

RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO EN TRIGO.
Resultados de ensayos 2008/09

J.H.González Montaner; M.R. Di Napoli; A. Quattocchio; J. Andenoche; M. Porsborg; F. Dodorico

Durante la campaña 2008/09 se realizaron 3 ensayos donde se evaluaron los efectos sobre rendimiento de distintos PGPRs en el cultivo de trigo y su interacción con la fertilización fosforada. Los ensayos se ubicaron en Azul (Ea La Dolores); Necochea (La Mora) y Tres Arroyos (Rybner).

Características de los sitios

Ensayo	Variedad	Fecha Sbra	Antec	MO /%	P (KyB ppm)
La Dolores	Bag.11	22-Jul	Soja 2da		5,7
La Mora	Bag. 9	27-Jul	Soja 1ra	4,8	5,7
Fossati	Cronox	11-Ago	Girasol	2,6	7,0

Metodología:

Los tratamientos consistieron en la combinación de distintos promotores con dos o tres niveles de nutrición fosforada.

PGPR	DAP	La Dolores	La Mora	Rybner
Sin	0		X	X
	50	X	X	X
	75	X	X	X
	100	X	X	
INOCULANTE A	0		X	X
	50	X	X	X
	75	X	X	X
	100	X	X	
INOCULANTE B	50	X	X	X
	75	X	X	X
	100	X	X	
INOCULANTE C	50	X		X
	75	X		X
INOCULANTE D	50	X	X	X
	75	X	X	X
	100	X	X	
INOCULANTE E	50	X	X	X
	75	X	X	X
CRINIGAN	50	X	X	
	75	X	X	X
	100	X		X
INOCULANTE F	50	X		X
	75	X		X
	100	X		
INOCULANTE G	0	X		
	50		X	X
	75		X	X
	100		X	
INOCULANTE H	0	X		
INOCULANTE I	0	X	X	
	50			X
	75			X

El diseño de ensayos fue en franjas apareadas con sembradora. En La Dolores se cosechó con máquina cada franja, mientras que en los otros dos sitios se establecieron 3 placetas para la cosecha manual de cada tratamiento.

El Ambiente:

Lluvias mensuales 2008 en los sitios de ensayo(mm)

	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
La Dolores	29	93	125	1	13	31	20	38	17	145	18	61
La Mora	143	193	273	13	45	35	55	75	5	21	25	3
Rybner	66	237	159	38	23	55	29	11	47	20	10	0

El ambiente hídrico se caracterizó por déficit de precipitaciones a partir del mes de abril en todos los sitios. La sequía se fue agravando durante el ciclo del cultivo y las lluvias de octubre en La Dolores fueron tardías e insuficientes para recomponer rendimiento. Otro evento significativo fue la ocurrencia de fuertes alternancias de temperatura: algunos eventos de helada a fin de octubre-ppios de noviembre (Caso La Dolores) y altas temperaturas durante el llenado de granos, con máximas que superaron los 30°C a fines de noviembre.

Resultados:

1-Ensayo La Dolores:

El rendimiento promedio del ensayo fue de 3008 Kg/ha, con un rango de variación muy estrecho (2720 kg/ha a 3240 kg/ha).

El análisis de rendimiento a cada nivel de PDA sin PGPR muestra variaciones de rendimientos no significativas, de solo +4 kg/ha al pasar de 50 a 75 kgPDA/ha y de +180 kg/ha entre 50 y 100 kgPDA/ha.

La respuesta a PGPR (promedio de productos y dosis de PDA) fue de apenas +63 kg/ha, aunque observada sobre 75 kg PDA/ha, alcanzó +144 kg/ha, lo que implica un 5% de incremento de rinde respecto del testigo sin PGPR para ese nivel de PDA aplicado.

Rendimientos absolutos y respuestas promedio (Kg/ha). La Dolores

	PDA (kg/ha)					Rta PGPR a prom PDA	Rta a PDA	
	0	50	75	100	Promedio		75-50	100-50
Sin PGPR		2898	2902	3078	2959		4	180
INOCULANTE B		2845	3060	3120	3008	49	215	275
INOCULANTE C		2870	2875		2873	-87	5	
INOCULANTE A		2855	3085	3160	3033	74	230	305
CRINIGAN		2825	3040	3075	2980	21	215	250
INOCULANTE D		2990	2875	3170	3012	52	-115	180
INOCULANTE E		3025	3240		3133	173	215	
INOCULANTE F		2980	3145	3240	3122	162	165	260
INOCULANTE G	2720							
INOCULANTE H	3017							
INOCULANTE I	3122							
Prom PGPR		2913	3046	3153				
Rta PGPR Prom		15	144	75	63			

En este contexto de severa limitación ambiental al rendimiento, los tratamientos de mayor aumento de rendimiento fueron INOCULANTE E y INOCULANTE F con incrementos promedio de 8,0 y 5,5%.

Rendimientos relativos (100= Rto sin PGPR para cada nivel de PDA)

	PDA (kg/ha)			
	50	75	100	Promedio
Sin PGPR	100	100	100	100
INOCULANTE B	98,2	105,4	101,4	101,7
INOCULANTE C	99,0	99,1		99,1
INOCULANTE A	98,5	106,3	102,7	102,5
CRINIGAN	97,5	104,8	99,9	100,7
INOCULANTE D	103,2	99,1	103,0	101,7
INOCULANTE E	104,4	111,6		108,0
INOCULANTE F	102,8	108,4	105,3	105,5
Rto Relativo Promedio	100,5	105,0	102,4	

Por último, la evaluación de Ketrawe sobre 0 PDA permite observar la importancia que asumió la nutrición azufrada en este ambiente, con incrementos de rendimiento de +297 kg/ha evaluado sobre INOCULANTE H. El empleo adicional de fertilizante foliar aumentó la respuesta hasta +105 kg/ha respecto de Ketrawe+ INOCULANTE I

2-Ensayo La Mora:

Los rendimientos en este ensayo fueron superiores, producto de una mejor disponibilidad hídrica. El rinde promedio fue de 4092 kg/ha, con un rango de 2630 kg/ha a 4778 kg/ha. Sin embargo, la variabilidad experimental del ensayo fue algo elevada (CVerror 11,8%) y aunque ello no impidió observar respuestas estadísticamente significativas entre tratamientos ($P < 0,005$), la mínima respuesta significativa es elevada (MDS 10% 830 kg/ha)

Rendimientos absolutos y respuestas promedio (Kg/ha). La Mora

	PDA (kg/ha)					Rta Media PGPR a 50 y 75 PDA	Rta a PDA		
	0	50	75	100	Rinde Medio 50 y 75 PDA		50-0	75-50	100-75
Sin PGPR	2630	3470	4765	4682	4118		840	1295	-83
INOCULANTE B		4344	3618	4778	3981	-137		-726	1160
INOCULANTE A	2988	3354	4485	4409	3920	-198	366	1131	-76
CRINIGAN		4564	4659		4612	494		95	
INOCULANTE D		4194	4195	4494	4195	77		1	299
INOCULANTE E		4534	4383		4459	341		-151	
INOCULANTE G		4169	4365	3655	4267	150			
INOCULANTE I	3279								
Prom PGPR		4193	4284	4334		121	366	70	461
Rta PGPR Prom		723	-481	-348	121				

$P < 0,005$. MDS 5% 1003 kg/ha; MDS 10% 830 kg/ha.

La respuesta a P fue significativa hasta 75 kgPDA/ha (Rta= 2135 kg/ha), a favor del bajo nivel de P inicial (KyB=5,7 ppm). El incremento de dosis hasta 100 kgPDA no

produjo aumentos marginales de rinde debido al bajo nivel de demanda del cultivo en este ambiente en particular.

La repuesta a PGPR disminuyó a medida que aumentó la dosis de P, desde 723 kg/ha sobre 50 (21% de incremento) hasta negativas a niveles de 75 y 100 kg de PDA/ha.

Rendimientos relativos (100= Rto sin PGPR para cada nivel de PDA)

	PDA (kg/ha)				Promedio 50 y 75 PDA	Promedio Gral
	0	50	75	100		
Sin PGPR	100	100	100	100	100	100
INOCULANTE B		125,2	75,9	102,1	100,6	101,1
INOCULANTE A	113,6	96,7	94,1	94,2	95,4	95,0
CRINIGAN		131,5	97,8		114,7	
INOCULANTE D		120,9	88,0	96,0	104,5	101,6
INOCULANTE E		130,7	92,0		111,3	
INOCULANTE G		120,1	91,6	78,1	105,9	96,6
INOCULANTE H	124,7					
Rto Relativo Promedio		120,8	89,9	92,6		

Se observa una tendencia a favor de productos donde participan **micorrizas** en su formulación: **CRINIGAN** y INOCULANTE E

3-Ensayo Rybner:

La condición de ambiente hídrico en este sitio fueron intermedias respecto de los otros dos casos analizados y el rendimiento promedio fue de 4032 kg/ha (desde 3657 kg/ha hasta 4573 kg/ha). En este caso, la variabilidad experimental fue muy reducida (CV= 2,9%).

Rendimientos absolutos y respuestas promedio (Kg/ha). Rybner

	PDA (kg/ha)				Rta PGPR a Prom PDA	Rta a PDA	
	0	50	75	Promedi o		50-0	75-50
Sin PGPR	3942	4077	3775	3926		135	-302
INOCULANTE B		3955	3821	3888	-38		-133
INOCULANTE A	3658	4573	3961	4267	341	915	-612
CRINIGAN		4190	3858	4024	98		-332
INOCULANTE D		3657	4318	3988	62		661
INOCULANTE E		4098	4075	4087	161		-24
INOCULANTE F		4231	4135	4183	257		-96
INOCULANTE C		4025	4313	4169	243		287
INOCULANTE G		4239	3741	3990	64		-498
INOCULANTE I		4068	4337	4203	277		269
Prom PGPR		4121	4028	4074	149		-78
Rta PGPR Prom		38	288	125			

P<0,0001. MDS 5% 234 kg/ha; MDS 10% 195 kg/ha.

Las respuesta a P sin PGPR fue muy escasa hasta 50 kg PDA (+135 kg/ha) y nula a mayor dosis de P. La respuesta a PGPR sobre PDA fue también de poca magnitud, promediando 149 kg/ha, equivalente a 3,9 % de incremento de rendimiento.

Los tratamientos PGPR que provocaron mayor aumento de rendimiento sobre parcelas fertilizadas con PDA fueron: INOCULANTE A (+8,6 %), INOCULANTE F (6,7%) y INOCULANTE C (6,5%).

Rendimientos relativos (100= Rto sin PGPR para cada nivel de PDA)

	PDA (kg/ha)			Promedio
	0	50	75	
Sin PGPR	100	100	100	100
INOCULANTE B		97,0	101,2	99,1
INOCULANTE A	92,8	112,2	104,9	108,6
CRINIGAN		102,8	102,2	102,5
INOCULANTE D		89,7	114,4	102,1
INOCULANTE E		100,5	107,9	104,2
INOCULANTE F		103,8	109,5	106,7
INOCULANTE C		98,7	114,3	106,5
INOCULANTE G		104,0	99,1	101,5
INOCULANTE I		99,8	114,9	107,3
Rto Relativo Promedio		101,1	106,7	103,9

En esta campaña, el incremento promedio observado (sobre 50 y 75 kg PDA/ha) fue de 3,9%, con un máximo promedio de 5,4% en La Mora, el sitio de mayor rendimiento (4118 kg/ha).

	La Dolores	La Mora	Rybner	Prom PGPR
Rto 50y75 PDA (kg/ha)	2900	4118	3926	3648
	Rendimiento Relativo de PGPR			
INOCULANTE E	108,0	111,3	104,2	107,9
INOCULANTE F	105,6		106,7	106,1
CRINIGAN	101,1	114,7	102,5	106,1
INOCULANTE G		105,9	101,5	103,7
INOCULANTE C	99,1		106,5	102,8
INOCULANTE D	101,1	104,5	102,1	102,5
INOCULANTE A	102,4	95,4	108,6	102,1
INOCULANTE B	101,8	100,6	99,1	100,5
Promedio Sitio	102,7	105,4	103,9	103,9

Los Resultados de campañas anteriores (2004-2007) mostraron incrementos promedio por PGPR del orden del 6,7 % considerando **CRINIGAN** (+8,7%); INOCULANTE A (+7,3%) y INOCULANTE B (+4,4%), con mayores respuestas en ciclos cortos y en rangos de rendimiento intermedios 35 a 50 qq/ha.

Síntesis de Resultados:

-Los tres ensayos tuvieron limitaciones hídricas y térmicas para la generación del rendimiento, alcanzando promedios de 3008 kg/ha; 4092 kg/ha y 4032 kg/ha en La Dolores, La Mora y Rybner respectivamente.

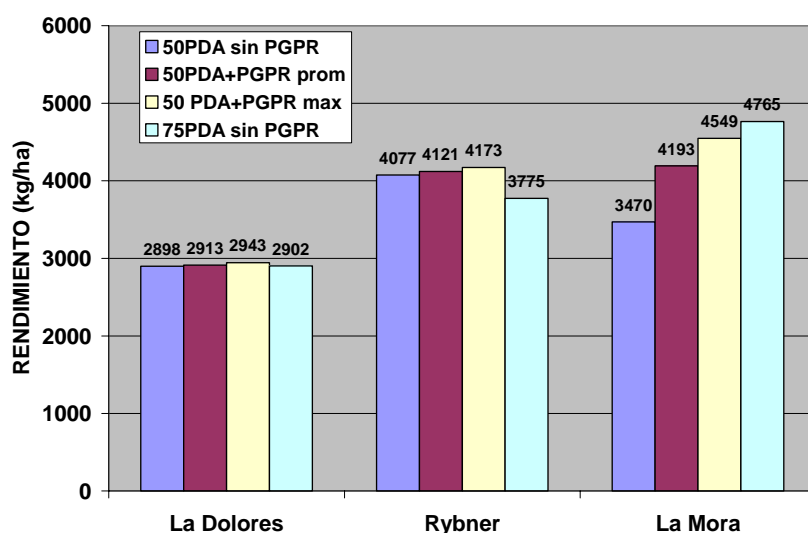
- En los tres sitios se registraron bajos valores de P iniciales en suelo, inferiores a las 7 ppm y en este contexto de ambiente y baja demanda de crecimiento, las respuestas a P fueron nulas o escasas en La Dolores y Rybner. Solo se lograron respuestas muy significativas (de hasta 2135 kg/ha a 75kgPDA/ha) en La Mora.

-Las respuestas PGPR, evaluadas sobre 50 kg PDA, fueron de escasa magnitud en los ambientes de baja respuesta a P, mientras que alcanzaron magnitudes relevantes (+723 kg/ha promedio) donde las respuestas a P fueron significativas.
 -En el sitio de alta respuesta a P (La Mora), las mayores respuestas a PGPR se encontraron sobre el tratamiento de 50 kg PDA/ha.

¿Qué fue más rentable incrementar de 50 a 75 kilos la dosis de PDA o incorporar un PGPR?

Se evaluó así el comportamiento al promedio de los PGPR (i) o a los tres mejores en promedio (ii) elegidos porque habían superado el 5% de respuesta.

COMPARACION DE ALTERNATIVAS SOBRE 50 PDA: PGPR O 25 KG DE PDA ADICIONALES. ENSAYOS TRIGO 2008



En los sitios sin respuesta a PDA, las alternativas (i) o (ii) aportan 178 o 219 kg más que la alternativa 75 kg de PDA. sin embargo versus la alternativa 50 kg de PDA tanto (i) como (ii) arrojan solo 32 y 65 kg de aumento .

En estas condiciones si bien fueron mas rentables que 75 de PDA alcanzaron escuetamente a pagar su costo (del orden de 80-100 kg/ha).

En el sitio con respuesta a PDA, las alternativas (i) o (ii) aportan 723 y 1079 kg/ha de respuesta vs los 1295 kg/ha de los 25 kilos de PDA.

Los márgenes son superiores para la utilización de 25 kg de PDA pero las relaciones ingreso gasto favorecen la elección de los PGPR.

			Costo PDA	
			1200 U\$\$/ha	600 U\$\$/ha
	PGPR Prom	PGPR max	75-50 PDA	75-50 PDA
Respuesta kg/ha	723	1079	1295	
MB Adic U\$\$/ha	75	117	125	140
Rel I/G	7	11	5,2	10,4

En situaciones de alto costo del PDA los PGPR aparecen como opciones interesantes.

Reflexiones finales :

Los resultados de este año sugieren a primera lectura que en los sitios donde la respuesta a PDA es importante la alternativa PGPR puede ser de interés reemplazando 25 kg de PDA en particular con los precios de PDA del 2008.

Parecería entonces que un indicador de respuestas como el nivel de P en los suelos debiera ayudar a tomar decisiones, sin embargo no es así ya que los niveles de los tres ensayos en suelo eran muy deficitarios.

La respuesta al P estuvo ligada a las condiciones de sequía que sufrió el cultivo.

Así es como nos volvemos a encontrar con resultados similares a años anteriores donde en condiciones de sequía severa en etapas finales no hay respuesta a estos PGPR y tampoco a P.

En escenarios de restricción de insumos (reducción razonable de P o N) pueden ser una práctica recomendable bajo situaciones adecuadas de disponibilidad hídrica y en particular sobre ciclos cortos como mostraran nuestros anteriores trabajos. Deben profundizarse los estudios que permitirían realizar aplicaciones de PGPR previas a la siembra.