

MANEJO Y FERTILIZACION DEL TRIGO EN LA ZONA SUR¹

Ing. Agr. Angel Berardo²

Descripción del area:

El área bajo estudio comprende básicamente la Subregión triguera IV y la zona más húmeda de la V Sur, ubicada al sudeste de ésta en un área influenciada por el sistema de Sierra de la Ventana.

En toda la región considerada, se siembran más de 1.5 millones de hectáreas con una producción aproximada de 4 millones de toneladas, lo que representa más del 25% de la superficie y el 30% de la producción nacional de trigo.

La pluviometría media anual varía desde 900 mm. en la zona más húmeda hacia el este, hasta 600 mm. en la zona más seca hacia el oeste (Cnel. Dorrego y el noroeste del sistema de Sierra de la Ventana).

Los suelos predominantes son argiúdoles y argiúdoles petrocálcicos de textura franca en la capa arable, con la presencia de haplúdoles de textura franca arenosa en algunos sectores; los contenidos promedios de materia orgánica varían entre 3% y 6% en las zonas más secas y más húmedas respectivamente.

La capacidad del almacenaje de agua útil en los suelos de distinta aptitud agrícola puede variar desde 60 a 80 mm. en suelos de menor profundidad (50 a 60 cm.) hasta 150-180 mm. en suelos más profundos y con mayores contenidos de materia orgánica.

Si bien en la actualidad aún predominan los sistemas mixtos debido a la presencia de suelos con distinto grado de limitaciones para el desarrollo de los cultivos, en las zonas con suelos de mayor aptitud agrícola se registra una tendencia hacia ciclos agrícolas más prolongados y hacia la agricultura continua.

En ésta región se ha producido en los últimos años un leve incremento en la superficie sembrada con trigo, contrariamente a lo ocurrido en otras regiones trigueras ubicadas más al norte, donde este cultivo ha sido desplazado en parte por la soja. Las mayores limitantes edáficas y climáticas para los cultivos estivales y el mayor

rendimiento potencial del trigo en relación a otras regiones son las razones principales.

Las menores temperaturas principalmente en el período previo a anthesis dan lugar a un mayor cociente fototérmico (relación entre radiación y temperatura superior a 4,5° C) y le confieren al cultivo una alta potencialidad de producción, con rendimientos promedios de 5500 a 6000 kg hasta un máximo de 7000 sin limitantes hídricas y nutricionales (17).

La escasez de lluvias en el período invernal y la presencia de tosca en vastos sectores de la región que reduce la capacidad de almacenaje de agua de los suelos, junto con un inadecuado suministro de nitrógeno y de fósforo son los factores que habitualmente afectan los rendimientos del cultivo.

El mayor stress hídrico se presenta con frecuencia durante el llenado de grano cuando las precipitaciones suelen ser inferiores a los requerimientos del cultivo, sobre todo en suelos poco profundos. Esta situación se acentúa hacia el oeste por las menores precipitaciones y donde la tosca se encuentra por lo general a menor profundidad. Los efectos del stress hídrico en dicho período sobre los rendimientos fueron estimados para la región (1) con pérdidas diarias de 60 a 70 kg.ha⁻¹.

La ocurrencia de heladas tardías, principalmente en algunos sectores cercanos a las sierras pueden causar daños considerables, siendo el atraso en la fecha de siembra una alternativa a tener en cuenta.

Hacia el oeste de la región las características edáficas y la pluviometría son progresivamente más restrictivas para el desarrollo del cultivo. Por lo tanto, para una producción rentable es necesario adoptar prácticas de manejo que aseguren el reabastecimiento de agua en el perfil antes de la siembra, tanto a través de la longitud del barbecho y del sistema de labranza como con la utilización de secuencias de cultivos adecuadas.

El manejo eficiente del agua, junto con la incorporación de la fertilización fosfatada y

¹ Presentado en el Congreso de Trigo – 2000

² Docente Fac. Ciencias Agrarias - Unidad Integrada Balcarce.

nitrogenada son los aspectos de manejo más relevantes que, junto con los aportes de la genética, han permitido aumentar los rendimientos en amplios sectores de la región.

Estos últimos son de 4000 a 5000 kg.ha⁻¹ para la mayoría de los suelos en la zona más húmeda hacia el este (mixta papera), de 3500 a 4000 kg.ha⁻¹ en la zona intermedia (cerealera mixta con tosca) y entre 2500 y 3000 kg.ha⁻¹ en la zona más seca y con tosca hacia el oeste. Las precipitaciones promedio durante el ciclo de cultivo son de 350, 300 y 250 mm. para cada zona respectivamente.

La pérdida progresiva de más del 30% de la materia orgánica (8, 21) está asociada con la declinación del nitrógeno en el suelo, siendo aún mayor la pérdida de las fracciones más lábiles del N (21). De esta manera se ha reducido sensiblemente la disponibilidad del nutriente en casi toda la región.

Por tal razón además de la fertilización fosfatada, difundida a partir de la década del 70 por la baja disponibilidad de P en vastos sectores de la región, en la última década la intensificación del uso agrícola de los suelos impulsó una creciente adopción de la fertilización nitrogenada

MANEJO DEL CULTIVO

Antecesoros y labranzas:

El trigo junto con el girasol son los cultivos que ocupan la mayor superficie en la región; este último es por consiguiente el antecesor más frecuente (60%), con variaciones importantes dentro de la región básicamente en función de la profundidad de los suelos y de la pluviometría de cada zona. Los otros cultivos estivales (maíz, soja y papa) son los otros antecesores frecuentes en las zonas más húmedas, mientras el mismo trigo, los verdes de invierno y los potreros “en descanso” o las pasturas lo son para las zonas más secas o en los suelos poco profundos.

Sobre estos últimos la iniciación temprana del barbecho (enero-febrero) asegura un mayor almacenaje de humedad y de nitrógeno disponible, que dan lugar a incrementos en los rendimientos de 600 a 1000 kg.ha⁻¹ en relación a los que suelen obtenerse con barbechos iniciados con posterioridad (4).

La incidencia de pietín (*Gaunaenomyces sp.*) en las zonas más húmeda hacia el este y la presencia de gramíneas anuales como raigrás y avena fatua en las zonas más secas obligan a la incorporación de otros cultivos en la rotación o a la utilización de pasturas.

Después de los cultivos estivales la labranza temprana con discos garantiza la acumulación de agua y nitrógeno, no siendo por lo general necesarias las labores profundas con cinceles o con reja (4, 19).

El maíz, principalmente con labranza convencional es poco aconsejable como antecesor debido a los mayores costos de laboreo y la necesidad de mayores aportes de fertilizantes nitrogenados; además sobre este antecesor con frecuencia no se logra almacenar suficiente humedad en el perfil del suelo, excepto en la zona más húmeda hacia el este. Por ésta misma razón tampoco es aconsejable la soja como cultivo antecesor (4).

La siembra directa en este cultivo tiene aún un muy bajo nivel de adopción en la región; las bajas temperaturas, la reducida superficie de los cultivos de soja y maíz en los que esta práctica suele presentar las mayores ventajas, además de la presencia de sistemas mixtos, pueden ser algunas de las razones.

DIAGNOSTICO Y MANEJO DE LA FERTILIZACION

Fósforo:

La pérdida progresiva del nivel de P en los suelos agrícolas de la Región Pampeña está relacionada con el desarrollo de la agricultura, habiéndose acentuado en los últimos 20 años con la intensificación de esta. Por tal razón la deficiencia de P en los suelos de la región, y la respuesta al P aplicado en el cultivo de trigo ha sido ampliamente documentada desde la década del 70 (3, 4).

Con posterioridad se fueron ajustando las dosis de fertilización y los niveles críticos de P en la medida en que los avances tecnológicos y los aportes de la genética permitieron aumentar los rendimientos del cultivo. Por tal razón los niveles críticos de 9-10 ppm de P Bray I establecidos en la década del 70 se incrementaron con posterioridad hasta 12 y 15 ppm, variables en función de los rendimientos según tipos de trigo y zonas (4), con respuestas

de 15 a 25 kg de trigo por kg de P_2O_5 aplicado en línea.

Hacia el oeste de la región se han encontrado respuestas hasta niveles de 10 a 15 ppm con variaciones según clases texturales del suelo (15, 18).

En los últimos trabajos realizados en la zona más húmeda (Balcarce) se han obtenido respuestas hasta contenidos más elevados de P extractable; éstos variaron entre 18 y 20 ppm para rendimientos de 4500 $kg\cdot ha^{-1}$ y entre 25-28 ppm para 6000 $kg\cdot ha^{-1}$ respectivamente (Berardo y col, datos no publicados). Por debajo de los niveles críticos señalados la pérdida de rendimiento asociada a una menor disponibilidad de P alcanza una magnitud de hasta 100 $kg\cdot ha^{-1}$ por cada unidad de P extractable. La aplicación localizada de P (en línea) duplica la respuesta obtenida con la incorporación al voleo cuando los contenidos de P extractable son bajos (7-8 ppm). Estas diferencias son progresivamente menores al incrementarse la disponibilidad de P hasta alcanzar valores similares con contenidos cercanos a 20 ppm, con variaciones según dosis de P y rendimientos del cultivo (Berardo y col, datos no publicados).

La alta residualidad del P en los suelos de la región es otro aspecto evaluado que merece ser considerado en el análisis económico. La recuperación del P aplicado varía entre 50% y 80% según dosis aplicada, con respuestas acumuladas a lo largo de 8 años de hasta 80 y 40 $kg\cdot ha^{-1}$ de trigo por kg de P_2O_5 aplicado inicialmente en el monocultivo de trigo y en el de trigo intercalado con girasol (5).

Dada la alta eficiencia y recuperación del P aplicado en los suelos de la región es conveniente utilizar el balance de este nutriente en el manejo de la fertilización.

Nitrógeno

La respuesta a la aplicación de N en este cultivo comenzó a manifestarse a partir de la década del 70, con la incorporación del girasol en la rotación, principalmente en suelos profundos de textura franco arenosa en la zona cerealera mixta, y se acrecentó con la prolongación de los ciclos agrícolas y con el aumento de los rendimientos (2, 4).

En los modelos explicativos del rendimiento y de la respuesta a N obtenidos a partir de una vasta red de experimentos, las variables de manejo como: años de agricultura, número de cultivos de escarda y período de

barbecho (2, 4) junto con el contenido de N disponible y las lluvias fueron los factores más relevantes.

La variabilidad climática, edáfica y de manejo en la región ha dado lugar a distintos enfoques en el estudio de la respuesta a N, pero en general se toman en cuenta los factores mencionados asignándoles distinto grado de importancia.

La incidencia de los años de agricultura sobre los rendimientos de trigo ha sido cuantificada tanto en ensayos realizados en el campo experimental de la EEA INTA Balcarce (20, 21), como en ensayos conducidos en toda el área (4). En ellos se verificaron reducciones en los rendimientos de hasta 1000 a 1500 $kg\cdot ha^{-1}$ después de 8 a 10 años de cultivos bajo labranza convencional, con variaciones según zonas y secuencias de cultivos utilizadas.

La iniciación temprana del barbecho sobre todo luego de cultivos invernales, además del efecto sobre la acumulación de humedad, permite una mayor mineralización del N que puede superar los 50-60 $kg\cdot ha^{-1}$ y, tal como se ha mencionado suele traducirse en aumentos de rendimientos de 600 a 1000 $kg\cdot ha^{-1}$ (4).

En el manejo de la fertilización es necesario tener en cuenta el cultivo antecesor por sus efectos sobre la dinámica del N y su disponibilidad para el trigo asociado a la distinta calidad y cantidad de residuos (21), además de su incidencia sobre la cantidad de agua útil y sobre los aspectos sanitarios del cultivo.

Los efectos del balance entre los procesos de mineralización e inmovilización se prolongan durante el desarrollo del cultivo, por lo que no necesariamente son cuantificados a través del contenido de N disponible en la siembra. Como resultado, los rendimientos relativos de trigo, promedios de un ensayo de 10 años de duración fueron sobre maíz, girasol y soja de 0.59, 0.73 y 0.86 en relación a los alcanzados con la fertilización nitrogenada (1.0) que en la mayoría de los años variaron entre 4000 y 4500 $kg\cdot ha^{-1}$ (21). En función de los rendimientos señalados es de esperar una respuesta promedio de 1500, 1000 y 600 $kg\cdot ha^{-1}$ sobre cada uno de los antecesores con un requerimiento aproximado de N de 80 a 90, 50 a 60 y 30 a 40 $kg\cdot ha^{-1}$ sobre maíz, soja y girasol respectivamente.

Para el antecesor más frecuente (girasol) y en lotes con una historia agrícola superior a 8-10 años se han desarrollado también modelos de fertilización que toman en cuenta el

contenido de N disponible a la siembra hasta 60 cm y el estado hídrico del suelo (12). Para contenidos de humedad equivalente superior a 0.75 y niveles de N inferiores a 69 kg.ha⁻¹ se realizarían aplicaciones tempranas hasta 2 hojas, o bien al final del macollaje cuando los contenidos de N son más elevados. La dosis de N a aplicar para un rendimiento promedio de 4000 kg.ha⁻¹ resulta de la diferencia entre 125 y el N disponible a la siembra. Estos mismos autores han desarrollado (13, 15) un modelo de fertilización basado en la simulación del crecimiento del cultivo utilizando variables edáficas y climáticas. Para distintos contenidos iniciales de N, según las variables edáficas de sitio (contenido de carbono y de arcilla), y estadísticas climatológicas de la región el modelo predice rendimientos con sus probabilidades y eficiencia de respuesta a N.

El efecto de la humedad sobre la respuesta a N ha sido evaluado también en el sudoeste Bonaerense, en el área de INTA Bordenave (16) dónde además de la deficiencia de P, la respuesta a N está fuertemente condicionada (70%) por la lluvias de septiembre; con lluvias superiores a 40 mm se reduce el riesgo y en la mayoría de los casos se obtienen respuestas variables entre 500 y 800 kg.ha⁻¹.

Para lograr un grado de precisión aceptable los modelos de fertilización nitrogenada deben tener en cuenta las variaciones edáficas, climáticas y de manejo junto a los rendimientos esperables en cada zona. Por tal razón el conocimiento de los efectos de las prácticas de manejo sobre la dinámica del N, a través de estimaciones del N mineralizable durante el ciclo del cultivo, de la eficiencia del N aplicado y de las posibles pérdidas, contribuyen a mejorar la fertilización.

Para la región se han estimado valores de mineralización durante el ciclo del cultivo variables entre 40 y 120 kg.ha⁻¹ de N (en función de los contenidos de materia orgánica de cada zona y de los años de agricultura (9)) y niveles de recuperación del N aplicado hasta de 75% en antesis, para la zona más húmeda. A madurez este valor se reduce hasta 50-60% debido a pérdidas posteriores desde la planta (24).

La transformación del N agregado y su incorporación temporaria a la biomasa del suelo (hasta más del 50%), explican también la alta eficiencia del N aplicado temprano. Esta tiende a declinar sensiblemente en años o zonas con menores precipitaciones hasta valores de 20% a 40%.

Las pérdidas por volatilización para cualquiera de la fuente nitrogenadas varían entre 1 y 4% en las aplicaciones superficiales hasta el macollaje (10, 23), por las bajas temperaturas y el poder buffer de los suelos. Las pérdidas pueden ser levemente superiores en los suelos más arenosos y en años mas secos y con mayores temperaturas.

No se han encontrado diferencias importantes en las eficiencias de distintas fuentes nitrogenadas amoniacales aún en siembra directa, siendo algo superiores las obtenidas con las fuentes nítricas (10,11). Por lo tanto los fertilizantes amoniacales podrían aplicarse hasta el final del macollaje sin manifestar pérdidas importantes. En la línea de siembra no deberían aplicarse junto con la semilla dosis superiores a 30-40 kg.ha⁻¹ de N en la zona más húmeda y con más materia orgánica, debiendo ser menores en zonas más secas y con menos materia orgánica, para evitar pérdidas importantes en el número de plantas.

Las dosis de N aplicada por lo general no suelen ser suficientes para incrementar sustancialmente los contenidos de proteína en años con precipitaciones y rendimientos normales. Los resultados de ensayos realizados en la región desde 1980 hasta la fecha indican que para dosis de 60 a 90 kg.ha⁻¹ de N se obtuvieron contenidos de proteína superiores a 12% solamente cuando las respuestas o eficiencias fueron inferiores a 10 kg de grano por kg de N aplicado. Para eficiencias de 10, 15 y 20 kg de grano por kg de N aplicado (comunmente encontradas para la región en años normales) le corresponden contenidos de proteína de 12% 11% y 10% respectivamente. La recuperación del N aplicado en el grano para tales situaciones varía entre 20% y 40% para los contenidos proteicos más altos y más bajos respectivamente.

Los incrementos en proteína son de mayor importancia económica en los trigos candeales, siendo el contenido de N en hoja bandera un indicador suficientemente preciso para la toma de decisión de una fertilización tardía (6).

OTROS NUTRIENTES

En la región existe escasa información sobre la respuesta a la aplicación de otros nutrientes en este cultivo. Sin embargo, a partir de un relevamiento efectuado con la FAO en la década del 80, estudios realizados bajo

condiciones controladas en invernáculo no evidenciaron deficiencias de otros nutrientes. Ensayos recientes (1997) realizados en Balcarce con azufre y micronutrientes no han manifestado respuestas significativas, si bien con 20 y 40 kg.ha⁻¹ de S se aumentó el rendimiento en 350 y 790 kg.ha⁻¹ para una producción de 7000 kg.ha⁻¹ (11).

INCORPORACION DE TECNOLOGIA

La incorporación de tecnología es muy variable en la región, siendo mayor en la zona tradicionalmente más agrícola y menor en la zonas mixtas o en las áreas con mayores limitantes edáficas y climáticas.

Las variedades utilizadas son de alto rendimiento potencial, predominando las de ciclo largo en las zonas más secas y de ciclo intermedio y corto en las zonas más húmedas.

El control temprano de malezas, para minimizar sus daños, también presenta un alto nivel de adopción.

El sistema de labranza varía según las zonas, la labranza vertical es común en zonas más secas donde predominan como antecesores los cultivos de invierno, mientras la convencional o labranza reducida se utiliza en zonas más húmedas donde prevalecen como antecesores el girasol u otros cultivos estivales.

La fertilización fosfatada, que en la región se inició en la década del 70 principalmente en la zona cerealera mixta, experimentó un mayor nivel de adopción a principios de la década del 80. Las evaluaciones realizadas entre 1975 y 1978 dentro de los grupos CREA Mar y Sierra indicaban que la fertilización fosfatada se efectuaba sobre un 20% a 50% de la superficie, con rendimientos variables entre 2000 y 2500 kg.ha⁻¹. El 70% de los lotes presentaban suelos con contenidos de P inferiores a 10 ppm.

La fertilización con N se comenzó a incorporar desde mediados de la década del 80, alcanzando un alto nivel de adopción, similar a el de P en el último quinquenio. La intensificación de la agricultura, la estabilidad económica, los precios más favorables y la difusión de la necesidad de aplicación de este nutriente en trigo fueron las razones principales.

Evaluaciones recientes en agrupaciones de productores con asistencia técnica (grupos de Cambio Rural, de CREA y de Cooperativas) indican que el grado de adopción de la

fertilización fosfatada y nitrogenada, así como las cantidades aplicadas de cada nutrientes son variables según zonas, siendo el rendimiento potencial de cada una el factor más importante para su determinación.

En general se aplican entre 25 y 45 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y entre 30 y 60 kg.ha⁻¹ de N, correspondiendo las menores dosis a zonas con mayores limitantes edáficas y climáticas ubicadas al oeste de la región, y los más altos a las zonas con suelos más profundos y con mayores precipitaciones hacia el este, tanto sobre la costa marítima o en el sector serrano. La aplicación de P se efectúa en la línea de siembra y el N se incorpora desde presiembra hasta después del macollaje con una tendencia hacia la aplicación temprana por las ventajas que ello implica.

El análisis de suelo es una práctica difundida entre los productores de avanzada. Los elementos más relevantes para definir la fertilización son los niveles de P en la capa arable, de N, preferentemente hasta 40-50 cm. de profundidad, y además el rendimiento esperado.

Se estima que el análisis de suelo ha alcanzado un nivel de adopción superior a un 30% de la superficie sembrada en la región. Para los productores de punta o en los grupos con asistencia técnica en cambio, en más del 70% a 80% de los lotes. En tales situaciones se alcanzan rendimientos promedio de 2500 a 2800 kg.ha⁻¹ en la zona más seca y de 4200 a 4500 kg.ha⁻¹ en la zona más húmeda. Los incrementos en los rendimientos alcanzados en los últimos años deben atribuirse principalmente a la mayor aplicación del N que con alta frecuencia se efectúa de acuerdo al nivel de N en el suelo.

En los grupos CREA del sudoeste (7), como ejemplo, el análisis de suelo ha alcanzado un nivel de adopción variable entre un 40% y 80% según los grupos y la fertilización con N y con P se efectúa en un 55% y 90% de los lotes respectivamente, con rendimientos promedios variables entre 2200 y 3000 kg.ha⁻¹, por las diferencias en suelos y en precipitaciones dentro de la zona. En esta región los contenidos de P más frecuentes varían entre 8 y 18 ppm y los de N entre 120 y 140 kg.ha⁻¹ en los lotes con menos de 3 ó 4 años de agricultura entre 70 y 80 kg.ha⁻¹ cuando los ciclos agrícolas son superiores a 8-10 años.

Resultados similares han sido obtenidos en evaluaciones realizadas entre 1995 y 1998 por los grupos de Cambio Rural distribuidos en distintas áreas ecológicas del área de influencia

de la CHEI Barrow (14). Los rendimientos en años con escasa precipitación varían desde 1600, 2400 y 2800 kg.ha⁻¹ en la zona más seca (Cnel Dorrego), en la zona con tosca y sin tosca respectivamente, alcanzando valores de 2500, 3600 y 4700 kg.ha⁻¹ en los años más favorables (1977) para las mismas zonas respectivamente. En estos mismos grupos las dosis de N y de P₂O₅ se han incrementado en los últimos años alcanzando un máximo de 25, 40 y 45 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y de 40, 50 y 60 kg.ha⁻¹ de N en cada una de las zonas mencionadas. El nivel de adopción de la fertilización dentro de los grupos es aún bajo para la zona más seca de Cnel. Dorrego siendo de un 40% para P y un 10% para N, mientras en las zonas restantes con mayores rendimientos superior a un 80% para los dos nutrientes.

Los grupos CREA Mar y Sierra (7) han experimentado un alto nivel de incorporación de tecnología, con incrementos anuales en los rendimientos de 90 kg.ha⁻¹ por año, a partir de 2000 a 2500 kg.ha⁻¹ a mediados de la década del 70, con 3500-3800 kg.ha⁻¹ a mediados de la década del 80, hasta alcanzar 4000 a 4500 kg.ha⁻¹ en la actualidad. La adopción masiva de la fertilización fosfatada en primer lugar (90% de los lotes) y de la nitrogenada en los últimos años (80% de los lotes) explican en gran medida tal evolución.

Para la mayoría de los grupos evaluados la siembra directa no supera el 5% de la superficie sembrada, siendo la labranza vertical y reducida las predominantes en zonas más secas donde un 50% a 80% de los lotes se siembran sobre cultivos de invierno.

Los productores de avanzada hacen un uso bastante eficiente de las lluvias obteniendo 9 a 12 kg de grano por mm de lluvia durante el desarrollo del cultivo; en situaciones de bajo nivel de adopción de tecnología la eficiencia en el uso de agua puede reducirse a la mitad.

En la región la superficie bajo riego no supera las 20000 has; con ésta práctica se aportan entre 50 y 100 mm durante el período crítico, incrementando la producción en 1000 a 1800 kg.ha⁻¹ según las zonas, y con eficiencias hídricas variables entre 12 y 18 kg de grano.mm⁻¹ (22).

CONCLUSIONES

La experimentación en fertilización y manejo de este cultivo en la región ha cumplido distintas etapas:

- 1- Exploración de deficiencias de nutrientes y respuesta a P y N.
- 2- Evaluación de distintos aspectos de manejo (barbecho, labranzas, secuencias de cultivo) y su relación con los rendimientos del cultivo.
- 3- Ajuste de métodos de diagnóstico para el manejo de la fertilización nitrogenada y fosfatada en las distintas áreas.

Las investigaciones actuales están orientadas hacia el estudio de los procesos involucrados en la dinámica y en el balance de N y P: eficiencia y recuperación de P por los cultivos y sus transformaciones en el suelo; cuantificación de los procesos involucrados en la dinámica del N: mineralización del N en distintas situaciones de manejo, pérdidas de N por volatilización, nitrificación, lixiviación etc.

Sólo el conocimiento de los procesos involucrados en la dinámica de estos nutrientes y de otros que pueden resultar deficitarios en los actuales sistemas de producción permitirá implementar prácticas de manejo sustentables y particulares para las distintas áreas agroecológicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Berardo, A., C. Navarro y H. Savio, 1975. Análisis de factores relacionados con la respuesta a nitrógeno en trigo y búsqueda de un método de diagnóstico para la fertilización. Actas de la 7^a Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca.
2. Berardo, A. y C. Maneiro, 1978. Efecto del manejo anterior del suelo sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo. En: Actas de la 8^a Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires.
3. Berardo, A., C.A. Navarro y H. Echeverría, 1980. Relación del contenido de fósforo disponible en el suelo y de nitratos en planta con la respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada en trigo. En: Actas de la 9^a Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná.
4. Berardo, A. 1994. Aspectos generales de fertilización y manejo de trigo en el área de influencia de la Estación Experimental

- INTA-Balcarce. Boletín Técnico N° 128. EEA-INTA Balcarce.
5. Berardo, A., F. Grattone, R. Rizzalli y F. García. 1997. Long-term effects of P fertilization on wheat yields, efficiency and soil test levels. *Better Crops International* 11 (2):18-20.
 6. Bergh, R., M. Zamora, A. Quatrocchio y A. Baez. 1998. Fertilización nitrogenada del trigo candeal en el centro sur Bonaerense: aplicaciones tardías. En: *Actas IV Congreso Nacional de trigo*. Mar del Plata, Noviembre 1998.
 7. CREA Mar y Sierras y CREA del Sudoeste. Análisis anuales de las campañas de trigo 1995 a 1997.
 8. Echeverría, H.E. y J.L. Ferrari. 1993. Relevamiento de algunas características de los suelos agrícolas del Sudeste Bonaerense. *Boletín Técnico N° 112*. EEA-INTA Balcarce.
 9. Echeverría, H. y R. Bergonzi. 1995. Estimación de la mineralización del N en suelos del Sudeste Bonaerense. *Boletín Técnico N° 135*. EEA-INTA Balcarce.
 10. García, F.O. 1996. Fertilizantes nitrogenados. Evaluación de fuentes alternativas. Tercer Seminario de Actualización Técnica "Fertilización de Cultivos Extensivos y Forrajes" - CPIA. Soc. Rural Argentina.
 11. García, F.O., K.P. Fabrizzi, A. Berardo y F. Justel. 1998. Fertilización nitrogenada de trigos en el Sudeste Bonaerense; Respuesta, fuentes y momentos de aplicación. En: *Actas del XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Córdoba.
 12. González Montaner, J., G. Maddoni, N. Mailland y M. Posborg. 1991. Optimización de la respuesta a la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo, a partir de un modelo de decisión para la Subregión IV. *Ciencia del Suelo* 9 (1-2): 41-51.
 13. González Montaner, J., G. Maddoni, N. y M. R. Di Napoli. 1997. Modelling grain yield response to nitrogen in spring wheat crops in the Argentinean Southern Pampa. *Field Crops Research* 51: 241-252.
 14. Grupos Cambio Rural Area de influencia CHEI - Barrow. Evaluaciones anuales del cultivo de trigo 1995 a 1997.
 15. INTA Fertilizar: Número Especial Trigo. Mayo 1997. 24 pg.
 16. Loewy, T. 1990. Fertilización nitrogenada del trigo en el sudoeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo*, 8: 47-56.
 17. Magrin, G. y M. Travasso. 1997. Potencial de producción del cultivo de trigo en la región Pampeana Argentina. En: *Actas Reunión de Planificación estratégica de trigo INTA-CIMMYT*. Pg:34-45.
 18. Ron, M.M. y T. Loewy. 1990. Fertilización fosfórica del trigo en el Sudoeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo* 8: 187-194.
 19. Studdert, G.A., R.H. Rizzalli y R. Bergh, 1994. Labranzas conservacionistas. Resultados de ensayos. *Enfoques del Sudeste*, 12: 7- 14.
 20. Studdert, G.A. y R.H. Rizzalli, 1994. Rotaciones mixtas. Efectos de los años de agricultura sobre el rendimiento del trigo. En: *Actas III Congreso Nacional de Trigo*. Bahía Blanca.
 21. Studdert, G.A. y col. 1997. Evaluación de distintas secuencias de cultivos en un sistema de agricultura continua. Su incidencia en los rendimientos y en algunas propiedades físicas y químicas. Informe Final de Proyecto Unidad Integrada FCA-EEA INTA Balcarce.
 22. Suero, E. y A. Baez. 1997. Riego suplementario en el Sudeste y centro sur Bonaerense. En: *Seminario de Riego INTA*. Centro Regional Buenos Aires Sur. Mar del Plata.
 23. Videla, C.C. 1995. La volatilización de amoníaco: una vía de pérdida de nitrógeno en sistemas agropecuarios. *Boletín Técnico N° 131*. EEA INTA Balcarce.
 24. Videla, C.C., J.L. Ferrari, H.E. Echeverría y M. I. Travasso. 1996. Transformaciones del N en el cultivo de trigo. *Ciencia del Suelo* 14 (1): 1-6.