

a mayor disponibilidad de N en el suelo a la siembra, disminuyó la respuesta en rendimiento de los tratamientos.

Por último, se analizó el nivel de proteína en grano como parámetro de calidad del trigo. La cantidad de proteína en el grano de trigo esta condicionada por el genotipo e influenciada por el suelo, el clima y las condiciones de manejo (Cuniberti, 1996). Cuando existe una deficiencia inicial de N, el rendimiento está fuertemente limitado por este y el cultivo es muy eficiente en la formación de destinos reproductivos por unidad de N. Al aumentar la oferta de este nutriente, el rendimiento aumenta con eficiencia decreciente. El N sobrante que no es destinado a rendimiento, aun dentro del rango de respuesta, se destina a la formación de proteína en grano (Savin, 2001). El porcentaje de proteína en grano aumentó en forma lineal a medida que la oferta total de N se incrementaba (Figura 9). Las líneas superiores e inferiores grafican el intervalo de confianza para la predicción del 95%.

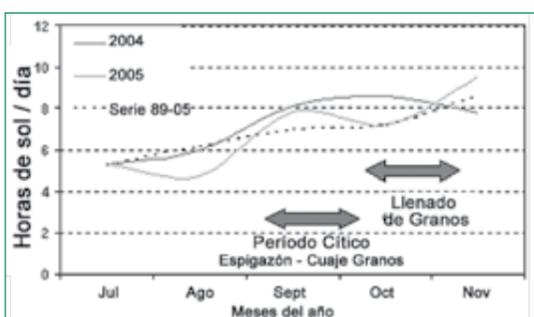


Figura 5. Horas de sol por día en función de los meses del año, relacionándolo con los períodos de determinación del rendimiento del cultivo de trigo.

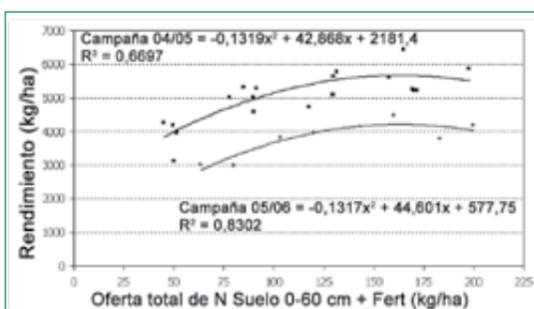


Figura 6. Rendimiento de trigo en función del Nitrógeno total ofrecido (N-nitratos suelo 0-60 cm + N fertilizante).

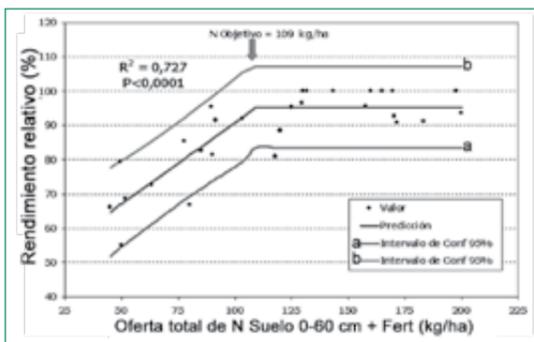


Figura 7. Rendimiento relativo de trigo en función del Nitrógeno total ofrecido (N-nitratos suelo 0-60 cm + N fertilizante).

Conclusiones

- Se diferenciaron distintos ambientes entre campañas para la producción de trigo, ligados a las condiciones climáticas durante el periodo crítico.
- Las respuestas encontradas para los ambientes son semejantes, de manera que la oferta de N apunta a captar la oferta ambiental, la cual varía entre años.
- Se encontraron respuestas significativas al agregado de N, hasta 109 kg de N ofrecido.
- Existió relación entre el N mineral en el suelo y la respuesta al agregado de este nutriente, siendo muy importante diagnosticar la oferta inicial a través del análisis de suelo.
- La proporción de proteína del grano fue aumentando en forma lineal a medida que la oferta de N se incrementó.

Agradecimientos

A las empresas del CREA Monte Buey – Inrville, por permitir la realización de este tipo de experiencias. Al Ing. Agr. MSc. Máximo Uranga de Petrobrás, por su colaboración en el ensayo. A Ferti-Buey Insumos de Monte Buey, por los servicios prestados. A Jorge Fraschina de INTA Marcos Juárez.

Bibliografía

- Cordone G. y Martínez M.** 1999. El azufre en el sistema productivo agrícola del Centro-Sur de Santa Fe. UEEA INTA Casilda.
- Cuniberti, M.B.** 1996. Fertilización nitrogenada, proteínas y calidad de trigo. INTA Marcos Juárez.
- Savin, R.** 2001. Calidad del grano de trigo. Capítulo 9. Cuaderno de Actualización Técnica N° 63. CREA.

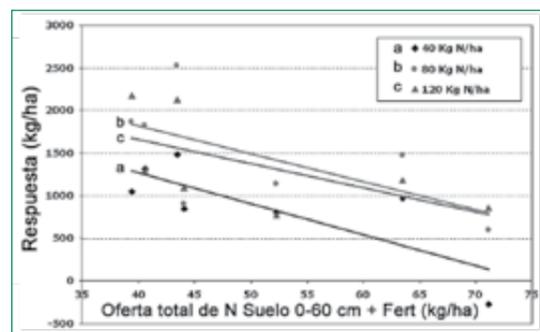


Figura 8. Respuesta en rendimiento por tratamiento de fertilización en función de la oferta Inicial de N-NO₃ (kg/ha) en el suelo (0-60 cm).

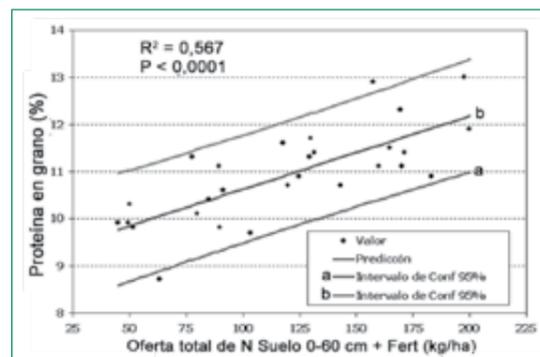


Figura 9. Porcentaje de proteína en grano en función de la N total ofrecido (N suelo + N fertilizante).

La fertilización en cultivos extensivos de la Región Pampeana Argentina: Aportes del INTA

Elaborado por los Ings. Agrs. Vicente Gudelj, Carlos Galarza, Manuel Ferrari, Carlos Senigagliaesi, Angel Berardo, Néstor Darwich y Hernán Echeverría

— Antes de 1960

Consumo de Fertilizantes 1948/49: 15.000 toneladas

- Predominancia de un sistema mixto de producción, durante el período ganadero se recomponía la fertilidad física y química (nitrogenada), que unida a la fertilidad natural de los suelos permitían una adecuada nutrición de los cultivos.
- En 1959 se realiza la Iª Reunión Argentina de Ciencia del Suelo, se propone la implementación de un plan de experimentación de fertilización en maíz y trigo, y en la Comisión de Fertilidad y Nutrición Vegetal se presentan dos trabajos sobre problemas de fertilidad y tres sobre nutrición vegetal.
- Se menciona la pérdida de nitrógeno edáfico como una de las causas del deterioro de suelo y se atribuye a la remoción de los cultivos como principal magnitud. Se realiza investigación básica en fertilidad para orientar el futuro trabajo experimental. Se observa que, en lotes pequeños donde no hay una adecuada rotación agrícola-ganadera existe una reacción del cultivo de trigo por el uso de fertilizantes nitrogenados, pero se consideran inaplicables económicamente, debido a su elevado precio.

— Década de 1960

Consumo de Fertilizantes 1960/61: 16.241 toneladas

- A partir de su creación, el INTA comienza a experimentar con la práctica de fertilización en los cultivos de trigo y maíz. Entre 1962 y 1968 se realizan por lo menos 566 ensayos de fertilización en trigo y 339 en maíz. Comienzan las investigaciones para la calibración de métodos de diagnóstico.
- A mediados de la década se crean las **Redes de Laboratorios de Análisis de Suelos del INTA** y se amplían los grupos de investigación en fertilidad de suelo.
- Hacia fines de la década se establece un Programa Cooperativo de Experimentación y Transferencia: Tecnología en Nutrición y Fertilización en Trigo y Maíz entre el INTA, el CIMMYT y la Fundación Ford.

— Década de 1970

Consumo de Fertilizantes 1970/71: 82.000 toneladas

- Comienza el **Proceso de Agriculturización**, el que se hace con un intenso laboreo y mínimo uso de fertilizantes. Se intensifican los trabajos del INTA para la elaboración de métodos de diagnóstico para la fertilización con nitrógeno y fósforo en los cultivos de maíz y trigo.
- El INTA y la FAO inician un programa de Cooperación en 1970 que permite estudiar más a fondo las deficiencias de fósforo en el Sudeste Bonaerense.

— Década de 1980

Consumo de Fertilizantes 1980/81: 115.568 toneladas

- Se intensifica el **Proceso de Agriculturización** con excesivo laboreo de los suelos hasta la mitad de la década. Los niveles de materia orgánica ya han caído aproximadamente a la mitad del nivel original de los suelos.
- Con la participación de técnicos de suelo de todas las estaciones experimentales del **INTA** de la Región Pam-

- peana, se realiza un Mapa de los Niveles de Fósforo Disponible en el área mencionada.
- En 1984, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación implementa junto con el **INTA** y la Junta Nacional de Granos, el Subprograma de Fertilizantes, cuya finalidad fue de aumentar la productividad agrícola a través de un mayor empleo de fertilizantes; se implementan para tal fin los planes "CANJE" (cereales x fertilizantes).
- En 1986, el **INTA** pone en marcha el **Proyecto de Agricultura Conservacionista (PAC)**, el cual hace una intensa difusión de tecnologías conservacionistas (reducción del laboreo, siembra directa, fertilización y sistematización en suelos con pendientes pronunciadas). Se pone en evidencia a través de la investigación en campos de productores, la importancia de la estrategia de Fertilización de Arranque cuando se implementa el sistema de Siembra Directa.
- A través del acuerdo de Cooperación Tecnológica entre los gobiernos de Italia y Argentina, nace en 1987 el **Proyecto de "Desarrollo de la Fertilización en la Argentina"**, que es implementado en forma conjunta por la **SAGyP** y el **INTA** con la asistencia técnica y económica del gobierno italiano. Aumenta el número de trabajos de investigación realizados por el **INTA** sobre el tema de Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Uno de los objetivos perseguidos hasta finales de la década era de encontrar la **Dosis Óptima Económica**, que normalmente era bastante baja.

— Década de 1990

Consumo de Fertilizantes 1990/91: 325.000 toneladas

- Se comienza a tener una visión de la práctica de fertilización, como un componente más del sistema de producción, para lograr un buen nivel de productividad. El **INTA** pone en marcha el **Proyecto de Intensificación de la Producción de Granos (IPG)**, a través del cual se intensifica la difusión de la fertilización en los diferentes cultivos agrícolas del área pampeana.
- El **INTA** pone en marcha el **Proyecto Fertilizar** que hace un aporte importante en la difusión a través de la **Revista Fertilizar**, Jornadas de Actualización y otros medios.
- A mediados de la década, el **INTA** a través de investigaciones realizadas en campo de productores, pone en evidencia la necesidad de la Fertilización Azufrada que hace un aporte singular en el logro de mejores rendimientos de los cultivos implantados en siembra directa.
- Sigue creciendo el número de trabajos de investigación en las universidades y el **INTA**, dedicados al tema de fertilidad de suelos y fertilización de cultivos.
- Durante este período ocurre un importante crecimiento del sector de comercialización y prestación de servicios de fertilizantes:
 - Aparición de nuevas empresas, ampliación de la diversidad de fuentes, productos fertilizantes y ofertas de formulaciones líquidas.
 - Comercialización y distribución de productos sólidos a granel, preparación en planta de mezclas físicas "a medida".
 - Aparición en el mercado de **Prestación de Servicios de Fertilización Sólida y Líquida** todo lo cual contribuyó a impulsar la utilización y a mejorar la calidad de aplicación de fertilizantes.

— Década de 2000

Consumo de Fertilizantes 2000/01: 1.800.000 toneladas

- Se empieza a manejar el concepto de **Reposición de Nutrientes** para mantener o mejorar la fertilidad natural.
- Comienza el desarrollo de la **Agricultura de Precisión**, iniciándose por parte del **INTA** y otras instituciones los estudios locales sobre el manejo sitio-específico de la fertilidad del suelo y la fertilización de cultivos.
- Se produce una revalorización de la **fertilización biológica**. Se incrementa el interés y el empleo de la práctica de la inoculación de la semilla de soja con rizobios. Aparece la preinoculación y la combinación inoculación-tratamiento con fungicidas. Es de destacar el uso de bacterias solubilizadoras de fósforo y de productos a base de Azospirillum. Se pone en marcha el **Proyecto Inocular** entre el **INTA** y las empresas proveedoras de inoculantes para mejorar la calidad y eficiencia del uso de los mismos.

- En el año 2005 empresas vinculadas a la producción y comercialización de fertilizantes crean la **Asociación Civil Fertilizar**, la que firma un convenio con el **INTA**, con el objetivo de intensificar la investigación en fertilización.
- A pesar del notable aumento en el consumo de fertilizantes, el desbalance de nutrientes sigue siendo importante. Se repone solamente el 37, 27 y el 10 % de fósforo, nitrógeno y azufre, respectivamente, del total que se llevan los granos con la cosecha de los cultivos.
- La mayoría de los productores han tomado conciencia de la necesidad de emplear fertilizantes en sus sistemas de producción. Paralelamente, desde el **INTA** se sigue trabajando sin pausa en la investigación y desarrollo de adecuados métodos de diagnósticos o ajustes de los existentes, estrategias de reposición de nutrientes y tecnologías de fertilización para que a través de su adopción se posibilite hacer un uso cada vez más eficiente de los fertilizantes minimizando el impacto ambiental.

— Año 2004/2005

Consumo de Fertilizantes 2004/05: 2.570.000 toneladas

Los 50 años del INTA

INPOFOS Cono Sur celebra los 50 jóvenes años de la exitosa y fructífera labor del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) en la Argentina.

Las investigaciones del INTA en todo el país han permitido generar tecnologías adecuadas para el manejo agronómico de cultivos, la producción animal y el desarrollo forestal del país.

El estrecho vínculo del personal del INTA con la producción, organizaciones agropecuarias e instituciones relacionadas al agro, aceleran la difusión de las tecnologías y contribuyen a alcanzar objetivos de productividad, económicos, sociales y ambientales.

Para INPOFOS Cono Sur es un honor interactuar con el INTA, como institución, y con todo su excelente personal técnico en el desarrollo y difusión de conocimientos en la búsqueda de una agricultura sustentable. El recurso suelo es patrimonio de la humanidad, nuestro y de las generaciones futuras, INTA brinda testimonio día a día de su compromiso con este legado.

¡Felices 50 primeros años!

*Fernando O. García
Director Regional
INPOFOS Cono Sur*

AÑOS