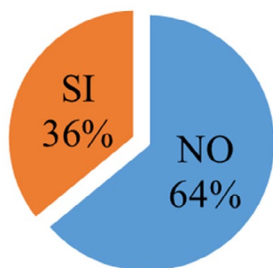


*Figuras 5: Resultados de la pregunta 3. Indique el impacto social y ambiental que tienen para usted las siguientes actividades (1 es ningún impacto y 5 es el nivel más alto de impacto)*

Con respecto a la percepción sobre el conocimiento de la Ordenanza Municipal de fitosanitarios N° 1352, de los 171 encuestados solo el 36% afirmó conocerla (figura 6). Y sobre éste último porcentaje, el 59% respondió correctamente los 3 puntos incluidos en

la ordenanza (Tabla 1). A su vez, la mayoría asegura haber conocido a la ordenanza por medio de comentarios y medios de difusión, principalmente radio y folletos (Tablas 2 y 3).

**Figura 6**



**Figura 6: Resultados de la pregunta 4. ¿Conoce la ordenanza Municipal de fitosanitarios?**

CANTIDAD DE PUNTOS MENCIONADOS	PORCENTAJE	CANTIDAD DE PUNTOS CORRECTOS				TOTAL
		0	1	2	3	
1	50	50	0	0	100	
2	11	44	44	0	100	
3	8	11	22	59	100	
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>105</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>300</b>	

**Tabla 1: Resultado de la pregunta 5**

Mencione 3 puntos que están incluidos en la ordenanza.

Categorías	Porcentaje
Diálogos con vecinos, familiares, concejales, etc.	23 %
Comunicaciones, Medios de difusión, Folletos, etc.	23 %
Desconoce la ordenanza	13 %
Por su trabajo dentro del área de incumben de la temática	12 %
Reclamos ante el municipio	8 %
Cursos	7 %
Diálogo, Curiosidad por el contenido de la ordenanza	5 %
Consultando	2 %
Debates	2 %
Por las instituciones educativas	2 %
Por vivir cerca del límite agronómico	2 %
Redes sociales	2 %

**Tabla 2: Resultado de la pregunta 6**

¿Cómo conoció la ordenanza?

(Mencionar las experiencias previas).

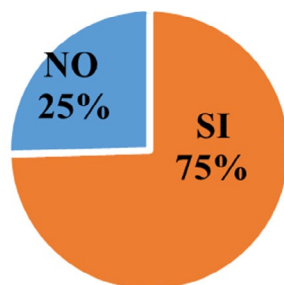
Categorías	Porcentaje
Comentarios	57 %
Radio	43 %
Folleto	23 %
Televisión	9 %
Periódico	7 %
Cursos	5 %
Internet	5 %
Reuniones con gobierno locales	4 %
Por reclamos en el municipio	4%
Ingenieros agrónomos locales	2%
Porque luchamos para que se extienda la distancia	2%
Debates	2%
Redes sociales	2%
Otros	4%

**Tabla 3: Pregunta 7**

¿A través de qué medio conoció la ordenanza?

El 75% de los encuestados manifestaron que existieron conflictos previos a la implementación de la ordenanza (Figura 7) principalmente relacionados con pulverizaciones cerca de las instituciones educativas (Tabla 4) donde intervinieron los vecinos, aplicadores y el consejo municipal a través de los funcionarios (Tabla 5).

**Figura 7**



*Figura 7: Resultados de la pregunta 8.  
¿Hubo conflictos relacionados a la aplicación de fitosanitarios antes de la implementación de la ordenanza?*

Categorías	%
Conflictos por las pulverizaciones cerca de la ciudad e instituciones educativas	32
Establecer un límite para las pulverizaciones	16
Conflictos por el uso de fitosanitario para la producción agropecuaria	16
Conflictos de convivencia entre los vecinos y los productores agropecuarios	16
Conflictos por actividades ligadas al campo	5
Conflictos por no tener una ordenanza clara	5
Denuncias por las pulverizaciones	5
Movilizaciones y quejas de vecino	5

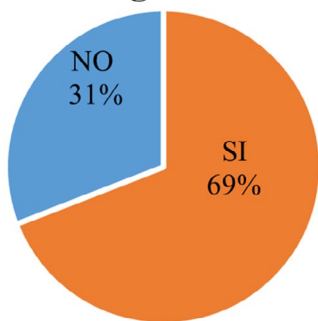
El 69% de los encuestados notó cambios a partir de la ordenanza (Figura 8). Los mismos se reflejan, principalmente, en un aumento en la distancia de aplicación y un mayor control de las pulverizaciones (Tabla 6). A pesar de estos resultados solo el 44% afirmó que la implementación de la ordenanza cumple sus expectativas. De este último grupo, el 61% expresó que su expectativa era que se cumpliera la ordenanza.

**Tabla 4: Resultados de la pregunta 9**  
*Si la respuesta es sí, ¿Cuáles fueron?*

Categorías	%
Vecinos auto convocados	63
Productores , aplicadores, etc.	53
Concejo municipal	40
Grupos ambientalistas	23
Instituciones educativas	3

**Tabla 5: ¿Quiénes intervinieron?**

**Figura 8**

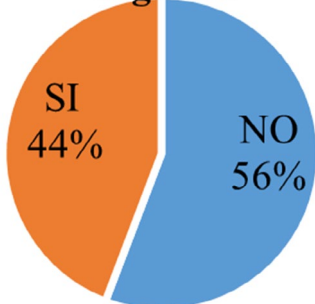


**Figura 8: Resultados de la pregunta 10- ¿Notó cambios a partir de la ordenanza?**

Categorías	%
Mayor distancia de pulverización	32
Aumento del control municipal	27
Mayor cuidado de la salud y/o medio ambiente	22
Correcto uso de fitosanitarios	14
Ausencia de conflictos	8
Conformidad de los vecinos	5
Correcto uso de fitosanitarios	5
Aumento en el uso de fitosanitarios	3
Incremento de la capacitación en el tema	3
Menor cantidad de pulverizaciones	3
Urbanización de lotes de producción agropecuaria	3

**Tabla 6: Resultados de la pregunta 11 Si es así, ¿cuáles?**

**Figura 9**



**Figura 9: Resultado de la pregunta 12 ¿Usted piensa que la implementación de la ordenanza cumple sus expectativas?**

Categorías	%
Cumplimiento de la ordenanza	61
Mayor cuidado de la salud y/o medio ambiente	19
Beneficio de todos los actores de la población	14
Expectativas positivas	5

**Tabla 7: Resultados de la pregunta 13 Si la respuesta fue si, ¿cuáles eran sus expectativas?**

El 64% de los encuestados, que habían manifestado conocer la ordenanza, considera que la ordenanza se está cumpliendo (Figura 10). A pesar de esto solo el 43% manifestó que la ordenanza es suficiente para atenuar el impacto de los fitosanitarios (Figura 11). Dentro de este último grupo el 31% expresó notar un

mayor cuidado de la salud y/o ambiente y, también, percibir que se cumplía la ordenanza (Tabla 8). Por el contrario el grupo que consideró que la ordenanza no era suficiente, argumentó que notaban daños en la salud y/o ambiente (26%) y que no se cumplía la ordenanza (22%) (Tabla 9).

**Figura 10**

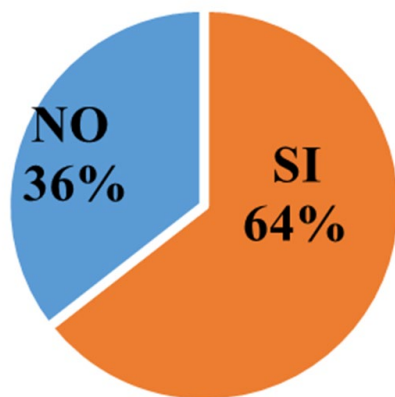


Figura 10: Resultado de la pregunta 14 ¿Usted piensa que la ordenanza se está cumpliendo en la ciudad de Totoras?

**Figura 11**

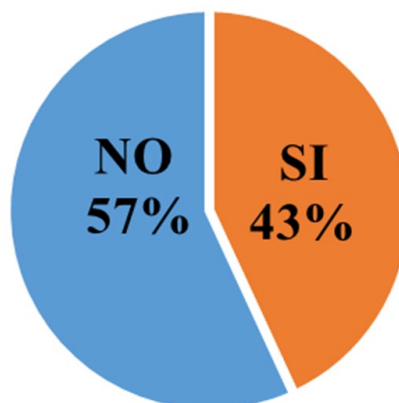


Figura 11: Resultados de la pregunta 15 ¿Cree que la ordenanza es suficiente para atenuar el impacto de los fitosanitarios?

De los que respondieron 'Sí'	
Mayor cuidado de la salud y/o el medio ambiente	31%
Cumplimiento de la ordenanza	31%
Mayor control de las pulverizaciones	25%
Escaso conocimiento de la ordenanza	6%
Sin diferencias debido a la implementación de la ordenanza	6%
NR	27%

Tabla 8: Fundamentación del 43% de las respuestas positivas de la pregunta 15- ¿Por qué piensa que la ordenanza es suficiente para atenuar el impacto de los fitosanitarios?

Los que respondieron 'No'	
Daños en la salud y/o medio ambiente	26%
Escaso control del cumplimiento de la ordenanza	22%
Faltan más aspectos a tener en cuenta	13%
Mayor conciencia sobre el cuidado del medio ambiente	13%
Aumento de la zona de exclusión	9%
Escasas medidas restrictivas	9%
Dificultad en la interpretación de la ordenanza	4%
Personal idóneo para la confección de la ordenanza	4%
NR	21%

Tabla 9: Fundamentación del 57% de las respuestas negativas de la pregunta 15- ¿Por qué piensa que la ordenanza no es suficiente para atenuar el impacto de los fitosanitarios?

Por último, se consultó sobre qué aspectos modificaría de la ordenanza y el 36% mencionó que ninguno, seguido de un aumento de la zona de exclusión (29%) y de los depósitos de fitosanitarios (29%).

Categorías	%
Ninguno	36
Aumento de la zona de exclusión – depósito de fitosanitarios	29
No sabe	13
Mayor control	7
Mayor conciencia	4
Capacitaciones	2
Cumplimiento de la ordenanza	2
Modificación de las prácticas agrícolas	2
Unificación de criterios	2

**Tabla 10: Resultados de la pregunta 16**  
*¿Qué aspectos de la ordenanza modificaría?*

### Comentarios finales

El ordenamiento del territorio requiere del consenso de los actores que intervienen en el periurbano. Si luego surge la necesidad de crear e implementar ordenanzas que regulen alguna/as actividades, deberían ir acompañadas de campañas de difusión para que el público en general sepa y entienda sobre los derechos y obligaciones de las partes.

Con respecto a las actividades agropecuarias en general y a los fitosanitarios, en particular, se tendrían que realizar distintos tipos de estrategias de comunicación de forma tal que toda la población sepa de qué se tratan los diversos puntos que abarcan las ordenanzas ya que la mayoría percibe que las actividades agropecuarias juegan un rol asociado a la contaminación del ambiente. De los resultados previamente descriptos, menos de la mitad de los encuestados tiene conocimiento de la ordenanza y de éstos, la mayoría está informado de al menos 3 puntos. Poner en conocimiento puede generar una mayor confianza sobre la gobernanza local debido a que se trata del organismo encargado de controlar el cumplimiento de la normativa vigente.

### Agradecimientos

Se agradece de una manera especial a las personas que posibilitaron la realización de este trabajo: José María Méndez, Viviana Orazi y Cecilia Esteban. Asimismo, a Ricardo Murray, Susana Rosenstein y Marcelo Milo Vaccaro quienes colaboraron en el armado de las encuestas.

### Bibliografía

García, A.V (2023). Relevamiento, análisis comparativo y reflexiones en torno a las ordenanzas del periurbano en el centro-sur de la provincia de Santa Fe. Incidencia sobre la trama socio-productiva del territorio. Revista Para Mejorar la Producción PMP N° 62, 163-166.

Salazar, J; Montero, M; Muñoz, C.; Sánchez, E.; Santoro, E.; Villegas, J. (2012). Percepción social. En Psicología Social. 11-109. México; Trillas.

Municipalidad de Totoras. ORDENANZA N° 1352.





# Extensión e innovación ¿por qué fracasan los cambios?

**Autores:** Ing. Agr. M Sc. Adrián Gargicevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Técnico del INTA Santa Fe, AER Casilda

**Palabras clave:** innovación, cambio, complejidad, visión, compromiso, habilidad, consenso, planificación, incertidumbre, estrategias, modelo, motivación, recursos.

[gargicevich.adrian@inta.gob.ar](mailto:gargicevich.adrian@inta.gob.ar)

Los procesos de innovación suelen fracasar, especialmente si son complejos. ¿Pero por qué? Gestionar innovaciones es una tarea que puede resultar abrumadora, especialmente cuando involucra múltiples actores y sus sistemas asociados. Es una tarea propia de la complejidad. La cantidad de variables y vínculos que entran en juego no siempre pueden ser identificados. Y cuando esto no se logra, las posibilidades de éxito se diluyen.

Para lograr un análisis detallado de los factores y variables que se ponen en juego cuando se proponen cambios en entornos complejos, R. Lippitt y T. Knoster en la década de 1980 desarrollaron un modelo que contempla un enfoque integral y estructurado para gestionar cambios complejos.

En este artículo se ofrece un resumen del modelo y algunas sugerencias que puedan ayudar a racionalizar el cambio cuando el entorno en que ocurre es complejo.

## ¿Qué es lo que hace que un cambio resulte complejo?

Para gestionar el cambio, es fundamental entenderlo primero. Al conocer los componentes claves en un proceso de cambio, se sabrá lo que se necesita para lograr un cambio exitoso. Y también se obtendrá una guía para revisar los procesos y entender por qué pueden fallar los intentos de cambio.

El proceso de innovación puede ser complejo debido a varios factores interrelacionados. Primero, la multidimensionalidad de la innovación involucra cambios en tecnología, procesos, estructuras

organizativas y cultura, cada uno con desafíos específicos. Esta complejidad se amplifica por la interconexión de partes interesadas, tanto internas como externas, cada una con expectativas distintas que deben coordinarse cuidadosamente.

La incertidumbre y el riesgo son inherentes a la innovación, ya que las nuevas ideas y tecnologías a menudo carecen de precedentes claros, lo que genera un entorno incierto y riesgoso. Además, la necesidad de recursos significativos en términos de tiempo, dinero y talento agrega otra capa de dificultad, requiriendo una gestión eficaz para evitar poner en riesgo el [proceso de innovación](#).

La cultura organizacional juega un papel crucial; una cultura resistente al cambio puede presentar barreras significativas. La complejidad de la implementación también es notable, ya que requiere coordinar múltiples pasos, como pruebas piloto y ajustes del producto. Además, los cambios en el entorno externo, como las regulaciones y tendencias del mercado, añaden [incertidumbre](#) y desafíos adicionales.

Finalmente, la escalabilidad de la innovación desde un proyecto piloto hasta una implementación a gran escala presenta sus propios desafíos operativos. La colaboración interdisciplinaria es esencial para manejar estos procesos, ya que coordinar equipos multifuncionales requiere una comunicación efectiva.

En resumen, la complejidad en los procesos de innovación proviene de la interacción de múltiples factores, desde la multidimensionalidad y la interconexión de las partes interesadas hasta

la incertidumbre y los requisitos de recursos. Abordar estos desafíos de manera estratégica es fundamental para gestionar con éxito la innovación en un entorno dinámico.

## El Modelo Lippitt-Knoster

El modelo de gestión del cambio Lippitt-Knoster, desarrollado por Mary Lippitt y Timothy Knoster, identifica seis elementos esenciales para un cambio efectivo: visión, consenso, habilidades, incentivos, recursos y un plan de acción. Este modelo se utiliza para planificar y diagnosticar problemas en la gestión de cambios complejos.

Los 6 elementos claves del modelo implican respectivamente:

**Visión:** todo proceso de cambio complejo debe tener establecida una visión clara y comunicativa del resultado deseado para un cambio exitoso.

**Consenso:** en el sentido de lograr la alineación y el compromiso de todos los involucrados para el cambio. Es un acuerdo general o una conformidad colectiva alcanzada por un grupo de personas. No implica necesariamente la unanimidad, pero sí que todos los miembros del grupo estén dispuestos a aceptar y apoyar una decisión en beneficio del grupo.

**Habilidades:** Es crucial que los individuos y equipos posean las habilidades necesarias para apoyar el cambio; si no se poseen, será necesario armar espacios propios para proporcionar las capacidades adecuadas.

**Incentivos:** Para motivar a las personas durante el proceso de cambio, se deben ofrecer incentivos como reconocimiento, promociones o recompensas. Pueden ser intrínsecas, como satisfacción o desarrollo personal. Extrínsecas como recursos económicos, reconocimientos, etc. También de índole social, como el respeto, el prestigio; o de índole psicológico como la satisfacción, el bienestar.

**Recursos:** Asegurar la disponibilidad de recursos suficientes, como tiempo, dinero y tecnología, es vital para el éxito del cambio.

**Plan de acción:** Los promotores del cambio deben ser capaces de crear y comunicar un plan de acción detallado y específico (basado en criterios SMART: Específico, medible, alcanzable, relevante y con

plazos determinados) que guíe los pasos hacia la visión.

Los seis elementos son necesarios y deben estar equilibrados. Si te saltas uno, no obtienes el cambio que deseas como se muestra en la Figura 1.

Este modelo puede ser aplicado como una herramienta para abordar y gestionar cambios complejos de manera estructurada y efectiva. Y también como un modo de revisar procesos para entender cuáles pueden ser los elementos que impiden los cambios.

## Etapas en el uso del modelo

El modelo Lippitt-Knoster puede ayudar a gestionar cambios complejos al ofrecer un enfoque integral y estructurado que guía a los promotores a lo largo de todo el proceso.

A continuación, se presentan las cinco etapas en el uso del modelo Lippitt-Knoster que pueden ayudar a gestionar cambios complejos.

La **primera es el Diagnóstico**, donde se identifica la necesidad de cambio mediante análisis de datos, encuestas y grupos de discusión, involucrando a todas las partes interesadas para asegurar el compromiso con el proceso.

La **segunda etapa es la Evaluación**, que determina la preparación de la organización para el cambio, evaluando recursos, capacidades y la disposición de los empleados.

En la **tercera etapa, Planificación**, se desarrolla una estrategia detallada con objetivos claros, cronogramas y responsabilidades, considerando posibles obstáculos y estableciendo planes de contingencia.

La **cuarta etapa es la Implementación**, donde se realizan los cambios, se comunica a todas las partes interesadas, se brinda capacitación y apoyo a los involucrados, y se establecen nuevos procesos y sistemas.

Finalmente, en **la quinta etapa, la Evaluación** mide el éxito del cambio, ajusta la estrategia según sea necesario y celebra los logros, utilizando esta información para futuras iniciativas de cambio.

## ¿Qué pasa en el proceso de cambio si se salta uno de los elementos del modelo?

Si el proceso de cambio salta uno de los elementos, el cambio que se desea no ocurrirá. Recordamos que los seis elementos son necesarios y deben estar equilibrados en el proceso.

Si no se logra expresar y compartir la VISIÓN se generará confusión. Un proceso sin visión genera confusión al carecer de dirección y objetivos claros, afectando la comprensión y el compromiso del equipo.

Si no se logra el CONSENSO de los involucrados en el proceso aparecerá el sabotaje de la propuesta. Sin consenso en un proceso de cambio, se produce resistencia y sabotaje, obstaculizando la implementación y el éxito del cambio.

Si no existen o se desarrollan las HABILIDADES necesarias, se crea un estado de ansiedad entre los participantes que termina conspirando con el desarrollo del proceso de cambio.

Si no se ofrecen los INCETIVOS necesarios, se desarrollarán las resistencias. Sin incentivos en un proceso de cambio, se genera resistencia porque los participantes no son capaces de ver los beneficios ni la motivación para apoyar la iniciativa.

Si se pierden los RECURSOS, aparecerán las frustraciones. La pérdida de recursos en un proceso de cambio causa frustraciones, impidiendo la ejecución efectiva y desmotivando al equipo involucrado.

Si no se tiene un PLAN DE ACCIÓN las resultantes no tendrán sustento ni explicación. Sin un plan de acción en un proceso de cambio, los resultados carecen de sustento y explicación, afectando la calidad de la dirección y coherencia del proceso, y dificultando la evaluación del progreso de este.

## Resumen

A manera de resumen, se deja listado lo que se necesita para hacer un cambio exitoso en un entorno complejo:

**Visión.** Crear y compartir una visión clara del cambio y por qué es necesario. ¿Cómo será la nueva situación?

**Consenso.** Involucrar a las personas de toda la organización para recopilar información y alinear sus puntos de vista en línea con la visión.

**Habilidades.** Identifique qué habilidades se necesitan, proporcione la capacitación necesaria, mejore las habilidades o atraiga a personas con las habilidades adecuadas.

**Incentivos.** Comprender qué motiva a las personas y cree los mecanismos adecuados para la motivación intrínseca y extrínseca.

**Recursos.** Reservar suficiente tiempo y dinero para realizar el cambio y obtener las herramientas, tecnologías y otros recursos necesarios.

**Plan de acción.** Desarrollar una hoja de ruta de alto nivel y un plan de acción detallado que describa las prioridades, el orden y los pasos para realizar el cambio.

Muchas veces, quizás por formación o por ansiedad se suele concentrar más en los dos últimos elementos "los recursos" y "el plan de acción". Tener presentes los cuatro primeros es imperioso para lograr el objetivo deseado. Es preciso dedicar tiempo y esfuerzo a completar cada elemento del modelo, si lo que se busca es asegurar la capacidad de atribución como promotor en los procesos de cambio en entornos complejos.

Recursos bibliográficos.

www.strategy.inc.

https://www.walkme.com/blog/managing-complex-change/

# ¿Por qué fracasan los cambios?

El modelo Lippitt-Knostrer para manejar cambios complejos



El modelo Lippitt-Knostrer contempla un enfoque integral y estructurado para gestionar cambios complejos. Descubre aquí como operan los 6 elementos básicos en la gestión de cambios, y algunas sugerencias que pueden ayudarte a racionalizar el cambio cuando el entorno en que ocurren es complejo.



Extensión para Extensionistas  
<https://redextensionrural.blogspot.com>

Tip 179 - 2024

Figura 1



# Centro de productores agropecuarios de Totoras: del Consejo Local a la organización junto con el INTA

**Autores:** Cardozo, F.<sup>1</sup>; Aureli, MC.<sup>1</sup>; Alvarez, E.<sup>1</sup>; Orazi, V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agencia de Extensión Rural (AER) Totoras, INTA Oliveros, Santa Fe

**Palabras clave:** productores agropecuarios, Consejo Local, Totoras, INTA.

## Introducción:

El Centro de Productores de Totoras es una Asociación Civil con personería jurídica otorgada mediante expediente 16349 y dictamen 1549 del 15 de diciembre de 1988.

El objetivo del presente trabajo es exponer el proceso histórico de formación del centro de productores y cómo ese trabajo de extensión permite, en la actualidad, sostener la presencia del INTA en el territorio.

## Desarrollo:

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo público descentralizado con autarquía operativa y financiera, que se encuentra bajo la órbita de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía de la Nación. Fue creado el 4 de diciembre de 1956 a raíz del Decreto Ley 21.680/56, con la finalidad de "impulsar, vigorizar y coordinar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria y acelerar, con los beneficios de estas funciones fundamentales, la tecnificación y el mejoramiento de la empresa agraria y de la vida rural". La extensión y la transferencia de tecnología generaron la necesidad de instalar Unidades de Extensión Rural, distribuidas en todo el territorio nacional para atender a los requisitos de los productores del sector.

Se parte así en esta región con el trabajo de extensión que inicialmente se realizaba desde la

Estación Experimental de Oliveros. En 1970 se crea el Consejo Local Asesor y la inauguración en un edificio alquilado para el funcionamiento de Agencia de Extensión Rural INTA Totoras a partir del 10 de octubre de ese año.

Se pueden marcar, en base a los libros de actas de las reuniones, aspectos resaltantes del proceso histórico, ya sea de las actividades del INTA como de su Consejo Local Asesor (CLA) y posteriormente del Centro de Productores de Totoras.

En el proceso de trabajo del INTA traducido en visitas, reuniones, capacitaciones, encuentros y ensayos del proceso de extensión, se fue vislumbrando una participación y compromiso por parte de los productores, principalmente de los que componían su CLA.

Ya en esos años una de las limitantes que planteaba el INTA era la necesidad de contar con edificios propios o cedidos, pero se limitaba a la obligación de mantener el alquiler para el funcionamiento y presencia de los profesionales en la Unidad. Ante la situación de dejar de contar con una agencia de INTA en la localidad, el CLA realiza gestiones para conseguir un terreno. Para el mes de noviembre 1981 finalmente la provincia autoriza a la comuna de Totoras (fue nombrada Municipio a partir de 1985), permitiéndole donar un lote para el INTA, con el objetivo de la construcción del local de la AER, en un plazo máximo de 10 años. En 1984 se incorpora el Ing. Mendez quien queda a cargo de la Unidad.

Los miembros del CLA junto con los funcionarios del INTA, consiguen en marzo de 1987 iniciar la construcción del edificio para la Agencia.

Se acuerda en abril 1987 que el nuevo edificio pertenezca al CLA y el terreno cedido por la Municipalidad de Totoras, donde queda establecido que sea prioridad para el uso del INTA. Así se comienza con la recaudación de fondos para su construcción, por medio de bonos contribución, campaña de donación del quintal, donaciones varias, organización de cenas con cobro de entradas, etc. Esto ocurrirá hasta la finalización de la construcción. En julio 1987 se decide tramitar la personería jurídica y poner el edificio a nombre del CLA solamente. Para lo cual habrá que hacer un estatuto y formar "legalmente" una nueva institución. Por ello en octubre del mismo año se comienza a tramitar la personería para escriturar a su nombre el terreno y construir el edificio y luego cederlo en comodato al INTA, lo que se logra al año siguiente. Mientras se continúa con la construcción del edificio y la tramitación de la PPJJ. También se siguen generando recursos para cubrir todos los gastos.

En febrero 1989, se reconoce la personería jurídica donde la comisión directiva del CLA pasa a formar la comisión directiva del Centro de Productores Agropecuarios de Totoras. Esta Asociación Civil comienza a funcionar como la dinámica y conformación del Consejo Local Asesor de la Agencia de Extensión Rural del INTA Totoras.

Se escritura el terreno a nombre del Centro de Productores de Totoras en abril de 1990 y en octubre de ese año se realiza la primera asamblea con la consideración de la memoria y balance a partir del estatuto aprobado.

Para finalizar la construcción del edificio en junio de 1992, se firma un convenio con la Asociación Cooperadora de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Oliveros donde ésta le adelanta dinero. El compromiso establecido es que será devuelto en dólares o quintales de soja. Para lo cual el Centro sale en busca de lotes para arrendar.

Así en septiembre de 1992 se acuerda el alquiler y siembra de soja en un lote de la Empresa Veronica, que es implementado por el centro de productores. Esto permitió completar los fondos adeudados y contar con recursos para ir equipando la edificación.

Las reuniones del Centro de Productores y a la vez Consejo Local Asesor se realizan en forma periódica, donde los temas tratados se corresponden con informes, intercambios sobre las actividades de capacitaciones, encuentros, jornadas, días de campo, ensayos con empresas y diversos proyectos. La comisión directiva se renovará anualmente por mitades según lo establece el estatuto.

Para señalar algunos aspectos importantes de este proceso puede indicarse que, en noviembre 1994, se logra la eximición de impuesto inmobiliario. Dentro de las actividades que desarrolla el INTA y son avaladas por el Consejo en los años siguientes tienen que ver con ensayos de verdeos, acuerdos con empresas e instituciones, ensayos de cultivos, capacitaciones y cursos para tamberos, Proyecto joven, organización de grupos, etc. El Centro de Productores contrata en 1996 una administrativa que luego pasa a planta de INTA.

Así también se siguen realizando alternativas para el financiamiento de la AER Totoras como la recolección de fondos de la venta de los excedentes de los ensayos, la campaña de donación del quintal y otras actividades que faciliten fondos. Un año se pudo lograr financiar más del 80% de las actividades por fondos recaudados. Así se realizó el mantenimiento del edificio, completar la construcción de veredas y otras mejoras.

Figuran en las actas del año 1998 los ensayos de conservación de alfalfa, encalado, variedades de soja, control de enfermedades como el nematodo del quiste de la soja. Ese año no estuvo exento de disgustos como fue el hurto de elementos de la Agencia, lo que obligo a la contratación de un seguro y mayor seguridad en el edificio.

En 1999 se continuaron las actividades en agricultura y se realizó un curso regional de lechería y el programa de calidad de leche junto con otras acciones. En septiembre en una de las reuniones de análisis las fortalezas en ese entonces y se señalaron: la independencia del Consejo, los ensayos y su capacidad para desarrollarlos. En cuanto a debilidades se planteó el no saber vender los ensayos o difundirlos a tiempo; la escasa renovación de cargos y como producir a menor costo.

En el 2000 se continuaron con los ensayos con empresas, que ayudaban en la generación de

fondos, como los de soja, maíz para silo, sorgo para silo, maíz para cosecha de granos y el proyecto calidad de leche. Esto en una situación financiera de crisis institucional y de aportes.

Para el 2002 se alquila desde el Centro de Productores un campo para generar fondos, se consigue un nuevo préstamo de la Cooperadora, se recibe la donación voluntaria de quintales de soja y con todo ello se resuelve la compra de una camioneta que es cedida en comodato para el trabajo en extensión del INTA.

Es importante señalar que anteriormente y en los años siguientes se acuerdan las líneas de trabajo y se presenta un plan que es analizado por el Centro de Productores. En las acciones se incluyen los ensayos en temas que son de importancia para los productores de la región. Se fueron dando también cambios en el personal de la AER.

En el 2007 se presentan los temas a desarrollar en el año y se plantean temas como la sustentabilidad de los sistemas de producción, la mejora de los caminos rurales, la creación de consorcios camineros, con ripiado y ensanchado de rutas; manejo del agua, formación de operarios para tareas de campo. En el 2009, se logra el cambio de vehículo por uno nuevo.

Para el 2011 se gestionó la incorporación de nuevos consejeros, facilitando la renovación de los

miembros del Centro de Productores de acuerdo con su estatuto.

Los años siguientes se desarrollaron ensayos de híbridos maíz para grano, para silo, sorgo para silo, cultivares de soja, jornadas de forrajes conservados, red de cultivares de trigo y otras numerosas acciones que eran compartidas desde el INTA.

En las reuniones también se analizaban as propuestas del INTA. Muchas de ellas se consensuaban en el CLA local y se elevaban pro parte de los representantes al Consejo de la Estación Experimental.

A partir de la demanda del CLA se elaboró el Proyecto de Uso responsable de fitosanitarios que se implementó desde el INTA en conjunto con las entidades locales, vinculando al Municipio, entidades educativas y de la sociedad civil.

Desde el 2018 se designaron desde el Centro de Productores de Totoras, representantes que forman parte de la comisión del servicio de atención médica comunitaria-SAMCO-Totoras.

Se implementó además un proyecto de relevamiento de la calidad de agua en tambos a partir de la solicitud del área de ambiente de la Municipalidad de Totoras a partir del año 2022. En ese año se retira por jubilación el Ing. Méndez.

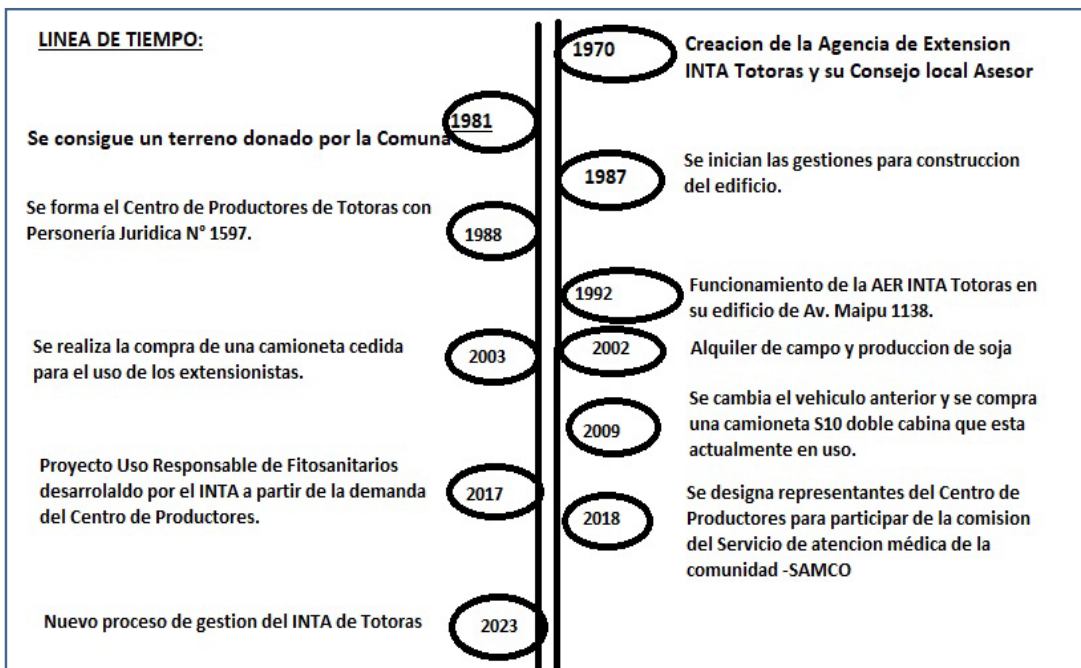


Figura 1: Esquema línea de tiempo



A partir del proceso que se resumen en forma sintética en esta línea de tiempo se propuso a los miembros del Centro realizar un análisis FODA. El mismo es una técnica que se usa para identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas. Si bien, por lo general, se usa en pequeñas empresas, organizaciones sin fines de

lucro, empresas grandes y otras organizaciones; el análisis FODA se puede aplicar tanto con fines profesionales como personales. Es una herramienta simple y, a la vez, potente que ayuda a identificar las oportunidades competitivas de mejora. A partir del intercambio de opiniones se presenta el siguiente resumen:

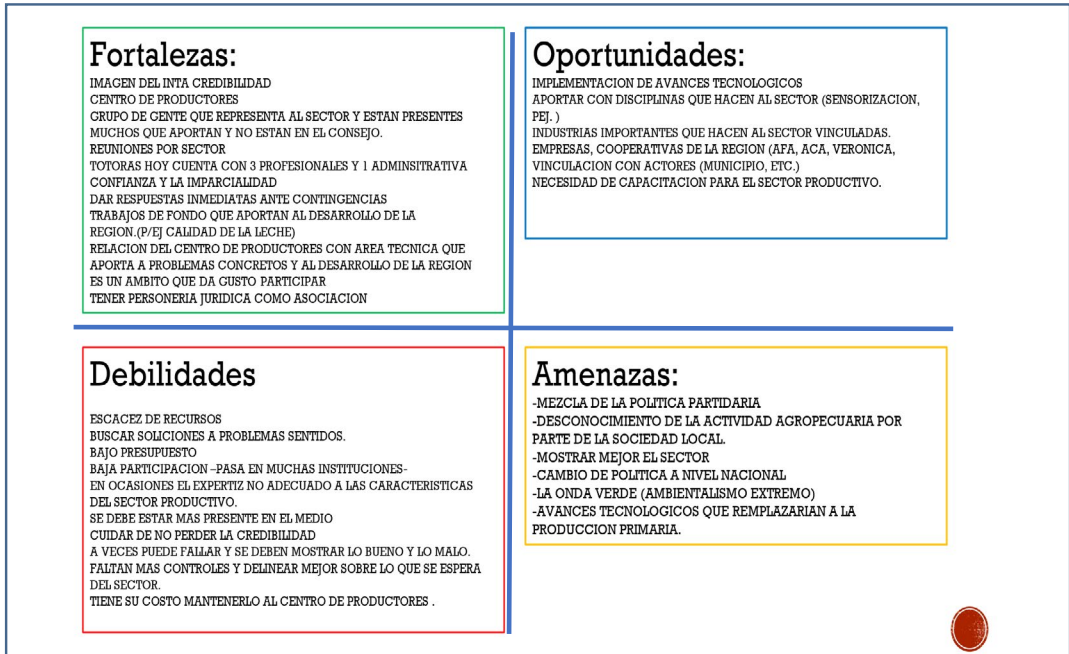


Figura 2: Análisis FODA realizado en reunión del 31-07-2024

**Conclusiones**

A partir del análisis de la línea de tiempo y del FODA, se pueden exponer los siguientes aspectos:

- El INTA en su trabajo de asesoramiento técnico, capacitación y gestión de la innovación es apreciado por los productores y este proceso de más de 50 años da permanencia, previsibilidad y confiabilidad.
- El Consejo Local Asesor y Centro de Productores Agropecuarios de Totoras son la misma unidad y sus roles se complementan, facilitando la tarea del INTA.
- El Centro de Productores es el propietario del edificio donde funciona el INTA, de un vehículo (Camioneta S10 doble cabina modelo 2009) para su uso y parte del equipamiento cedidos en comodato. Estos aportes no solo facilitan el accionar de la institución si no que fortalecen el compromiso con ella.

- Contar con el Centro de Productores como entidad facilita procesos administrativos que serían muy engorrosos para pasarlos por la administración del estado, como el poder recibir fondos por la comercialización de excedentes de los ensayos de granos, el recibir donaciones, facilitar acceso a fondos de terceros prestando servicios como capacitaciones entre otros factores.
- Al sistematizar los apellidos de los productores que iniciaron el proceso y los actuales miembros, se ve una renovación generacional donde los hijos siguen el compromiso que los padres asumieron en gran medida.
- En muchos casos para las actividades de la Agencia se cuenta no solo con el aporte de los integrantes del Centro de productores, si no que con otros productores que ofrecen su

colaboración como por ejemplo cediendo lotes para ensayos, profesionales para el dictado de cursos, animales para capacitaciones en inseminación artificial entre otros.

- El CLA nuclea a técnicos y productores, pero es escasa la presencia de mujeres.
- Si bien el CLA solo cuenta con participantes del sector productivo agropecuario, estos no son representantes de las instituciones del medio. Esto que podría interpretarse como una limitante, se compensa con una fuerte articulación en acciones con las instituciones locales.

El trabajo desarrollado por los técnicos del INTA desde sus inicios, como el Ing. Felicia, el Ing. Tardivo, y principalmente el Ing. Méndez, cimentaron la organización y el fortalecimiento del Consejo Local y del Centro de Productores Agropecuarios de Totoras. Sin duda la participación de técnicos como los Ing. Roskopf, Trossero, Condori, Accoroni y Esteban, que en diferentes momentos participaron del equipo de trabajo, han contribuido al fortalecimiento del rol de la institución en el medio.

## Bibliografía;

Libros de Actas del Consejo Local Asesor de INTA Totoras.

Libro de Actas del Centro de Productores Agropecuarios de Totoras.

## DIRECCIONES

### • EEA Oliveros

Ruta Nac. 11, km. 353  
2206 Oliveros (Santa Fe)  
Telefax: 03476 - 498010 / 011/ 277/ 021/ 804/254 - 498254  
e-mail: eeaoliveros@inta.gob.ar  
eeaoliveros.comunic@inta.gob.ar  
www.inta.gob.ar/oliveros

### • AER Las Rosas

Guillermo Benitz 157  
2520 Las Rosas (Santa Fe)  
Telefax: 03471-451040  
e-mail: aerlasrosas@inta.gob.ar

### • AER Venado Tuerto

Bv. España 527  
2600 Venado Tuerto (Santa Fe)  
Telefax: 03462 - 432531/435384  
e-mail: aervenadotuerto@inta.gob.ar

### • AER Roldán

Catamarca 948  
2134 Roldan (Santa Fe)  
Telefax: 0341-4961216  
e-mail: aerroldan@inta.gob.ar

### • AER Totoras

Av. Maipo 1138  
2144 Totoras (Santa Fe)  
Telefax: 03476-460208  
e-mail: aertotoras@inta.gob.ar

### • AER Arroyo Seco

San Martin 528  
2128 Arroyo Seco (Santa Fe)  
Telefax: 03402-427949/426439  
aerarroyoseco@inta.gob.ar

### • AER Cañada de Gómez

Lavalle 1466  
2500 Cañada de Gómez (Santa Fe)  
Telefax: 03471-422074  
e-mail: aercdegomez@inta.gob.ar

### • AER Casilda

Fray Luis Beltrán 2436  
2170 Casilda (Santa Fe)  
Telefax: 03464-422267  
e-mail: aercasilda@inta.gob.ar

### • AER Pago de los Arroyos

Sargento Cabral 1778  
2115 Máximo Paz (Santa Fe)  
Telefax: 03460 496042  
e-mail: aerpago@inta.gob.ar



### **EEA Oliveros**

📍 Ruta Nacional 11, km 353 - 2206 Oliveros (Santa Fe)

✉ eeaoliveros.comunic@inta.gob.ar

📘 EEA INTA Oliveros

📺 INTA Oliveros

📷 Centro Regional Santa Fe: intasantafe

✂ Centro Regional Santa Fe: @INTASANTAFE





Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Argentina

Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio  
de Economía  
República Argentina

**INTA Oliveros**  
Centro Regional Santa Fe