



Fertilización de cultivos de verano

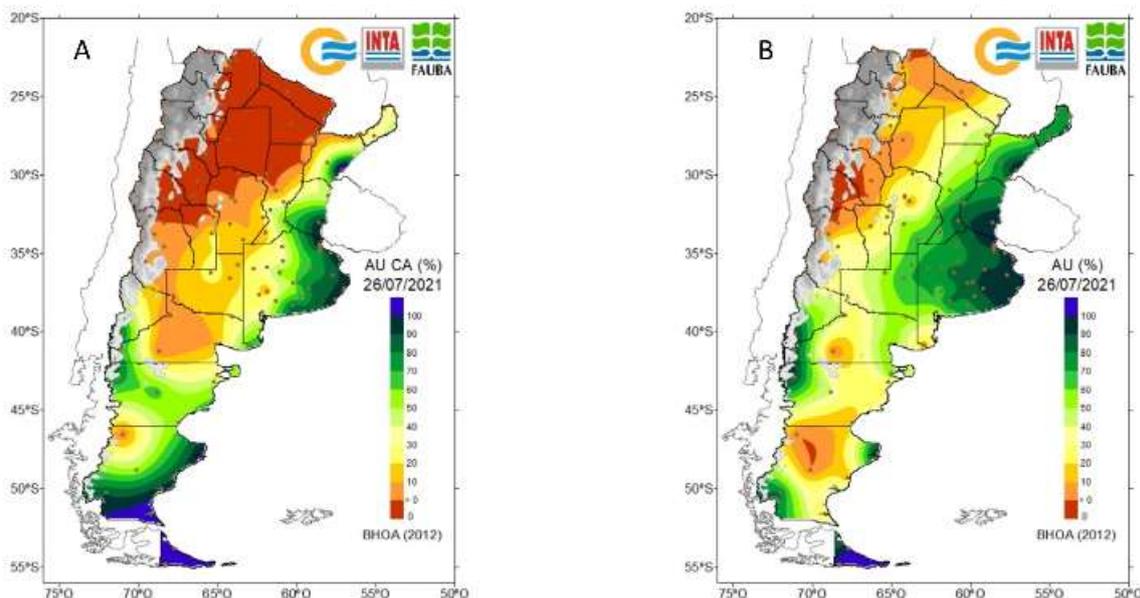
Campaña 2021/22

1. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA FERTILIZACIÓN

1.1. Evolución de la campaña gruesa

La campaña gruesa 2021/22 se está planificando en un contexto de mayores precios de los granos en relación a la campaña pasada, y con buena condición de recarga de humedad de los perfiles. Sin embargo, los mapas de disponibilidad de agua útil reflejan bajos contenidos actuales de agua útil en la capa superficial (Fig. 1).

Figura 1. Contenido de agua útil superficial (A) y en el perfil (B). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN). https://www.smn.gov.ar/monitoreo_estados



El monitoreo de la condición climática será especialmente relevante este año en donde se reportan escenarios Niña para los próximos meses, teniendo en cuenta que las precipitaciones durante el ciclo de maíz y soja son un factor de gran incidencia en la construcción del rendimiento.

Por otro lado, el marcado aumento de los precios de los fertilizantes en relación a las últimas campañas, obliga a afinar el diagnóstico de disponibilidad de nutrientes en cada lote o ambiente, Para ello se cuenta con una amplia gama de modelos de fertilización desarrollados para diferentes regiones productivas. En este sentido se recomienda contextualizar en el análisis de precampaña el escenario de “altos precios de fertilizantes” considerando las relaciones de precios de los granos y fertilizantes. Como se verá más adelante, las relaciones de precios actuales si bien son menos favorables que en la campaña 2021 se ubican dentro de las variaciones que se han observado en años recientes. Asimismo, es importante analizar la tecnología de fertilización como una inversión (especialmente para nutrientes como fósforo o potasio), y por consiguiente

incorporar en los modelos de decisión tanto los efectos directos como los residuales a escala de rotación.

1.2. Precios relativos de fertilizantes y granos

En la Tabla 1 se consignan los precios orientativos de los fertilizantes más comunes (sin IVA).

Tabla 1. Precios de fertilizante (USD/t)

Fertilizante	2018	2019	2020	2021
Urea granulada	440	433	368	633
UAN 32	370	330	325	465
Mezcla UAN y TSA (28N, 5S)	325	325	315	450
FDA	570	523	463	842
FMA	570	523	463	852
SFT	440	470	s/d	760
SFS	245	255	242	369

Se observa un marcado aumento del precio de los fertilizantes en relación a la última campaña. Este aumento se viene dando progresivamente desde enero de 2021, y parecería haber alcanzado un “pico” según los analistas internacionales.

Al analizar los incrementos de precios según fertilizante, el mayor aumento dentro de los nitrogenados lo mostró la urea (+72%), mientras que los fertilizantes nitrogenados o nitro-azufrados líquidos aumentaron un promedio del 42%. Con respecto a los fertilizantes fosfatados, los fosfatos de amonio (FDA, FMA) tuvieron un aumento medio del 82%, mientras que para el SFS fue del 52%.

En la Tabla 2 se consignan los precios netos del maíz y de la soja para el momento de cosecha. Se tomó un precio lleno de 185 USD/t para el maíz y de 303 USD/t para la soja, con gastos de cosecha y comercialización de 24 y 16%, respectivamente.

Tabla 2. Precios netos de productos a cosecha (USD/t).

Producto	2020	2021	2022
Maíz abril	103	105	141
Soja mayo	199	185	255

Se evidencia una considerable mejora en los precios esperados a cosecha tanto en maíz (+34%) como en soja (+38%).

Con los datos de las tablas anteriores, se elaboró la Figura 2 y la Tabla 3, donde se presentan los kg de maíz o soja necesarios para pagar 1 kg de nutriente para diferentes fertilizantes.

Figura 2. Kilogramos de maíz necesarios para pagar la unidad de nutriente

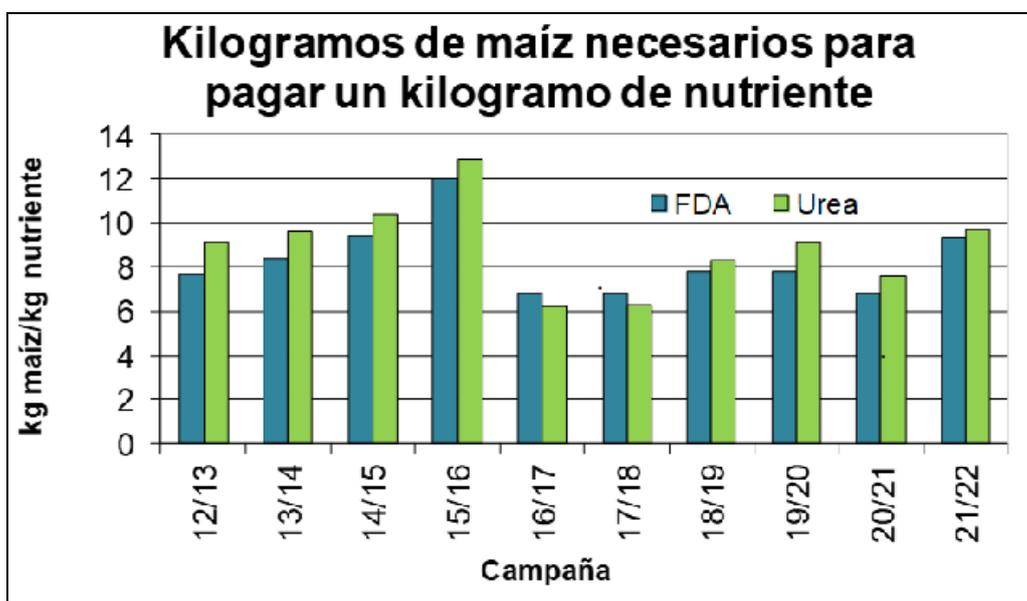


Tabla 3. Relaciones de precios, kg de producto (grano) para pagar la unidad de nutriente.

Fertilizante	Maíz			Soja		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Urea granulada	9,1	7,6	9,7	-	-	-
UAN	10,0	9,6	10,3	-	-	-
Mezcla UAN y TSA (28N, 5S)	9,5	9,0	9,7	-	-	-
FDA	7,8	6,8	9,3	4,0	3,9	5,1
FMA	8,0	6,9	9,6	4,1	3,9	5,3
SFT	9,9	-	11,7	5,1	-	6,5
SFS	6,9	6,9	8,4	3,6	3,9	4,7

Tomando como base de referencia la serie de tiempo de los últimos 10 años, las relaciones de precio de la presente campaña son mayores a las de las últimas 5 campañas (2016/17-2020/21) e inferiores a las observadas en la campaña 2015/16 (Fig. 1). Asimismo, la relación de precio para la urea se ubicó por encima de la mayor parte de los años del período evaluado, con la excepción de las campañas 2015/16, 2014/15 (donde las relaciones de precios fueron mayores), mientras que en las campañas 2012/13-2013/14 las relaciones de precios fueron de similar orden de magnitud a la actual. En cuanto al FDA, las relaciones de precios actuales son similares a las que se presentaron en la campaña 2014/15 y se ubican por encima de todos los niveles que se alcanzaron en las últimas 10 campañas, con la excepción de la 2015-2016.

2. ASPECTOS TÉCNICOS QUE AYUDAN A TOMAR MEJORES DECISIONES

2.1. Respuesta a nitrógeno en maíz según híbrido y densidad de siembra

2.1.1. ¿Cómo incide el manejo de la densidad y la disponibilidad de nitrógeno?

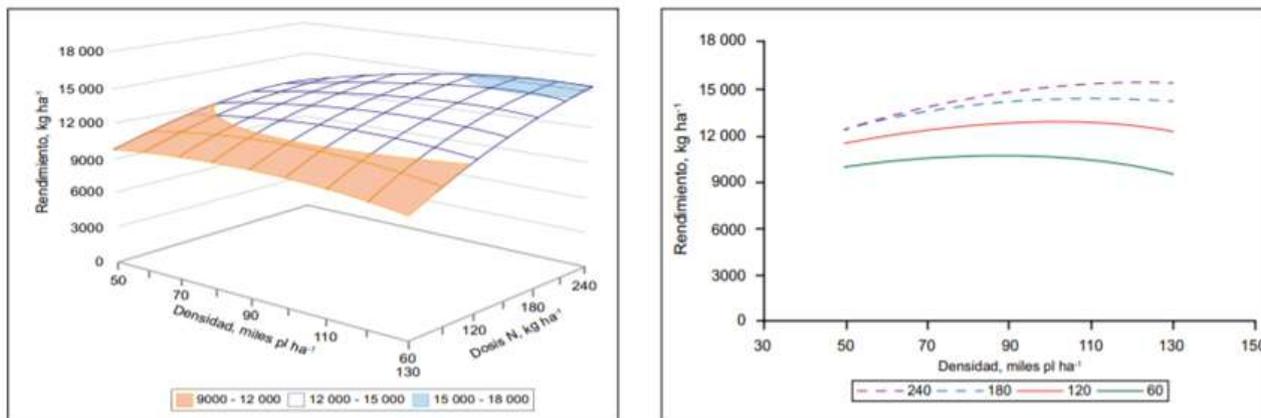
En los últimos años se han llevado a cabo una gran cantidad de experimentos y estudios orientados a comprender cómo inciden diferentes factores de manejo agronómico (e.g. fecha de siembra, presencia de capa freática, disponibilidad de nutrientes, entre otros), sobre el rendimiento de maíz. Esta información es de gran relevancia para definir estrategias de manejo que permitan “cerrar las brechas de rendimiento”. En un reciente estudio llevado a cabo por Vitantonio-Mazzini y col. (2020) en una amplia región de lotes de producción del CREA Sur de Santa Fé (58 y 33 experimentos en maíz temprano y tardío, respectivamente) publicado en la prestigiosa revista *Field Crop Research*, se observó una marcada incidencia de la densidad de siembra y la disponibilidad de nitrógeno, particularmente en siembras tempranas. Ambos factores limitaron el rendimiento en 3053 kg/ha, que se puede considerar la respuesta a la optimización conjunta de la densidad de siembra y la oferta de nitrógeno (N). De hecho, tal como destacan los autores, el manejo de maíces de alta productividad requiere de la mejora combinada del stand de plantas y la fertilización con N.

Otro de los hallazgos del trabajo citado fue la prevalencia de deficiencias de N en los sitios evaluados, considerando que solo el 10% de los productores manejaron modelos de 250 kg de N (s+f), considerados “óptimos” en esta investigación, y por consiguiente la mayor parte de los mismos “dejaron de ganar” una considerable brecha de rendimientos debido a la carencia de N.

2.1.2. Experiencias recientes en evaluación de la interacción genotipo x ambiente

Si bien los estudios regionales o subregionales permiten comprender cómo inciden los factores de manejo en gradientes ambientales amplios (i.e. diferentes tipos de suelos, rotaciones, genotipos, condiciones climáticas, etc.), la escala de predio y lote requiere tener presente la información disponible sobre el comportamiento de los híbridos disponibles en la zona, y sobre todo cómo responden a la fertilización nitrogenada según distintas densidades de siembra. A modo de ejemplo de muestra en la Fig. 3, un trabajo realizado por Ruiz y col. (2019) quienes efectuaron 6 ensayos a campo durante 3 campañas en ambientes próximos a Justiniano Posse (Córdoba) con influencia de napa y de alta productividad.

Figura 3. Rendimiento (kg/ha) en función de la densidad de siembra (miles de plantas/ha) y la oferta de N (s+f) (Izquierda). Rendimiento (kg/ha) en función de la densidad de siembra (miles de plantas/ha) según diferentes ofertas de N (kg/ha, s+f). Fuente: Ruiz y col. (2019)



Se encontró un efecto interactivo (covariación) del rendimiento con la densidad de siembra y la oferta de N. Así, en términos generales, los rendimientos tendieron a aumentar a medida que se incrementó en forma simultánea el stand de plantas y la oferta de N.

Los autores destacaron que, con el planteo tradicional de densidad de siembra y fertilización nitrogenada utilizada por los productores de la zona (75.000 plantas/ha y modelos de 160 kg de N, s+f), no se logra maximizar ni el rendimiento ni el margen (Tabla 4).

Tabla 4. Rendimiento de maíz (kg/ha) según densidad de siembra y disponibilidad de N (izquierda). Margen (USD/ha) del maíz según densidad de siembra (miles de plantas/ha) y oferta de N disponible (derecha). Fuente. Ruiz y col. (2019).

		N Disponible suelo+fert., kg ha ⁻¹			
		60	120	180	240
Densidad, miles pl ha ⁻¹	50	9966	11 506	12 303	12 358
	70	10 551	12 377	13 461	13 802
	90	10 680	12 792	14 162	14 789
	110	10 352	12 750	14 407	15 320
	130	9568	12 252	14 195	15 395

		N Disponible suelo+fert., kg ha ⁻¹			
		60	120	180	240
Densidad, miles pl ha ⁻¹	50	\$ 160	\$ 289	\$ 330	\$ 285
	70	\$ 176	\$ 339	\$ 414	\$ 402
	90	\$ 139	\$ 335	\$ 444	\$ 465
	110	\$ 47	\$ 277	\$ 420	\$ 475
	130	\$ -97	\$ 166	\$ 342	\$ 431

Cabe destacarse, que los resultados de margen económico presentado en la Tabla 4 corresponden a otra campaña, en donde las relaciones de precios eran diferentes. Si bien es posible que en la actual coyuntura de precios de fertilizantes, la magnitud de los márgenes o bien los modelos de optimización de la densidad y N (s+f) para maximizar rendimiento puedan ser distintos, el principio es el mismo. Es decir, a mayor productividad esperada para un determinado ambiente, se debe aumentar la densidad de siembra y la oferta de N. Debido a que las precipitaciones durante el ciclo o la presencia de capa freática inciden marcadamente sobre los niveles de rendimiento, la caracterización de los ambientes y el análisis realista de las expectativas de rendimiento, representan un aspecto central en la planificación de la fertilización nitrogenada del cultivo.

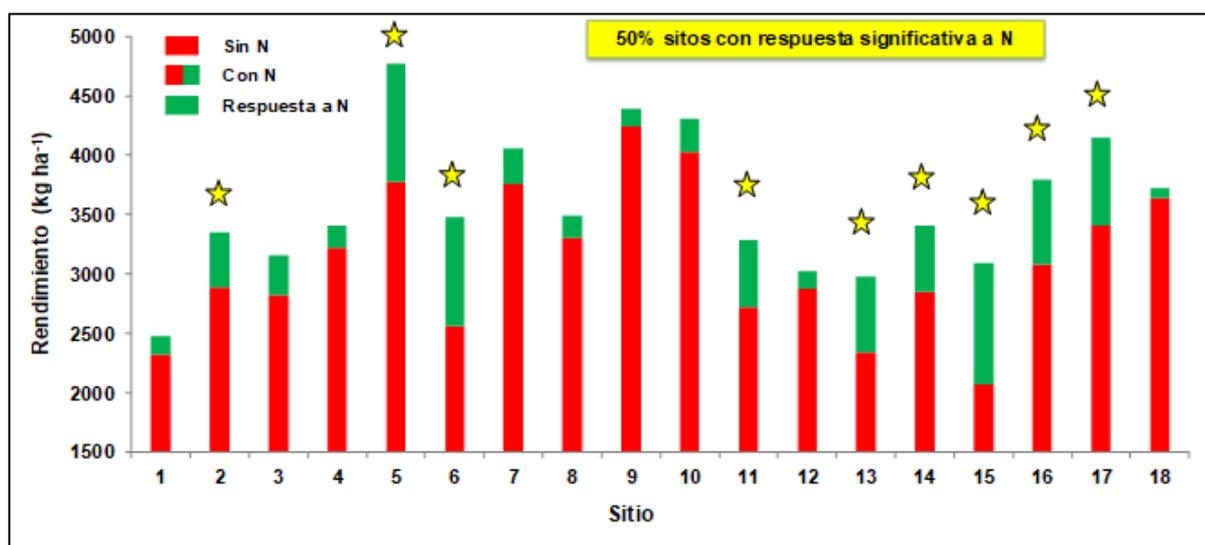
Por otro lado, y tal como destacan los autores del estudio descripto antes, aumentar la densidad de siembra sin acompañar con una consiguiente mejora en la oferta de N vía fertilización, tendría efectos opuestos a los esperados. Es conocido el efecto deletéreo que produce la competencia intraespecífica en maíz en la generación de biomasa de granos, ante restricciones en la oferta de algún recurso abiótico como puede ser el agua o la disponibilidad de N.

2.2. Fertilización en girasol: ¿El Nan mejora el diagnóstico de deficiencias de nitrógeno?

El principal desafío en el manejo de la fertilización nitrogenada de cultivos de grano es lograr sincronizar la oferta de N (aportada por el suelo y/o la fertilización) con la demanda de N (absorción de nitrógeno derivado del crecimiento del cultivo) en cada lote o ambiente de producción. Para ello es necesario evaluar no solo el contenido de N disponible inicial en el momento de la siembra (nitratos), sino también el potencial de mineralización de N de la MO, que se puede evaluar mediante el análisis del Nan (nitrógeno incubado en anaerobiosis).

En la Fig. 4 se muestran los resultados de una red de 18 ensayos de fertilización nitrogenada realizados en el período 2010-2018 en el sudeste de Buenos Aires, en donde se implantó 50% de sitios con genotipos alto oleico y la otra mitad con germoplasma convencional.

Figura 4. Rendimiento en grano del girasol con y sin agregado de N según sitio experimental. Los asteriscos indican los sitios con respuestas significativas a la fertilización nitrogenada. Fuente: adaptado de Diovisalvi y col. (2019)



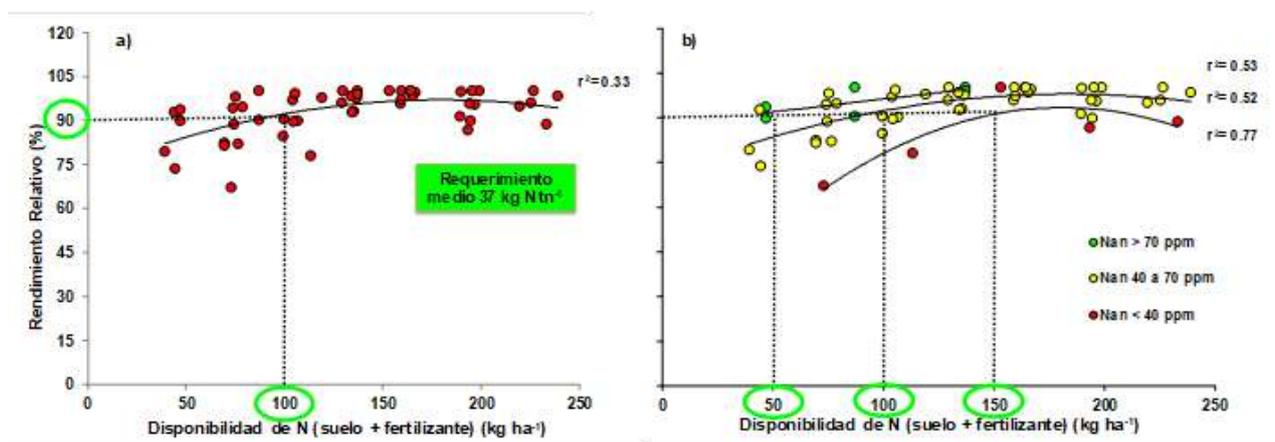
A pesar que en el 50% de los sitios-año, las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron menores a los promedios históricos ($\leq 450-500$ mm), se observó respuesta significativa en la mitad de los sitios. El rendimiento medio en los tratamientos no fertilizados y fertilizados fue de 3105 y 3574 kg/ha, respectivamente, por consiguiente, la respuesta media fue de 424 kg/ha. También se observó una mejora en los contenidos de proteína en el grano y subproductos en los tratamientos fertilizados, sin afectarse el tenor graso.

En la mitad de los sitios la respuesta al agregado de nitrógeno fue significativa. Para las dosis medias aplicadas (85 kg de N/ha), y una EUN (eficiencia de uso de N) de 8,2 (kg de grano/kg de N), la práctica de fertilización fue rentable en ambientes que presentaron respuestas superiores a

400 kg/ha o más para relaciones de precios de 4,5:1 (promedio histórico). Para la actual campaña (2021/2022), las relaciones de precios no son muy diferentes (alrededor de 4) ya que a pesar de la suba en los precios de los fertilizantes nitrogenados, también han aumentado los precios del girasol esperados a cosecha.

La inclusión del Nan mejoró el ajuste (coeficiente de determinación lineal o R^2) del modelo explicativo del rendimiento en función de la disponibilidad del N ofertado. Así, el 90% del rendimiento relativo se asoció con una disponibilidad de 100 kg/ha de N (s+f), mientras que la inclusión del Nan en el modelo permitió demostrar que se puede alcanzar 90% del rendimiento relativo con diferentes combinaciones de N disponible (s+f) y Nan (Fig. 5).

Figura 5. Rendimiento relativo del girasol en función del contenido de N disponible como nitratos (0-60 cm) + N del fertilizante (s+f) sin discriminar los valores de Nan (0-20 cm) (a) y discriminando el Nan (b). Fuente: adaptado de Diovisalvi y col. (2019)



Como se puede apreciar, el girasol alcanzó el 90% del rendimiento relativo con 50, 100 y 150 kg de N/ha (s+f) para valores de Nan superiores a 70, entre 40 y 70 e inferiores a 40 ppm (0-20 cm).

Estos resultados son especialmente importantes para contextos de precios elevados de los fertilizantes en donde el diagnóstico de fertilidad (N disponible y Nan) permite determinar con mayor exactitud la oferta de N con la que cuenta el cultivo, fundamental para optimizar la decisión de aplicar este nutriente a escala de lote o ambiente.

El Nan se lo puede analizar cada 2-3 años en cada lote, y además de servir como índice del potencial de mineralización de N de la MO durante el ciclo del cultivo, se lo utiliza como índice de calidad del suelo.

¿Conoces nuestro servicio de asesoramiento integral en fertilización de cultivos?

¿En qué consiste?

- 1. Análisis del manejo actual de nutrientes a escala predial, considerando los objetivos empresariales y restricciones del sistema productivo**
- 2. Evaluación de opciones de mejora en diagnóstico y tecnología de aplicación de fertilizantes**
- 3. Reuniones presenciales o virtuales para discutir las posibles estrategias de optimización en la fertilización de los cultivos á escala de rotaciones**
- 4. Armado de un plan de fertilización a escala predial que podrá ser ajustado y mejorado a través del tiempo**

¿Dónde contactarnos?

Whats App: (+54911) 6015 5760

Email: laboratorio@tecnoagro.com.ar

