

## ASPECTOS DEL MANEJO DEL CULTIVO Y DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA EL SORGO GRANÍFERO.

FONTANETTO Hugo<sup>1</sup>, KELLER Oscar<sup>1</sup>, ALBRECHT, Julio<sup>2</sup>  
GIAILEVRA Dino<sup>3</sup>, NEGRO Carlos<sup>3</sup> y BELOTTI Leandro<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Profesionales del INTA EEA Rafaela.

<sup>2</sup> Profesional de AFA Centro Primario María Juana

<sup>3</sup> Asesores Privados

Los sistemas de producción de la región pampeana de Argentina registraron en la última década un cambio hacia una agricultura continua, lo que provocó un impacto productivo nunca antes visto en el país y que se habilitaron a la producción nuevas áreas que estaban ocupadas con montes o bosques, debido a las posibilidades ecológicas y a aspectos económicos favorables. Lo comentado provocó un fuerte aumento en la producción nacional de granos, carne, leche y otros productos, que en la mayoría de los casos no fue acompañada por una racional rotación y nutrición de la secuencias de cultivos, factor fundamental para mantener la alta fertilidad y capacidad productiva originales de los suelos. Esto produjo un deterioro de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los suelos, que determinó que se continúe financiando a los diferentes esquemas productivos a expensas de, entre otras cosas: consumir anualmente los nutrientes almacenados en esa “caja de ahorro”, que se continúa agotando año tras año.

En los planteos agrícolas el único aspecto favorable fue el aumento de la superficie con siembra directa (SD), la que se combinó con una fuerte tendencia hacia dos monocultivos: el doble cultivo trigo/soja y la soja de primera, desplazando a otras secuencias que incluían al maíz, al girasol y al sorgo. Como aspectos desfavorables hay dos que son los más importantes: los menores aportes de carbono (C) al suelo debido a la “sojización” de Argentina y la falta de una adecuada reposición de nutrientes.

Por tal motivo, es necesario que en los sistemas productivos pampeanos se incluyan cultivos gramíneas como el maíz y el sorgo en mayor proporción en las rotaciones agrícolas, para aportar mayor cantidad de C al sistema vía los rastrojos.

En el caso del sorgo granífero un factor importante es su función como cultivo antecesor de la soja, donde numerosos resultados (provenientes de ensayos de toda la región pampeana Argentina en las últimas campañas agrícolas) mostraron que los lotes de soja correspondientes al 15-25 % de mayor producción tuvieron como cultivo antecesor al sorgo granífero. Esto se debe combinar con el uso racional de fertilizantes y mezclas adecuadas a cada situación, para mantener la salud del suelo y la rentabilidad del sector agropecuario.

Otra particularidad del sorgo granífero es que presenta un menor índice de cosecha de nutrientes que la soja y el maíz, lo que se puede apreciar en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Índice de cosecha de nutrientes de la soja, del maíz y del sorgo granífero y aporte de los mismos por los rastrojos (Fontanetto, H. ; datos no publicados).

Cultivo	Parte de la planta	N	P	S	K	Ca	Mg
SOJA	Grano	75	85	70	60	40	55
	Rastrojo	25	15	30	40	60	45
MAIZ	Grano	66	75	45	21	25	28
	Rastrojo	33	25	55	79	75	72
SORGO	Grano	52	63	35	15	10	15
	Rastrojo	48	37	65	85	90	85

Tal como se observa en el Cuadro 1, el sorgo es el cultivo que más nutrientes devuelve al suelo a través de sus rastrojos y este debería considerarse como un aporte un “fertilizante orgánico”.

Es también un cultivo que tolera mejor que otros las deficiencias hídricas y se adapta a una amplia gama de condiciones de suelo, presentando así mismo una buena respuesta a la fertilización.

En cuanto a la demanda de nutrientes por el sorgo granífero, la gran necesidad se da a partir de V5 (20-30 días posteriores a emergencia) y hasta 10 días previos a floración, periodo en el cual el cultivo toma aproximadamente el 70% de los nutrientes requeridos. Por lo tanto una buena dieta desde los primeros estados de desarrollo producirá una cantidad de área foliar suficiente para interceptar la mayor cantidad de la radiación incidente y asegurar así una alta eficiencia para transformarla en biomasa.

En el Cuadro 2 se pueden observar los requerimientos de 6 nutrientes por el sorgo granífero para distintas producciones de granos.

**Cuadro 2.** Demanda de nutrientes del sorgo granifero para distintos niveles de rendimiento en granos (Fontanetto, H. ; datos no publicados).

Rendimientos	N	P	K	Ca	Mg	S
3000	105	20	77	18	17	14
4000	125	22	100	23	20	18
6000	180	30	150	33	30	24
7000	220	35	170	38	36	30
8000	250	39	210	45	43	40
10000	300	48	270	55	55	50

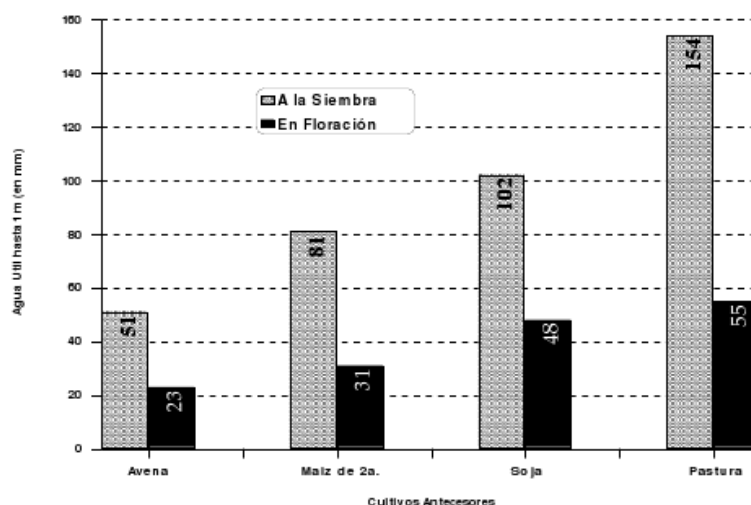
En cuanto a nitrógeno el sorgo tiene requerimientos muy similares a los del maíz.

A continuación se comentarán y desarrollarán diferentes tópicos que afectan la producción del sorgo granifero:

#### **1- Cultivos antecesores**

Un factor que condiciona la respuesta del sorgo a la fertilización nitrogenada es el cultivo antecesor, ya que afecta la disponibilidad de agua y el contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) al momento de la siembra del sorgo. En experiencias realizadas en la EEA Rafaela del INTA se compararon diferentes antecesores para un cultivo de sorgo, como ser: avena, maíz de segunda, soja y pastura degradada. El objetivo fue evaluar la influencia del antecesor sobre el agua almacenada en el perfil hasta el metro de profundidad.

Dicho parámetro se evaluó en dos momentos del ciclo del cultivo: siembra y floración.

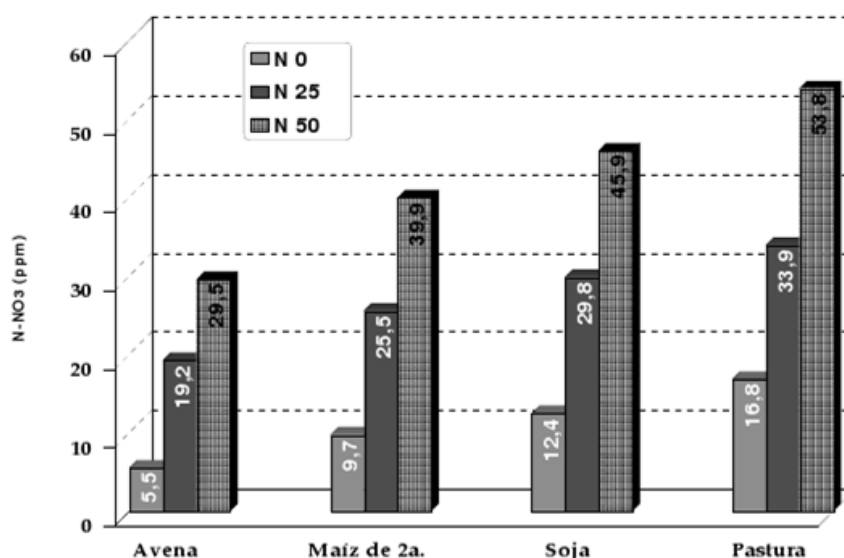


**Gráfico 1.** Sorgo en SD: agua útil del suelo hasta el metro de profundidad en 2 momentos del ciclo con diferentes antecesor.

Si se analizan los resultados se puede apreciar que el mejor cultivo antecesor sería la pastura degradada, seguido por la soja, el maíz de segunda, y por último la avena. Este comportamiento se explica principalmente por la duración del periodo de barbecho que cada antecesor permite. Cuanto antes desocupemos el terreno, más probabilidad de acumular agua de lluvia tenemos, sobre todo pensando que en la mayoría de los años, las precipitaciones para el cultivo de sorgo ocurren a partir del mes de septiembre. Se aclara que la pastura degradada fue tratada con glifosato a principios de la primavera, lo cual permite una importante recarga del perfil.

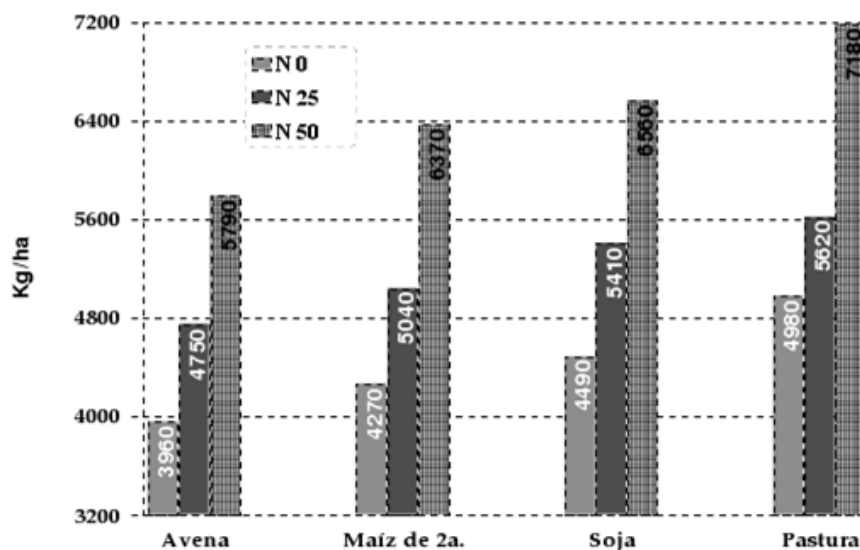
Otro factor influenciado por el cultivo antecesor y que tiene un gran impacto sobre el resultado final de la producción de sorgo es la disponibilidad de nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>), donde los datos presentados corresponden a la zona central de Santa Fe.

En cuanto a lo que es fertilidad nitrogenada medida a través del N-NO<sub>3</sub>, estamos más o menos con una situación similar al contenido de agua de lluvia, donde los mayores contenidos de nitrógeno se obtuvieron con la pastura degradada (Gráfico 2). La mayor fertilidad nitrogenada actual se logró con el antecesor pastura y el menos con la avena, lo que demuestra que la estrategia de fertilización nitrogenada será diferente de acuerdo al cultivo predecesor.



**Gráfico 2.** Niveles de N-NO<sub>3</sub> del suelo a la siembra del sorgo granífero con diferentes antecesores y dosis de N.

Los niveles de agua útil del suelo y de los N-NO<sub>3</sub> se relacionaron positivamente con los rendimientos de granos, tal como se puede apreciar en el Gráfico 3. Es decir, que el rendimiento se correlaciona positivamente con la disponibilidad de nitrógeno a la siembra, y ello guarda una relación importante con el cultivo antecesor y la dosis de nitrógeno agregada con el fertilizante.



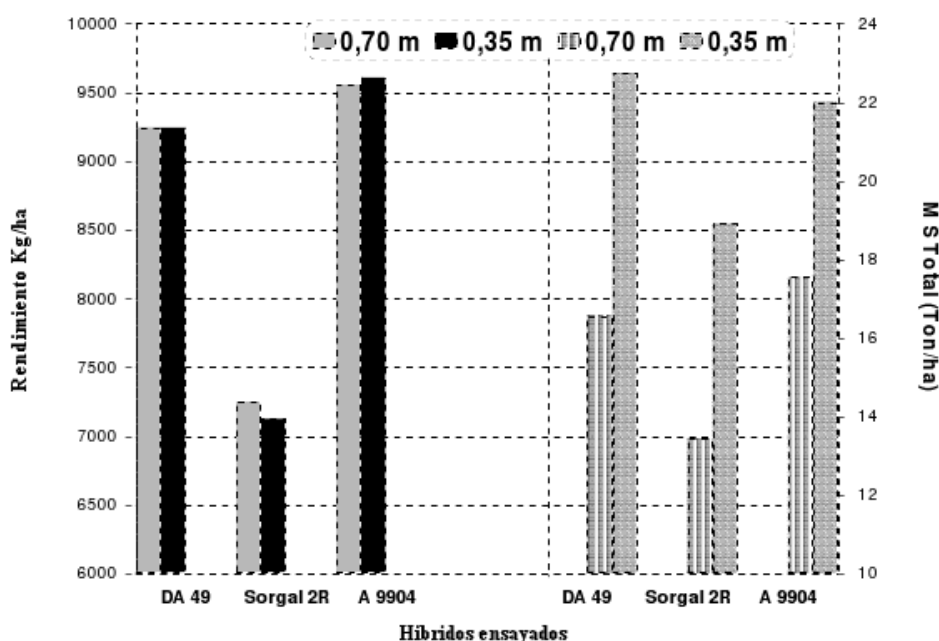
**Gráfico 3.** Rendimiento en granos del sorgo con diferentes antecesores y dosis de N.

Como conclusión se puede mencionar que los dos parámetros edáficos analizados (agua acumulada en el perfil y N disponible), se correlacionaron positivamente con los rendimientos de granos, obteniéndose también las mayores producciones con la pastura, luego con la soja y el maíz de segunda y los más bajos con la avena.

Este comportamiento demuestra que el cultivo antecesor condiciona la estrategia de fertilización a encarar en sorgo. Por ende solamente con los mayores contenidos de agua útil y N-NO<sub>3</sub> del suelo se podrán esperar mayores producciones y una mayor eficiencia de utilización del fertilizante para alcanzar las más altas respuestas económicas de esta práctica.

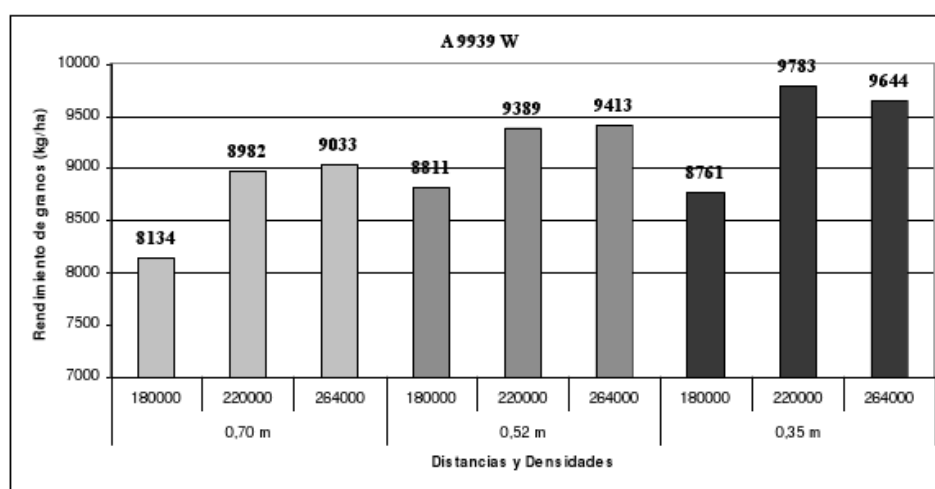
## 2- Distanciamiento entre surcos, híbridos y densidades de siembra.

En una experiencia donde se evaluaron 3 híbridos de sorgo granífero (DA 49, Sorgal 2R y A 9904) con dos distanciamientos entre surcos (0,70 m y 0,35 m entre surcos), se comprobó que en años con precipitaciones algo inferiores al promedio histórico, los rendimientos de granos son similares con ambas distancias. Pero al evaluar la producción de materia seca total, el distanciamiento de 0,35 m produjo mayores producciones que el de 0,70 m (aproximadamente un 50 % más en promedio), lo que demuestra que las menores distancias producen mayor aporte de rastrojos al sistema (Gráfico 4).

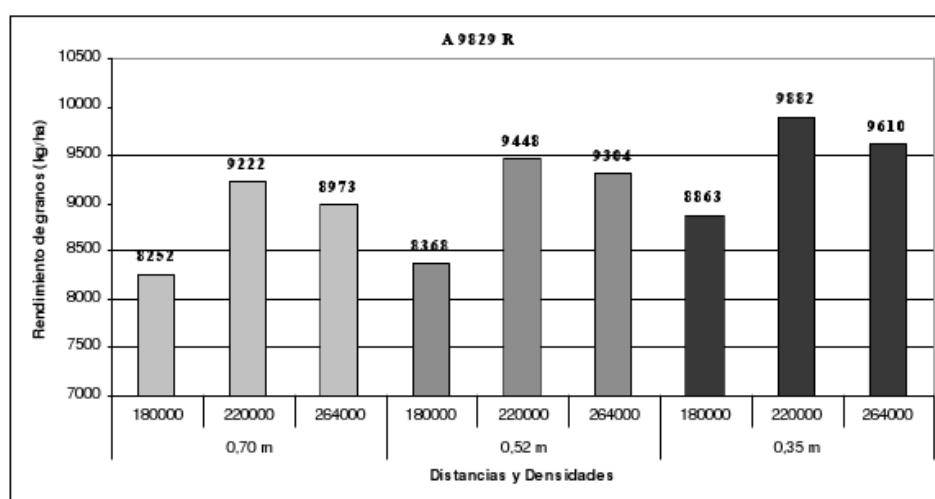


**Gráfico 4.** Rendimiento de granos y de materia seca total de tres híbridos de sorgo granífero con dos distanciamientos entre surcos (INTA Rafaela, campaña 2001/02).

Del análisis de los Gráficos 5 y 6 se concluye que para ambos híbridos ensayados, el distanciamiento entre hileras de 0,35 m. provocó mayores producciones que el de 0,70 m., presentando el de 0,52 m. un comportamiento intermedio entre ambos.



**Gráfico 5.** Rendimiento de granos del sorgo granífero con diferentes distanciamientos entre surcos y densidades de siembra. (Híbrido A 9939 W). (INTA Rafaela, campaña 2007/08).



**Gráfico 6.** Rendimiento de granos del sorgo granífero con diferentes distanciamientos entre surcos y densidades de siembra. (Híbrido A 9829 R). (INTA Rafaela, campaña 2007/08).

Asimismo, se comprobó un mayor rendimiento con las poblaciones de plantas de 220.000 y 264.000 plantas/ha en relación a la menor (180.000 plantas/ha) y que la densidad de 143.000 plantas/ha utilizada durante muchos años, ya no es recomendable.

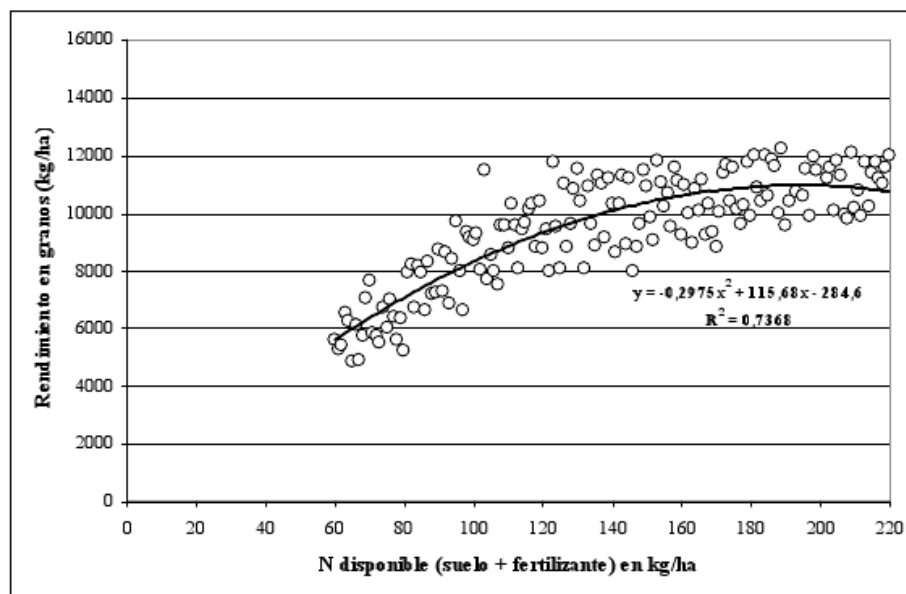
### Fertilización nitrogenada.

Para las recomendaciones de fertilización nitrogenada se tienen como parámetros válidos a los siguientes:

a) N-NO<sub>3</sub> del suelo a la siembra hasta 60 cm de profundidad y Nt del suelo a la siembra (0-20 cm) y N-NO<sub>3</sub> del suelo (0-30 cm) en el estadio V6 del cultivo.

b) de planta: rendimiento objetivo.

Los parámetros mencionados permiten un ajuste aceptable, pero son mucho menos exactos que por ejemplo para el caso del trigo, debido al comportamiento variable de las lluvias y las temperaturas durante las etapas críticas del cultivo de sorgo. Cuando el agua no es limitante se logran ajustes aceptables, pero en condiciones de secano existe una muy alta dispersión entre los resultados logrados y por ende las recomendaciones son menos precisas. En la Gráfico 7 se detallan diferentes producciones de sorgo granífero con distintos niveles de oferta nitrogenada.



**Gráfico 7.** Rendimientos del sorgo granífero con diferentes niveles de N disponible (N-NO<sub>3</sub> del suelo 0-60 cm a la siembra + N del fertilizante) a la siembra (n: 144) en 8 ensayos de fertilización nitrogenada realizados en las campañas 2004/05 y 2005/06 en la zona central de Santa Fe para cultivos bajo siembra directa.

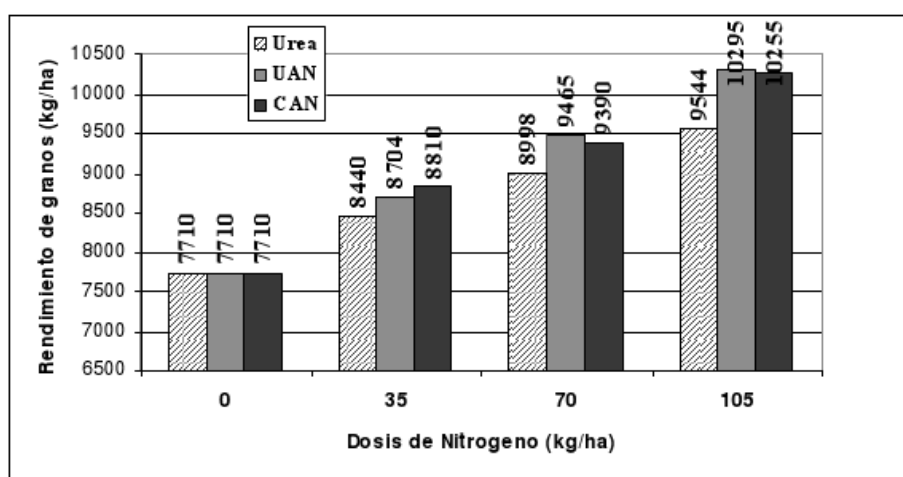
Para una producción de 10.000 kg/ha de granos la oferta de N (N-NO<sub>3</sub> del suelo 0-60 cm a la siembra + N del fertilizante) debe ser de aproximadamente 130 kg/ha

### Fuentes Nitrogenadas y formas de aplicación



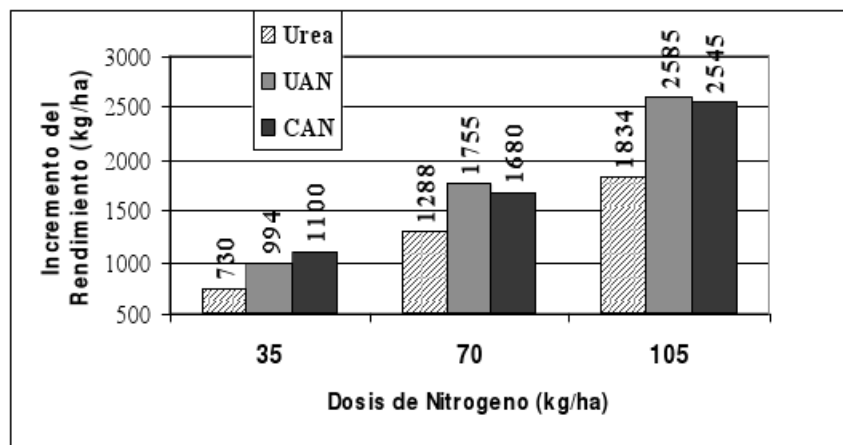
Se realizaron experiencias en las campañas 2004/05, 2005/06 y 2007/08 en las que se evaluaron cuatro dosis de N (0, 35, 70 y 105 kg/ha de N) bajo la forma de tres fuentes nitrogenadas aplicadas al voleo en el estadio V5-V6: Urea (46 % de N), Sol Mix (28 % de N) y CAN (27 % de N), las que se completaron a S15 con el agregado de yeso agrícola (18 % de S). Los resultados se detallan en la Figuras 8, 9 y 10.

Todos los productos produjeron mayores rendimientos que el testigo, demostrando las altas necesidades de N del sorgo y que no pueden ser satisfechas con los aportes del suelo. Los fertilizantes que provocaron las mayores producciones fueron el Sol Mix y el CAN y por ultimo la urea (Gráfico 8).



**Gráfico 8.** Rendimiento promedio granos del sorgo (promedio de tres campañas) con tres fuentes nitrogenadas aplicadas al voleo y en cuatro dosis (INTA, EEA Rafaela).

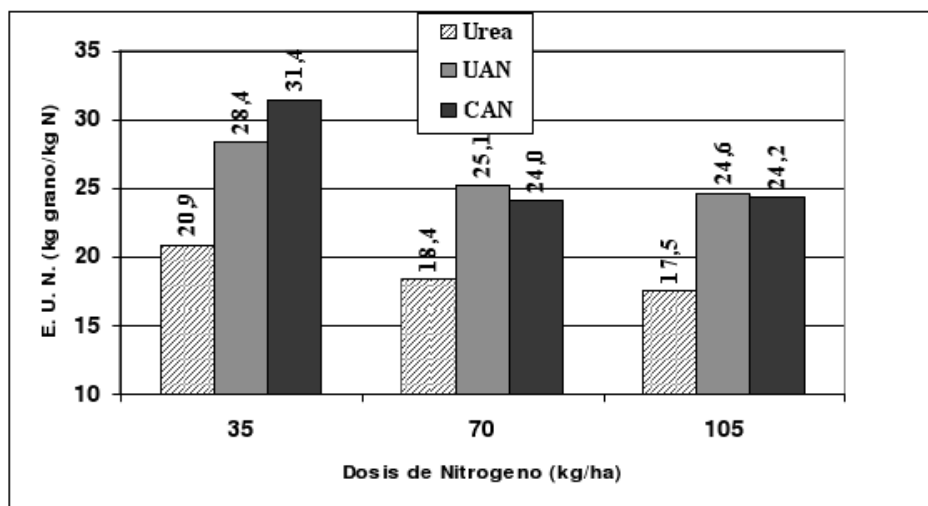
Los incrementos de rendimientos logrados con la fertilización nitrogenada se pueden apreciar en el Gráfico 9 y fueron de 730 a 2.585 kg/ha, con los mayores registros para las más altas dosis de N y con las fuentes Sol Mix y CAN.



**Gráfico 9.** Incrementos del Rendimiento del sorgo (promedio de tres campañas) con tres fuentes nitrogenadas aplicadas al voleo y para tres dosis de N (INTA, EEA Rafaela).

Actualmente el parámetro más importante a evaluar al momento de la fertilización nitrogenada, es la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN): kg de granos producido/kg de N aplicado y no solamente considerar el costo de las diferentes fuentes que existen en el mercado.

En el Gráfico 10 se puede apreciar la EUN de tres fuentes nitrogenadas aplicadas al voleo o incorporadas al suelo.



**Gráfico 10.** Eficiencia de Usos del N (EUN) del sorgo con tres fuentes nitrogenadas aplicadas al voleo y en tres dosis de N (INTA, EEA Rafaela).

Del Gráfico 10 se puede concluir que las mayores eficiencias se lograron con la dosis de N35 y que fueron similares para las dos restantes. Asimismo, con las fuentes Sol Mix y CAN se lograron mayores EUN que con la urea.

#### **Conclusiones**

- Las necesidades de nutrientes del sorgo son muy similares a las del maíz.
- Los cultivos antecesores provocan diferentes ofertas de agua útil a la siembra y de fertilidad nitrogenada actual, las que a su vez afectan las producciones de granos del sorgo.
- Las densidades de siembra mayores y con menor distancia entre surcos son las que producen las mayores producciones de materia seca, con rendimientos de granos similares o superiores.
- Las densidades de plantas mínimas recomendadas deben ser cercanas a las 200.000/ha.
- Una adecuada estrategia de fertilización nitrogenada debe contemplar al análisis del suelo (presiembrado y en V6), al rendimiento objetivo y a ofertas de N disponible de 130 kg/ha de N para producciones cercanas a los 10.000 kg/ha de granos.
- En el caso de fertilizaciones al voleo de postemergencia existen diferencias muy marcadas en la performance de las distintas fuentes nitrogenadas disponibles en el mercado.