

EFFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE PERFILES DE GENOTIPO DE TRIGO PAN EN EL NORTE, CENTRO Y OESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

**Campaña 2006/07 y 2007/08
Proyecto Regional Agrícola, CERBAN**

Preparación del informe: Ings Agrs Gustavo N. Ferraris y Fernando Mousegne.

Autores: (Orden alfabético): Ings Agrs E Cassina (AER Bragado), H. Carta (AER 9 de Julio); J.J. Cavo (AER Junín), L. Couretot (Desarrollo Rural Pergamino), G. Ferraris (Desarrollo Rural Pergamino), E. Ferraris (AER 25 de Mayo), G. Figlioli (AER 25 de Mayo), E. Lemos (AER Junín), M. López de Sabando (AER San Antonio de Areco), A. Martín (Agencia de Proyecto Chivilcoy), F. Mousegne (AER San Antonio de Areco, coordinador del Proyecto Agrícola), A. Paganini (AER Zárate-San Antonio de Areco), R. Pontoni (AER Arrecifes), N. Prece (AER Lincoln), S. Rillo (AER 9 de Julio), P. Richmond, (AER 9 de Julio), R. Solá (AER Arrecifes), N. Sueiro (AER Lincoln), G. Tellería (AER Junín), L. Ventimiglia (AER 9 de Julio).

Introducción

El Nitrógeno (N) es el principal elemento requerido para la producción de los cereales de invierno, como es el caso del trigo. Deficiencias de este nutriente reducen la expansión foliar, provocan su prematura senescencia y afectan la tasa fotosintética, dando como resultado una menor producción de materia seca y grano. Por otra parte, la disponibilidad de N afecta su concentración en el grano, interviniendo así en la determinación del contenido proteico, principal determinante de la calidad comercial del grano cosechado. La incidencia del N sobre los dos factores, rendimiento y contenido de proteína, hacen que su manejo sea estratégico para la producción del cultivo. La principal dificultad reside en que, frecuentemente, ambos factores son antagónicos. Así, la obtención de rendimientos elevados trae como consecuencia bajos contenidos proteicos. Esto puede paliarse al menos en parte con un manejo planificado de la fertilización nitrogenada, destinado a ajustar dosis de aplicación que aporten N en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de rendimiento y contenido de proteína. Otra estrategia apropiada puede ser la aplicación particionada del nutriente, en los momentos más oportunos para aumentar los rendimientos (aplicaciones tempranas) e incrementar su concentración en el grano (mediante aplicaciones más cercanas al período reproductivo).

Estudios sobre el diagnóstico de la fertilización fosfatada han permitido establecer y/o actualizar los niveles críticos de P en suelo (Bray 1) para la mayor parte de los cultivos de grano. Las estrategias de suficiencia, elaboradas a partir del criterio de umbrales críticos, permiten obtener rendimientos cercanos al máximo y obtener respuestas económicas pero, a causa de lo reducido de sus dosis, generan un balance negativo que trae como consecuencia un empobrecimiento del nutriente en los suelos. Por el contrario, las estrategias de reposición están orientadas a mantener los niveles de P en suelo, y muy frecuentemente permiten obtener mayores rendimientos, pero requieren de una mayor inversión en fertilizante. Es importante cuantificar las diferencias de rendimiento de estas estrategias por sobre los planteos de suficiencia, para establecer su factibilidad económica lo cual ha sido poco estudiado en la Región Pampeana Argentina, al menos al nivel de una red de ensayos amplia.

Por otra parte, el incremento de los rendimientos y el uso habitual de N y P ha provocado la aparición de deficiencias de azufre (S). Estrategias optimizadas de producción con reposición de P y uso ajustado de N no deberían obviar el uso de este nutriente.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes estrategias de fertilización con NPS sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de trigo, en una amplia red que abarca el Norte, Centro y Oeste de la provincia de Buenos Aires. Hipotetizamos que el manejo de la nutrición afecta el rendimiento y la calidad comercial del grano de trigo. Planteos basados en un criterio de diagnóstico permiten además, incrementar la eficiencia de uso de los nutrientes, especialmente en el caso de N.

Materiales y métodos

Se realizaron once ensayos de campo en dos campañas agrícolas, sobre diferentes localidades del Norte, Centro y Oeste de Buenos Aires. Algunas características salientes de sitio y manejo de los experimentos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Características salientes de los sitios experimentales, ordenados de Norte a Sur. En recuadro azul se enumeran ensayos de la campaña 2006/07, en recuadro verde ensayos de la campaña 2007/08. Red de ensayos Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Sitio	Serie de Suelo	Tipo de Suelo	Antecesor	Localización del ensayo	Fecha de siembra	Esp. e/hileras (m)	Densidad de siembra
SA de Areco 1	Capitán Sarmiento	Argiudol típico	Soja 1ra.	34°11' S 59°27' O	9 de Julio	0,195	125 kg/ha
Arrecifes 1	Arroyo Dulce	Argiudol típico	Soja 1ra.	34°00' S 60°10' O	22 de Junio	0,26	135 kg/ha
Arrecifes 2	Arroyo Dulce	Argiudol típico	Soja 1ra.	34°00' S 60°10' O	11 de Julio	0,26	135 kg/ha
Pergamino 1	Pergamino	Argiudol típico	Soja 1ra.	33°53' S 60°35' O	11 de Julio	0,16	166 kg/ha
Bragado	Junín 18	Hapludol típico	Trigo/Soja	35°08' S 60°29' O	12 de Julio	0,175	130 kg/ha
Junín 1	Junín	Hapludol típico	Soja 1ra.	34°34' S 60°56' O	22 de Junio	0,175	80 kg/ha
9 de Julio	Norumbega	Hapludol éntico	Soja 1ra.	35°27' S 60°52' O	24 de Julio	0,20	130 kg/ha
Lincoln	Ortíz de Rosas	Hapludol thapto-árgico	Soja de 1ra.	34°52' S 61°32' O	24 de Julio	0,175	130 kg/ha
SA de Areco 2	Capitán Sarmiento	Argiudol típico	Soja 1ra.	34°11' S 59°27' O	7 de Julio	0,195	130 kg/ha
Arrecifes 3	Arroyo Dulce	Argiudol típico	Soja 1ra.	34°00' S 60°10' O	3 de Julio	0,15	150 kg/ha
Pergamino 2	Pergamino	Argiudol típico	Soja 1ra.	33°53' S 60°35' O	21 de Junio	0,16	150 kg/ha
Junín 2	Saforcada	Hapludol éntico	Soja 1ra.	34°34' S 60°56' O	12 de Julio	21 cm	120 kg/ha
25 de Mayo 1		Hapludol típico	Trigo/Soja 2da.		25 de Junio	20 cm	100 kg/ha
25 de Mayo 2		Hapludol típico	Trigo/Soja 2da.		25 de Junio	20 cm	100 kg/ha

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar o franjas apareadas. Los tratamientos se dispusieron en arreglo factorial de dos genotipos y cuatro estrategias de fertilización. Los genotipos respondieron a características diferentes en cuanto a potencial de rendimiento y calidad. Así, uno de ellos fue de genética francesa (tipo Baguette), considerada de alto rendimiento y mediana calidad, y el restante con un perfil a priori de menor rendimiento y mayor calidad. Las estrategias de fertilización contemplaron

criterios simples de decisión orientados a rendimiento y, en uno de los casos, una aplicación foliar complementaria con el objetivo de incrementar el contenido de N de los granos (Tabla 2).

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

Factor 1: Genotipo

Genotipo 1: No Baguette

Genotipo 2: Baguette

Factor 2: Estrategias de fertilización:

Testigo: Testigo sin fertilización

TUA: Fertilización de mínima: 80 kg/ha de Fosfato monoamónico + 100 kg/ha de Urea

AP: Fertilización de alta productividad: Reposición para Fósforo (P) y Azufre (S) (considerando 3500 kg de Trigo + 3000 de Soja) 170 kg/ha de Fosfato monoamónico + 50 kg/ha de sulfato de calcio. Nitrógeno hasta alcanzar una disponibilidad de 125 kg/ha entre suelo (0-60 cm) y fertilizante.

AP + calidad: Fertilización para alta productividad y calidad: Reposición para Fósforo y Azufre (considerando 3500 kg de Trigo + 3000 de Soja). Nitrógeno hasta alcanzar una disponibilidad de 125 kg/ha entre suelo (0-60 cm) y fertilizante. A esto se le agregaron 20 kg/ha en forma de Urea foliar de bajo biuret en hoja bandera (Foliar SolU, 90 kg/ha).

Las fuentes fertilizantes utilizadas fueron fosfato monoamónico (11-23-0), urea (46-0-0) y sulfato de calcio (0-0-0-18S). El fertilizante fosforado fue aplicado en banda y el resto al voleo al momento de la siembra. Previamente, se realizaron análisis químicos de suelo, cuyos resultados se presentan en Tabla 3.

Tabla 3: *Análisis de suelo al momento de la siembra para las localidades de ensayo. Datos promedio de tres repeticiones.*

Localidad	pH	MO (0-20 cm) (%)	P Bray I (0-20 cm) (mg kg ⁻¹)	N –Nitratos (0- 60 cm) (kg ha ⁻¹)	S-Sulfatos (0- 20 cm) (mg kg ⁻¹)
SA de Areco 1	6,1	3,28	4	95,1	12
Arrecifes 1	5,8	2,20	29	35,6	26
Arrecifes 2	5,8	2,20	29	35,6	26
Pergamino 1	5,7	3,08	18	51,0	10
Bragado	5,9	3,08	23	49,4	8
Junín 1	6,2	1,90	4	34,0	s/d
9 de Julio	6,1	3,08	7	27,5	8
Lincoln	5,7	3,20	10	76,6	10
SA de Areco 2	5,7	2,97	11	62,4	s/d
Arrecifes 3	5,7	3,03	17	60,0	4
Pergamino 2	5,9	2,86	24	72,8	8
Junín 2	6,0	1,43	71	35,1	14
25 de Mayo 1	5,5	1,70	19	57,2	3
25 de Mayo 2	5,5	1,70	19	57,2	3

La cosecha se realizó en forma manual o mecánica, de acuerdo al diseño y tamaño del experimento. Los datos obtenidos fueron analizados por análisis de varianza, estudiando los efectos de sitio, genotipo, tratamientos de fertilización y la interacción entre factores. La relación entre respuesta a la fertilización y variables de suelo y cultivo se determinó mediante análisis de regresión, a través de los procedimientos lineal simple, stepwise y best subset regresión.

Resultados y discusión

a) Condiciones climáticas de la campaña

Las precipitaciones durante el período junio-noviembre para los sitios experimentales se presentan en la Figura 1. En general, el patrón hídrico fue similar para ambas campañas en la mayor parte de los sitios, con buenas precipitaciones iniciales, lluvias escasas durante el invierno y un retorno de las mismas a partir de setiembre (año 2007) u octubre (año 2008). Por su parte, los datos de radiación y temperatura de la localidad de Pergamino, ubicada geográficamente en una posición intermedia entre los ensayos, se muestran en la Figura 2. El cociente fototermal (Q) (Fisher, 1985) representa la relación existente entre la radiación efectiva diaria en superficie y la temperatura media diaria, y es una medida del potencial de crecimiento por unidad de tiempo térmico de desarrollo. Es decir, daría una medida del potencial de rendimiento en ausencia de limitaciones hídricas, nutricionales y de sanidad. Esto se debe a la relación lineal positiva existente entre la tasa de crecimiento del cultivo y la radiación incidente. Dichas relaciones fueron demostradas para trigo en la Región Pampeana Argentina por Abbate (1995). Los valores para el año 2007, en comparación con 2006 y 2005 se presentan en forma diaria en la Figura 2, y como promedio del período en la Tabla 4. Desde este aspecto, los dos años ilustrados presentaron condiciones muy favorables de potencialidad.

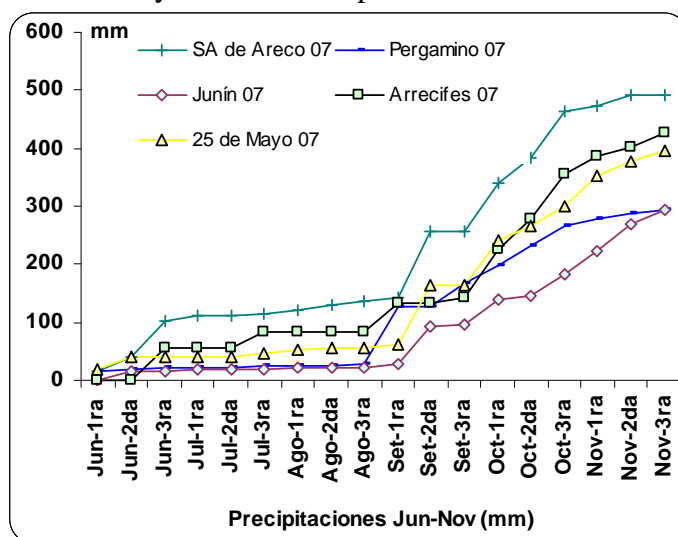
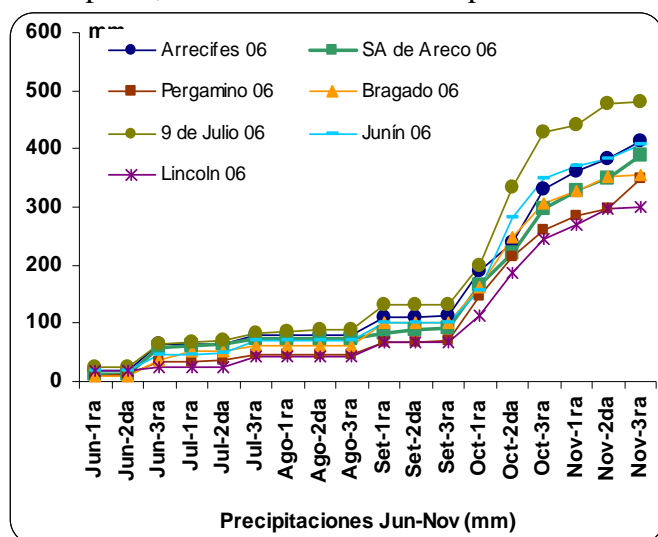


Figura 1.a

Figura 1.b

Figura 1: Precipitaciones decádicas para las localidades de ensayo durante las campañas a) 2006/07 y b) 2007/08.

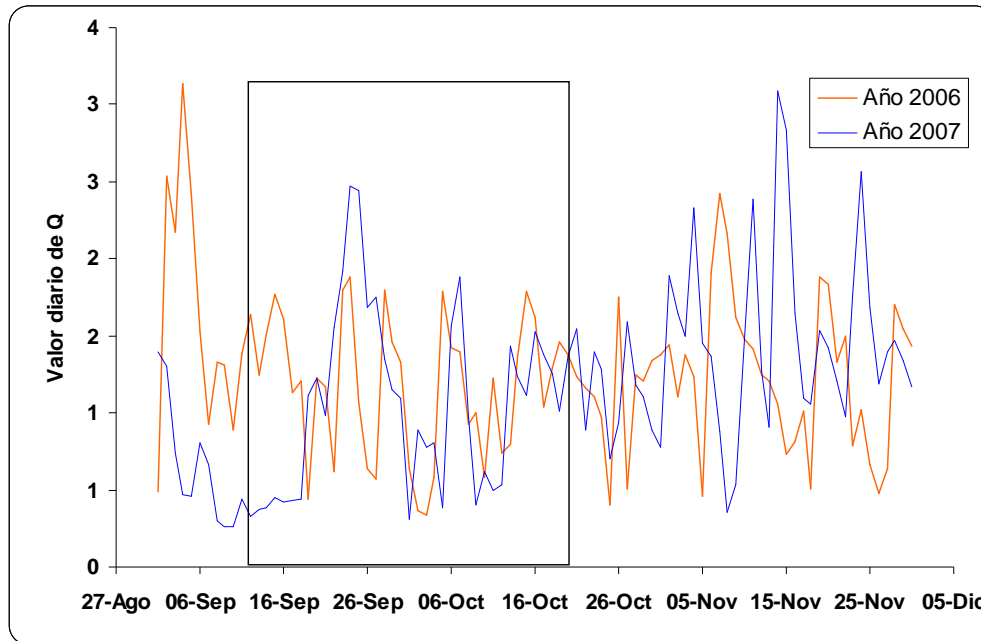


Figura 2: Coeficiente fototermal (Q) durante el ciclo de cultivo de trigo para las campañas de ensayo - 2006 y 2007- en la localidad de Pergamino. La etapa abarcada por el rectángulo representa el período crítico para la definición del rendimiento.

Tabla 3: Insolación efectiva (hs), Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$) y Cociente fototermal Q (T base 0°C) para el período de 15 de setiembre al 15 de Octubre en la localidad de Pergamino durante los años 2006 y 2007.

Condiciones ambientales	Año 2006	Año 2007
Insolación efectiva media (hs)	7,1	5,9
T media del período $^{\circ}\text{C}$	17,1	15,0
Cociente fototermal (Q) ($\text{Mj m}^{-2} \text{ día}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	1,10	1,12

b) Resultados de los ensayos

B.1. Rendimientos y cuantificación de la respuesta a genotipo y estrategia de fertilización.

Analizando la red en conjunto (Tabla 4), se determinó efecto de sitio ($P=0,000$) y estrategia de fertilización ($P=0,000$) sobre los rendimientos, aunque no efecto de genotipo ($P=0,142$). La respuesta a la fertilización y a la genética varió de acuerdo al sitio ($P=0,000$ para interacción sitio*genotipo y sitio*fertilización), pero la respuesta a la fertilización no difirió entre genotipos ($P=0,973$). Finalmente, se determinó interacción significativa sitio*genotipo*fertilización ($P=0,030$) probablemente debido al efecto de sitio sobre la respuesta a las dos variables en estudio. El modelo fue significativo para explicar las variaciones de rendimiento.

Tabla 4: Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento del factorial genotipo*estrategia de fertilización considerando los efectos de sitio para los datos de toda la red. Valores seguidos de *, ** y *** representan efecto significativo del factor evaluado o interacción ($p < 0,1$; $0,05$ y $0,01$, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento.

VARIABLES DEL MODELO	valor p
Modelo	0,000 ***
Bloque	0,685 n.s.
Sitio	0,000 ***
Genotipo	0,142 n.s.
Fertilización	0,000 ***
Genotipo*Fertilización	0,973 n.s.
Sitio*Genotipo	0,000 ***
Sitio*Fertilización	0,000 ***
Sitio*Genotipo*Fertilización.	0,030 **
CV=	11,1%

Los datos individuales de rendimiento se presentan en la Tabla 5, y de manera gráfica en la Figura 3. De ocho ensayos con repeticiones, en cuatro de ellos se determinó efecto de genotipo ($P < 0,005$ en tres, $P < 0,1$ en uno) y en todos efecto de fertilización ($P < 0,05$). Cabe destacar que en nueve de catorce ensayos el genotipo no Baguette fue el de mayor rendimiento, muy influenciado por la mejor performance de DM Ònix sobre Baguette 13P durante el primer año. Esta tendencia se modificó al menos parcialmente cuando se utilizaron cultivares Baguette de mayor potencial, como Baguette 11 P o Baguette 9 (Tabla 4 y Figura 3). Dentro de las estrategias de fertilización, en siete de catorce ensayos la de **Alta producción + calidad** fue la de mejor rendimiento, y la de **Alta producción** lo fue en las siete restantes. Esto demuestra que los criterios intuitivos de dosis fija y en general baja (estrategia TUA) no aprovechan el potencial productivo que brinda el ambiente.

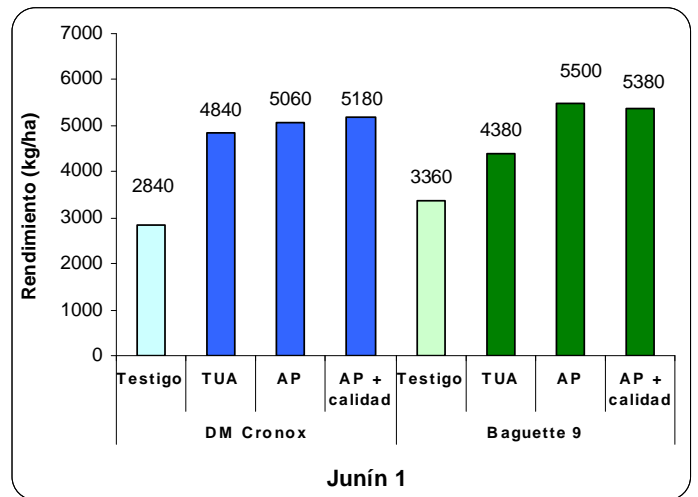
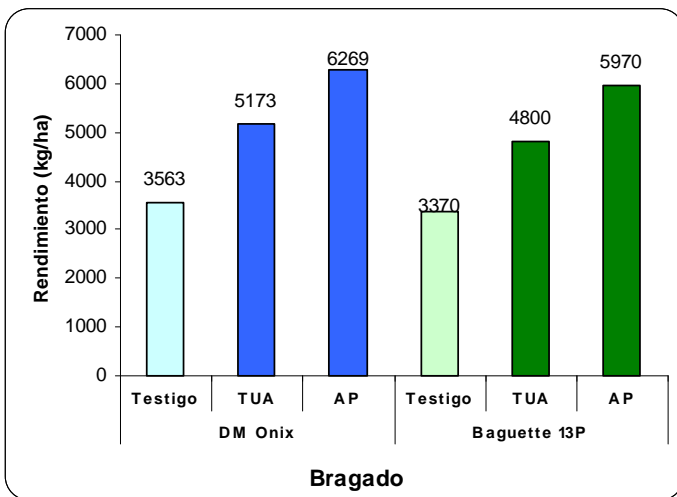
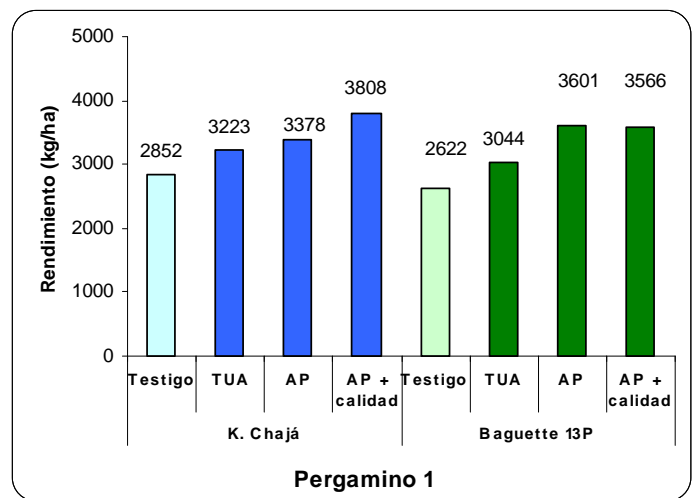
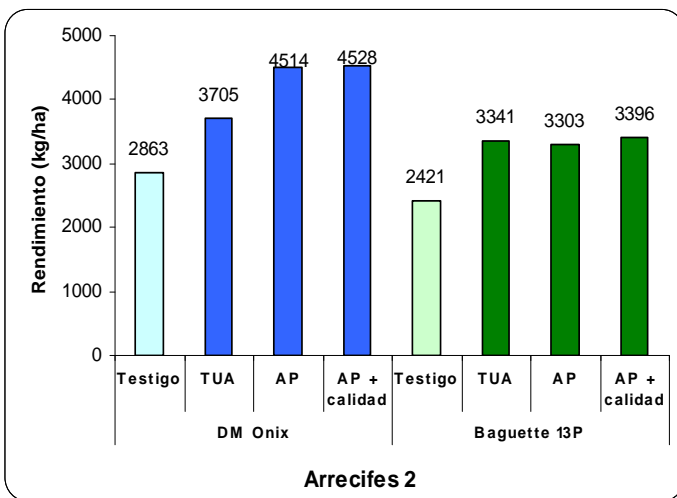
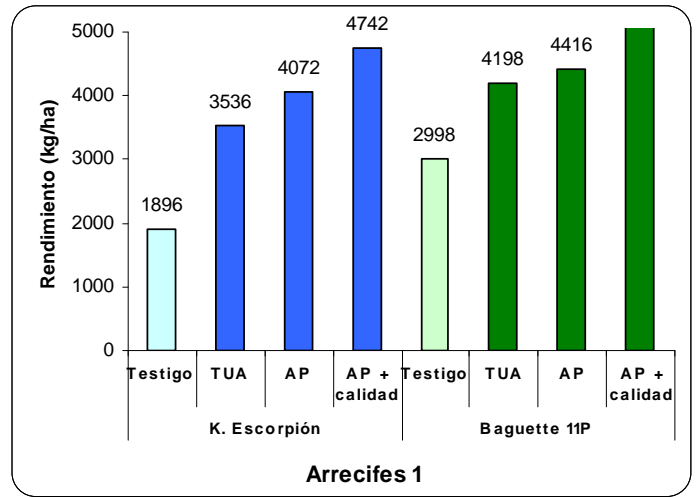
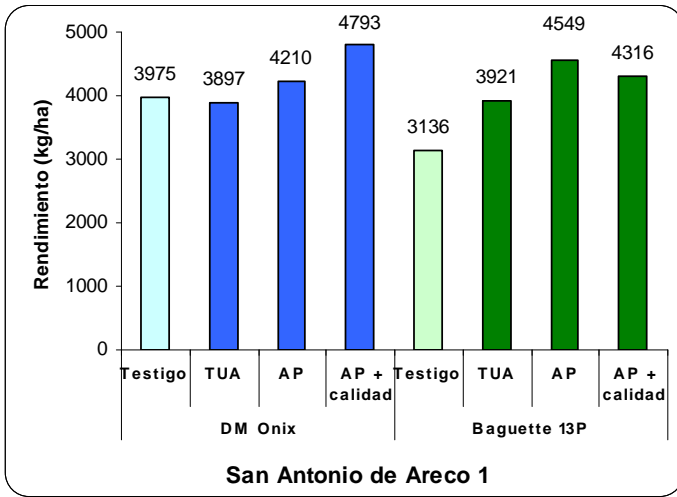
El rendimiento relativo (RR) del testigo respecto del máximo para el sitio brinda una idea de la fertilidad natural del sitio y de la magnitud de las carencias nutricionales en condiciones de campo. Este RR fue como media de toda la red de 0,68 (rango 0,31-0,91) y 0,63 (rango 0,39-0,71) para genotipos No Baguette y Baguette, respectivamente (Tabla 4).

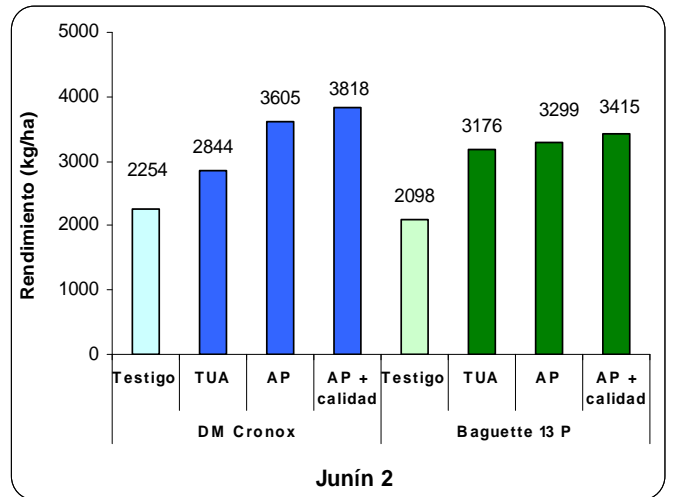
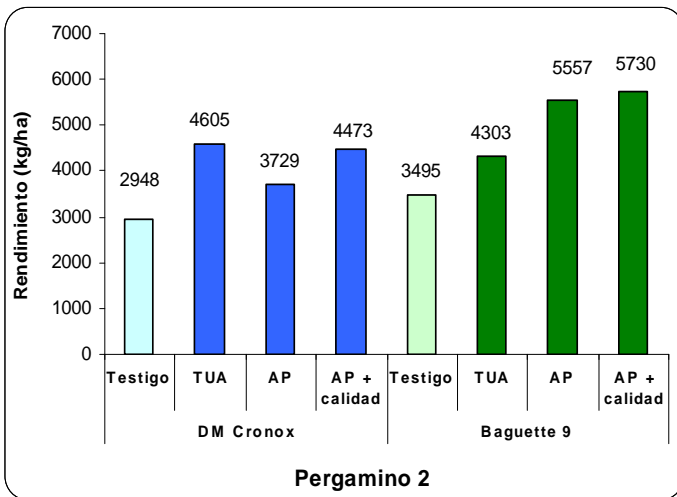
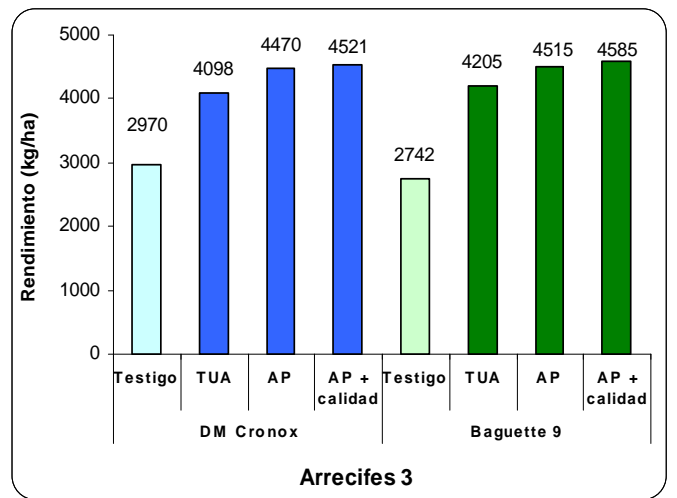
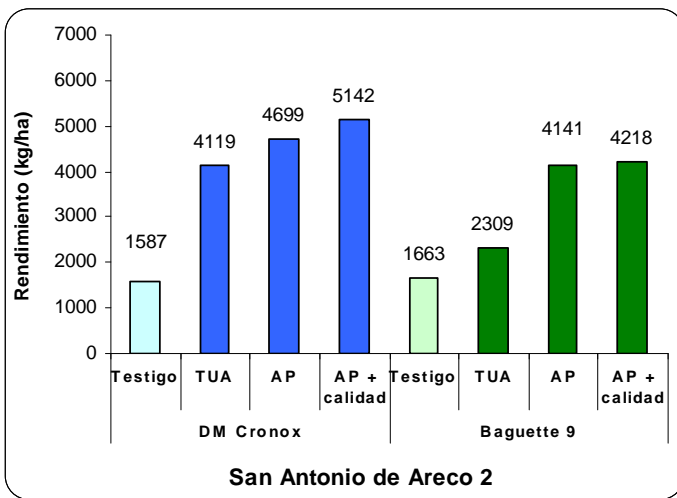
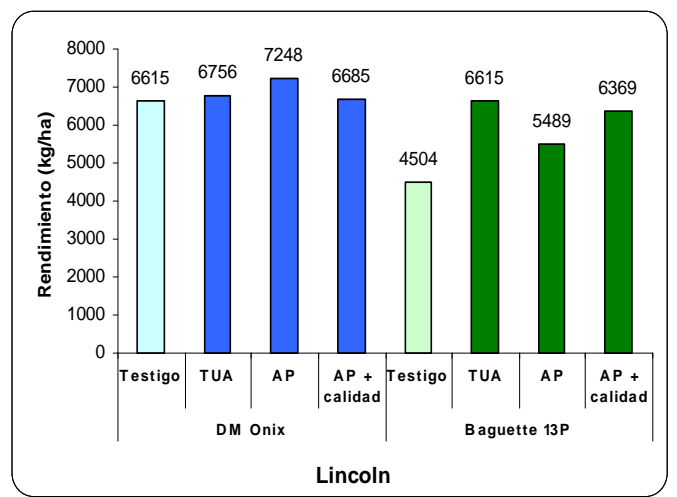
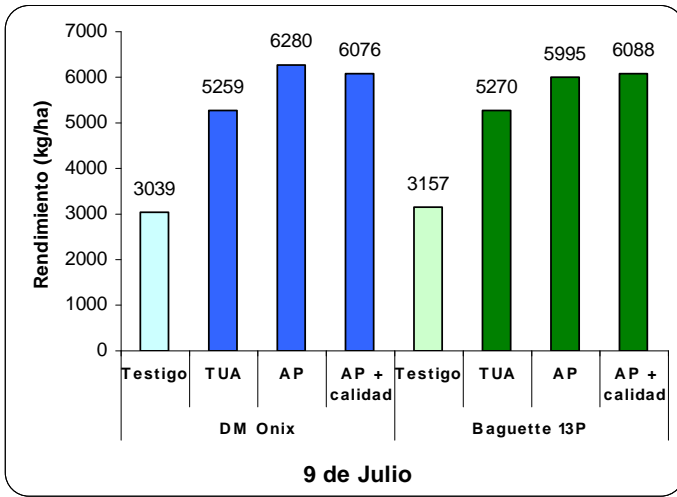
La respuesta al uso de N foliar, calculada como la diferencia (AP+calidad – AP), fue en promedio incluyendo sitios con respuesta negativa, de 0,9 (rango -7,8 a 20 %) y 3,1 % (rango -5,1 a 16 %) para genotipos no Baguette y Baguette, respectivamente. No se observaron efectos de fitotoxicidad por la aplicación de N foliar.

Tabla 4: Rendimiento como resultado de la evaluación de dos perfiles de genotipo y cuatro estrategias de fertilización en trigo. En celeste se presentan los sitios de la campaña 2006/07 y en verde los sitios de campaña 2007/08. Red de ensayos Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Genotipo	Fertilización	SADA	Arrecifes 1	Arrecifes 2	Pergamino	Bragado	Junín 1	9 de julio	Lincoln
G1 (no Baguette)	Testigo	3974,5	1896	2862,7	2852,1	3563,0	2840,0	3038,8	6615,0
	TUA	3896,5	3536,0	3705,3	3222,9	5173,0	4840,0	5258,8	6756,0
	A Product	4210,0	4071,7	4514,0	3378,1	6269,0	5060,0	6280,0	7248,0
	A P + calidad	4793,0	4742,0	4528,0	3807,8		5180,0	6075,8	6685,0
G2 (Baguette)	Testigo	3135,5	2998,0	2421,3	2622,4	3370,0	3360,0	3156,8	4504,0
	TUA	3921,0	4198,3	3341,0	3044,3	4800,0	4380,0	5270,3	6615,0
	A Product	4549,0	4416,0	3303,3	3601,0	5970,0	5500,0	5994,5	5489,0
	A P + calidad	4316,0	5086,0	3395,7	3566,1		5380,0	6088,0	6369,0
RR al máximo no Baguette		0,83	0,40	0,63	0,75	0,57	0,56	0,48	0,56
RR al máximo Baguette		0,69	0,59	0,71	0,73	0,56	0,62	0,52	0,62
Resp x uso de N Foliar no Baguette		13,8%	16,5%	0,3%	12,7%		2,4%	-3,3%	2,4%
Resp x uso de N Foliar Baguette		-5,1%	15,2%	2,8%	-1,0%		-2,2%	1,6%	-2,2%
Tratamiento máximo rendimiento		DMOnix_ AP+C	B11P_ AP+C	DMOnix_ AP+C	K Chajá_ AP+C	DM Onix_ AP	B13_ AP	DM Onix_ AP	DM Onix_ AP
Genotipo		0,201	0,002	0,000	0,388	0,056	---	0,793	
Fertilización		0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	---	0,000	
Genotipo*Fertilización		0,071	0,359	0,018	0,487	0,867	---	0,746	
Coef de variación (%)		8,2	10,5	7,1	9,0	5,8	---	7,4	

Genotipo	Fertilización	SADA	Arrecifes	Pergamino	Junín 2	25 de Mayo 1	25 de Mayo 2	Total
G1 (no Baguette)	Testigo	1586,7	2970,0	2947,5	2254,0	2454,7	1382,0	3229,0
	TUA	4119,4	4098,0	4605,0	2844,0	3213,3	1836,6	4310,7
	A Product	4699,1	4470,0	3729,1	3605,0	3899,5	1472,4	4703,6
	A P + calidad	5141,6	4521,0	4473,0	3818,0	-----	2091,9	4834,1
G2 (Baguette)	Testigo	1662,5	2742,0	3495,0	2098,0	3529,3	1596,0	3045,2
	TUA	2309,0	4205,0	4303,3	3176,0	3145,9	1768,4	4093,7
	A Product	4140,9	4515,0	5557,4	3299,0	2874,4	1822,4	4461,7
	A P + calidad	4217,8	4585,0	5729,8	3415,0	-----	2323,2	4723,6
						(*)	(*)	
RR al máximo no Baguette		0,31	0,66	0,64	0,79	0,63	0,94	0,67
RR al máximo Baguette		0,39	0,60	0,61	0,61	1,12	0,90	0,64
Resp x uso de N Foliar no Baguette		9,4%	1,1%	20,0%	5,9%	-43,8%	42,1%	2,8%
Resp x uso de N Foliar Baguette		1,9%	1,6%	3,1%	3,5%	-31,8%	27,5%	5,9%
Tratamiento máximo rendimiento		DM Cronox AP+C	B9_ AP+C	B9_ AP	DM Cronox_ AP	KCap_ AP	B13P_ AP+C	No Baguette AP+C
Genotipo		---	---	0,034	0,459	0,019	0,217	
Fertilización		---	---	0,013	0,023	0,821	0,016	
Genotipo*Fertilización		---	---	0,219	0,481	0,095	0,757	
Coef de variación (%)		---	---	20,0	11,1	22,7	19,2	





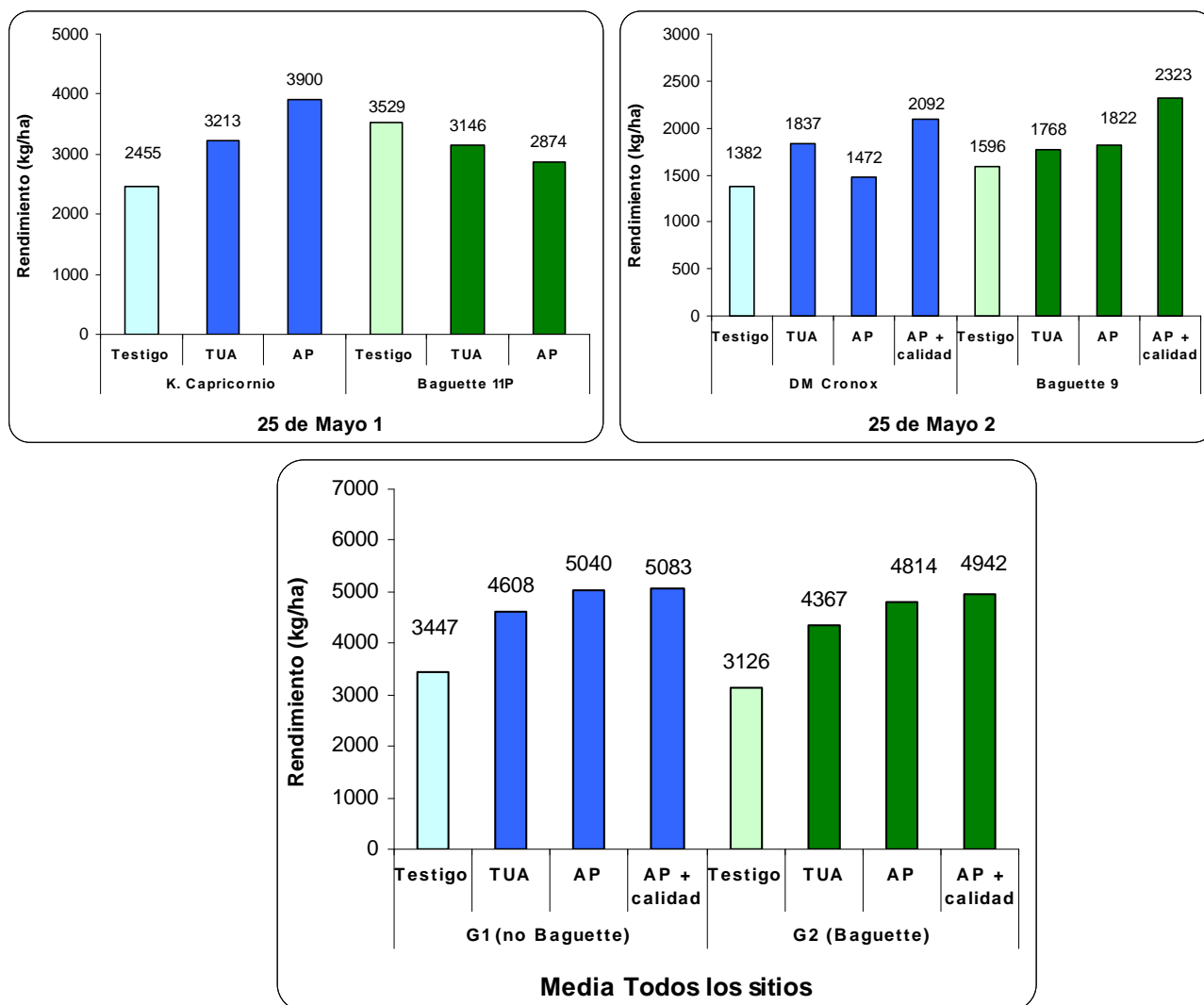


Figura 3: Rendimientos por el uso de dos perfiles de genotipo y cuatro estrategias de fertilización en Trigo en cada uno de los sitios experimentales y en el conjunto de la red. Red de ensayos Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

B.1. Relación entre la respuesta a la fertilización y la dosis de N disponible.

Si bien las diferencias de rendimiento entre estrategias no se deben únicamente a un efecto N, ya que varió también la dosis de P y S, se pudo establecer una relación cuadrática de ajuste satisfactorio entre Rendimiento relativo (RR) al máximo y disponibilidad inicial de N (suelo + fertilizante). Probados a través de una ecuación lineal, el modelo completo, la pendiente y la ordenada al origen fueron significativos ($P=000$) para explicar la respuesta, y dichos parámetros no difirieron entre genotipos ($P>0,10$), por lo que es válido establecer una función única para ambos perfiles de variedades (Figura 4.a). Además, en la función cuadrática, que resultó la de mejor ajuste, el coeficiente de regresión observado ($R^2=0,67$), fue cercano a la media de los coeficiente individuales ($R^2=0,70$ para no Baguette y $R^2=0,65$ para Baguette). Sin embargo, de la observación visual se desprende que las curvas de ambos genotipos son ligeramente diferentes (Figura 4.b). Corresponde al perfil Baguette una curva más plana, con mayor productividad en rendimientos bajos o muy altos. De este modo, el rendimiento de Baguette superó a los cultivares no Baguette cuando la disponibilidad de N fue inferior a 60 kg N ha^{-1} (suelo + fertilizante) o cuando esta sobrepasó los 115 kg N ha^{-1} , también sumando suelo y fertilizante, invirtiéndose la relación en el rango medio. De acuerdo con las funciones ajustadas, se obtuvo un $RR=0,95$ del máximo cuando la disponibilidad de N (suelo + fertilizante) fue de 126 kg N ha^{-1} en Baguette, y de 133 kg N ha^{-1} en no Baguette.

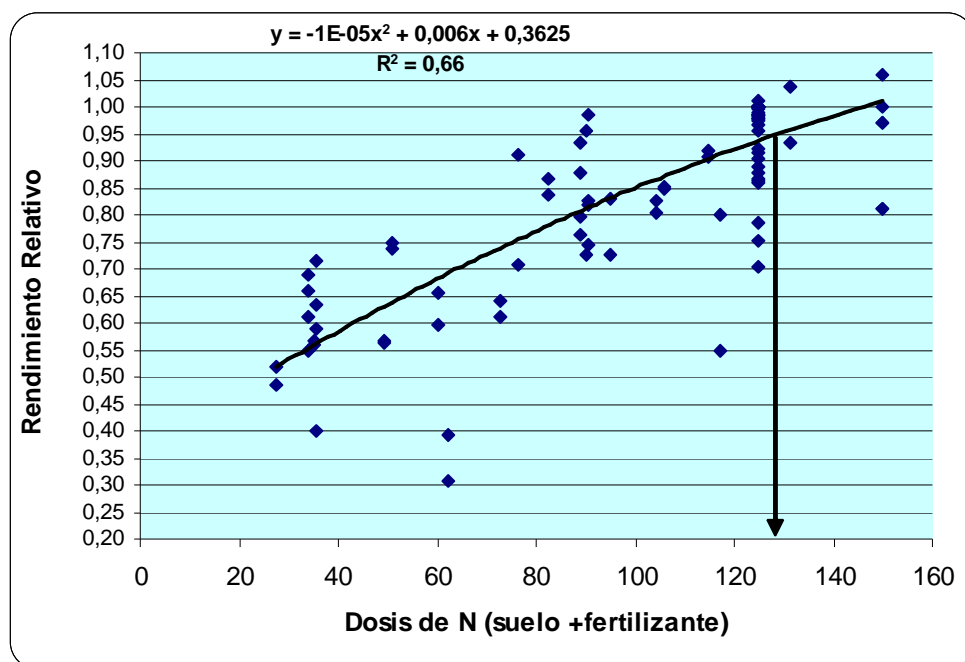


Figura 4.a

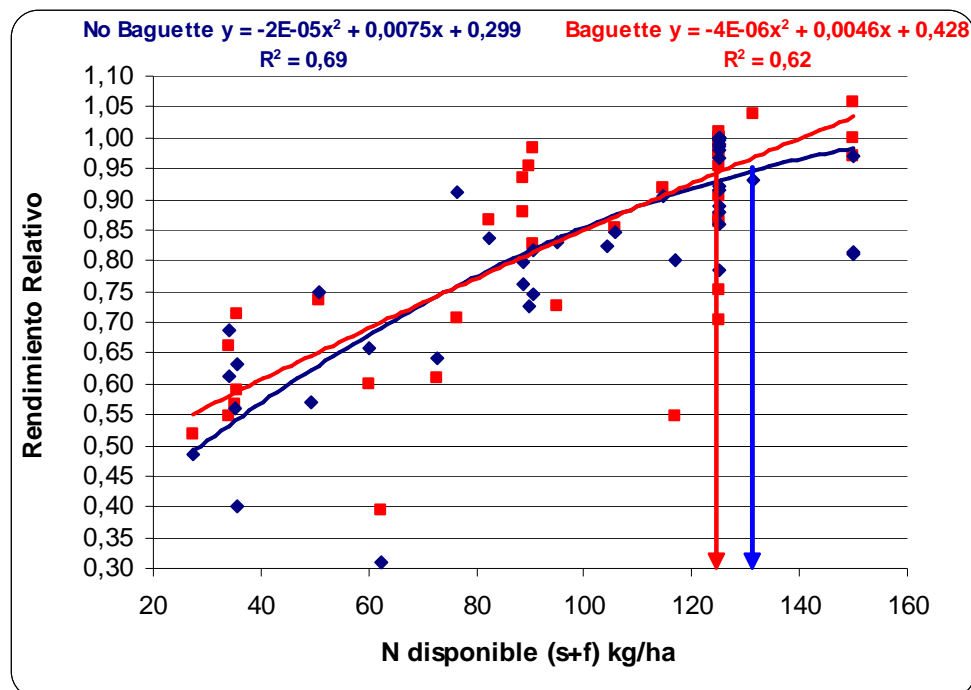


Figura 4.b

Figura 4: Relación entre el Rendimiento Relativo al máximo y la disponibilidad de N (suelo + fertilizante) para: a) toda la red y b) diferenciado a través de genotipos –Baguette en Rojo, no Baguette en azul. Las flechas verticales indican el nivel de N necesario para alcanzar un RR=0,95 del máximo.

La Eficiencia de uso de Nitrógeno (EUN) es una medida de particular importancia para evaluar la rentabilidad de la fertilización nitrogenada. La EUN determinada a campo debe superar a la relación insumo:producto para que la fertilización sea económicamente conveniente, y se podrá incrementar la dosis hasta que la EUN marginal sea igualada por la relación de precios. En la Tabla 5 se presentan estas relaciones para los cultivares que participaron con más frecuencia en los ensayos. Nótese que DM Onix y Baguette 13P alcanzaron mayor EUN del suelo respecto de DM Cronox y Baguette 9, mientras que todos presentaron similar EUN del fertilizante. Este comportamiento se debería a que fueron sembrados en diferentes campañas. Los dos primeros cultivares fueron evaluados en la campaña 2006/07, cuyo invierno

tuvo temperaturas más altas que el de la campaña subsiguiente, lo que habría permitido una mayor mineralización de N desde la materia orgánica, a pesar de su menor disponibilidad de N inicial $50,7 \text{ kg Nha}^{-1}$ en suelo como media de todos los ensayos, frente a $57,6 \text{ Nha}^{-1}$ en 2007/08.

Tabla 5: Eficiencia de Uso de Nitrógeno del suelo y del fertilizante para los cuatro genotipos de mayor participación en la red. Red de Estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Cultivar	EUN total (Kg trigo : kg)	EUN suelo (Kg trigo : kg N en suelo)	EUN suelo (Kg trigo : kg N agregado)
DM Ónix	55,1	85,3	21,3
Baguette 13 P	43,0	65,5	22,2
DM Cronox	29,0	37,0	17,0
Baguette 9	36,6	42,7	23,7

El contenido de proteína en grano guarda una relación inversa con la EUN para producir rendimiento. De esta manera, se pudo establecer una relación entre el porcentaje de proteína en grano y la disponibilidad de N por unidad de rendimiento (Figura 5). El modelo generado y sus parámetros, pendiente y ordenada al origen, no varió entre genotipos ($P>0,10$). Estas relaciones permitirían establecer un criterio para la aplicación de N foliar. Cuando la EUN es alta y, como consecuencia, el N disponible por unidad de rendimiento bajo, sería recomendable una aplicación complementaria de N en los estados de hoja bandera a antesis (Zadoks 39 a 65) de modo de no ver afectado el contenido de proteína de los granos. Los datos aquí presentados, derivados de ambos genotipos, constituyen una aproximación y son muy preliminares para establecer umbrales de aplicación .

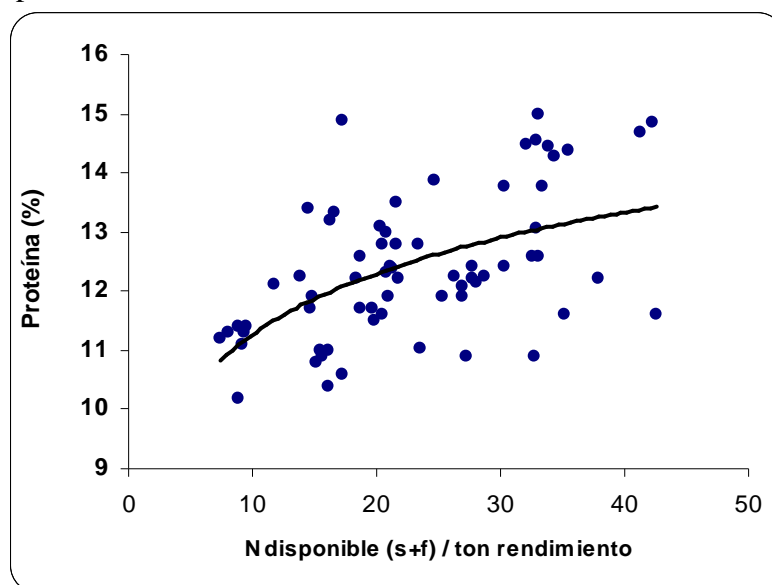


Figura 5: Relación entre el Porcentaje de proteína en grano y el N disponible por tonelada de rendimiento para dos perfiles de genotipos y diferentes estrategias de fertilización. Red de ensayos Efecto de estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad de perfiles de genotipo de trigo pan, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Conclusiones:

En esta red de ensayos se determinaron diferencias significativas en los rendimientos por efecto de sitio y estrategias de fertilización, y en algunos sitios, entre cultivares. La utilización de estrategias de fertilización basadas en parámetros simples como los análisis de suelo, permitió incrementar los rendimientos, fertilizar haciendo un uso eficiente del N y establecer umbrales de respuesta para rendimiento y, en forma preliminar,

para el contenido de proteína en grano. La aplicación en el gran cultivo de estrategias de fertilización teniendo en cuenta el perfil genético y el ambiente de producción es un nuevo avance con el objetivo de maximizar la eficiencia del sistema productivo.

Bibliografía:

- Abbate, P.; F. Andrade and J. Culot. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *J. Agric. Sci.* 124:351-360.
- Fisher, R. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Aric Sci.* 105:447-461.

Los autores desean agradecer especialmente a los productores en cuyos establecimientos se condujeron los ensayos, y a las empresas y agronomías que facilitaron los insumos para su realización.