

**SERVICIO TÉCNICO
DE INTA BALCARCE A LA EMPRESA FACYT**

**EVALUACIÓN DE INOCULANTES DE TRIGO EN BALCARCE DURANTE LA
CAMPAÑA 2013/14**

P.E. Abbate

INTA, EEA Balcarce, C.C. 276 (7620), Balcarce, Bs. As., Argentina.

Mail: abbate.pablo@gmail.com

1. OBJETIVOS

El objetivo del presente servicio fue evaluar el efecto sobre el desarrollo, el crecimiento y el rendimiento del cultivo, de la inoculación de semilla de trigo con:

- 1) *Azospirillum brasilense cepa AZ39* en dosis de 250 ml/100 kg de semillas,
- 2) *Pseudomonas fluorescens cepa PS6* en dosis de 100 ml/100 kg de semillas.
- 3) Co-inoculado con ambas cepas.

A tal efecto se condujo un experimento (codificado como BIN13) en la EEA Balcarce, durante la campaña 2013/2014.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Manejo del cultivo

El experimento se condujo sobre un suelo profundo, Argiudol Típico, Serie Mar del Plata (*Tabla 1*). El cultivo antecesor fue girasol. El experimento se realizó con labranza convencional. El manejo del cultivo fue similar al de la 1° época de la RET de trigo Tradicional, con funguicida, en secano.

El cultivar utilizado fue Baguette 9, de amplia difusión y con rendimiento (promedio de los últimos 3 años) entre los tres más altos en la RET Trigo de INTA Balcarce. La fecha, densidad de siembra y otros detalles de manejo se presenta en la *Tabla 2*.

La dosis de N aplicada (*Tabla 3*) fue calculada para que la disponibilidad de ese nutriente (incluyendo el N disponible en el suelo y el aplicado como fertilizante) no resulte limitante para rendimiento de 45 qq/ha (el cual es el rendimiento promedio de la zona). La dosis de P se calculó para que alcance a reponer la cantidad de P exportada con ese nivel de rendimiento; sin embargo, el suelo contenía cantidades de P disponibles muy altas debido a que durante varios años se lo utilizó para el cultivo de papa.

El P se aplicó como fosfato diamónico (PDA) a la siembra, en cobertura total y se incorporó con la sembradora. La dosis de N se fraccionó en 35% a la siembra, aplicado como PDA, y 65% al inicio de macollaje, aplicado como urea.

El control sanitario se detalla en la *Tabla 4* y consistió en el habitual de la zona: control de malezas (latifoliadas y gramíneas) y control de insectos según monitoréo del cultivo, y una aplicación preventiva de funguicida en hoja bandera expandida.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo muestreado el 30-jul-2013.

Variable	Valor
Superficial (prof.: 0-20 cm):	
Humedad (%)	28
P (ppm)	39
Materia orgánica (%)	4.7
N-NO ₃ (ppm)	18
Total (prof.: 0-60 cm)	
Agua total (mm)	195
Agua útil (mm)	78
N-NO ₃ (kg/ha)	87

Tabla 2. Detalles de manejo del ensayo BIN13; Balcarce, 2013/14.

Evento	
Fecha de siembra ^a	12-jun-2013
Densidad de siembra ^a	
deseada (pl/m ²):	232
sembrada (sem/m ²):	309
Fechas de emergencia ^{a b}	04-jul-2013
Fecha de espigazón ^a	08-nov-2013
Fecha de madurez ^a	15-dic-2013
Fecha de cosecha ^a	09-ene-2014

^a promedio de todo el ensayo.

^b definida como la fecha en la cual la primera hoja emergió 2 cm.

Tabla 3. Detalle de la aplicación de nutrientes en los tratamientos con fertilización (N: nitrógeno; P, fósforo; S, azufre; Micro, micronutrientes) del ensayo BIN13; Balcarce, 2013/14.

Estado ^a	Producto	N -----(kg/ha)-----	P	S	Micro	Riego (l/ha) (mm)
Presiembra	Nutriente en el suelo	87	165			
Presiembra	Fosfato diamónico (84 kg/ha)	15	17			0
Macollaje	Urea (75 kg/ha)	35				0
Encañazón	Urea (0 kg/ha)	0				0
	Yeso (0 kg/ha)			0		
	Micronutriente (0 kg/ha)				0	
Llenado						0
Total		137 ^b	182	0		0

^a Estado promedio del ensayo.

^b Dosis suficiente para un rendimiento de 45 qq/ha sin limitaciones de N.

2.2. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en un testigo sin inoculante y dos inoculantes

(*Pseudomonas fluorescens* cepa PS6 y *Azospirillum brasilense* cepa AZ39), y un tratamiento co-inoculado por ambas cepas, según se detalla en la Tabla 5.

Tabla 4. Detalle del control adversidades biológicas del ensayo BIN13; Balcarce, 2013/14.

Estado ^a	Tipo de producto	Producto ^b
<i>Presiembra</i>	<i>Herbicida</i>	<i>Glifosato</i>
<i>Macollaje</i>	<i>Herbicida</i> <i>Herbicida</i> <i>Graminizada</i>	<i>Starane</i> <i>Peack-pack</i> <i>Axial</i>
<i>Fin de espigazón</i>	<i>Funguicida</i>	<i>Amistar Xtra</i>
<i>Inicio llenado</i>	<i>Insecticida</i> (pulgones)	<i>Dimetoato</i>

^a Estado promedio del ensayo.

^b Se utilizó dosis regular del marbete.

Tabla 5. Tratamientos aplicados en el experimento BIN13. Balcarce 2013/14.

Tratamiento	Dosis (ml/100 kg semilla)
1. Testigo	0
2. <i>Azospirillum brasilense</i> , cepa AZ39	250
3. <i>Pseudomonas fluorescens</i> , cepa PS6	100
4. Co-inoculado con AZ39 + PS6	250 + 100

Tabla 6. Detalle de la distribución de los los tratamientos y parcelas de relleno del experimento BIN13 (Balcarce 2013/14); cada celda corresponde a una maquinada de 5 m de largo y 7 surcos espaciados 20 cm; los números se refieren a los tratamientos listados en la Tabla 5.

<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>
4	3	1	2
4	3	1	2
4	3	1	2
<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>
1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4
<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>
3	1	2	5
3	1	2	5
3	1	2	5
<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>	<i>Relleno</i>

Previo a su inoculación, la semilla se trató con una mezcla funguicida de Tiram y Carbendazim (30% + 30%) provisto por la empresa, en dosis de 100 ml/100 kg de semilla. La semilla se inoculó el mismo día de la siembra y se cuidó de no exponerla al sol ni al aire libre luego de inoculada.

La siembra se realizó inoculante por inoculante para reducir el riesgo de contaminación, comenzando con la menor dosis (testigo). Luego de sembrar con

un inoculante, se limpió la sembradora sembrando las parcelas de relleno que separaron a los tratamientos de inoculante.

Las parcelas consistieron de 3 maquinadas de 5 m de largo y 7 surcos espaciados a 20 cm, dando una superficie/parcela de 21 m². La *Tabla 6* muestra el esquema de siembra del experimento.

2.3. Mediciones

2.3.1. Suelo

Luego de la siembra se midió el contenido de agua, materia orgánica, N total y P extractable en el horizonte superficial (de 0 a 20 cm) y el contenido de agua y N total de 20 a 40 cm y de 40 a 60 cm de profundidad (*Tabla 1*).

2.3.2. Cultivo

Cuando el cultivo presentó 4 hojas expandidas, en cada parcela, se contó el número de plantas nacidas en 50 cm de 5 surcos para determinar la densidad de plantas logradas (pl/m²).

El peso seco aéreo/planta se midió luego de iniciado en macollaje, antes de la fertilización con urea, cosechando manualmente 50 cm en 5 surcos.

En cada parcela se midió la fecha de espigazón y madurez (al menos 2 cm de pedúnculo amarillo).

Luego de madurez las parcelas se cosecharon mecánicamente. Previo a la cosecha se midió el largo de cada parcela. Luego de la cosecha se recorrió el ensayo para registrar las pérdidas de cosecha incluyendo las originadas en problemas de implantación, si bien no se registraron perdidas relevantes en este ensayo. La humedad del grano se calculó gravimétricamente en cada parcela (e.d. pesando una submuestra en húmedo y luego de secarla a 60°C por al menos 48 horas). Así, los rendimientos de cada parcela fueron corregidos por el largo real de la parcela cosechada, las eventuales pérdidas de cosecha y expresados con 14% de humedad (humedad de comercialización de trigo).

El peso hectolítrico (PH) se midió por el método estándar para trigo pan, esto es utilizando la Balanza de peso hectolítrico Schopper (Norma XXVI, Resolución 1075/1994, SAGPyA). El peso de mil granos (PMG) se determinó contando todos los granos de una submuestra de aproximadamente 40 g, y se lo expresó con 14% de humedad.

2.3.3. Clima

Se registraron las temperaturas máximas y mínimas diarias, la radiación diaria y la precipitación, en una estación meteorológica estandarizada próxima al experimento.

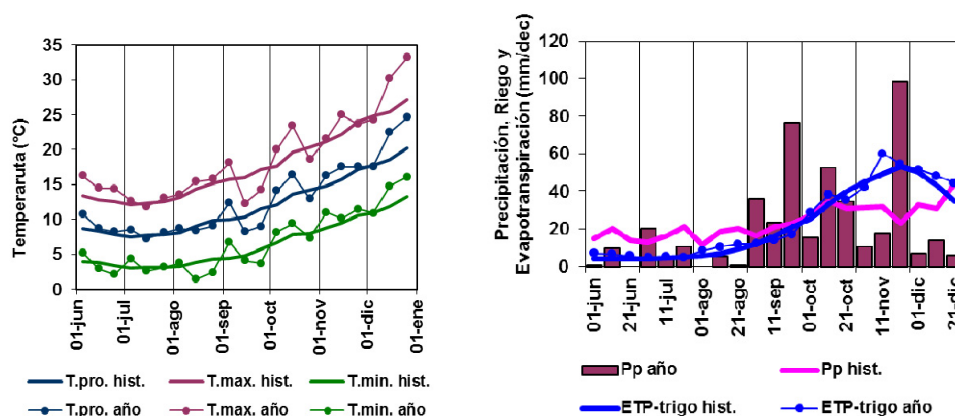


Fig. 1. Principales variables climáticas de Balcarce durante la campaña 2013/14 y sus correspondientes valores históricos.

2.4. Diseño estadístico del experimento y análisis de los datos

El experimento siguió un diseño estadístico en bloques completos con 3 repeticiones (*Tabla 6*). Con cada variable obtenida se realizó un análisis de varianza (ANVA) para detectar diferencias entre las medias de los tratamientos. Cuando el ANVA indicó diferencias significativas las medias se compararon por medio de la Mínima Diferencia Significativa (MDS). En todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia crítico del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La campaña se caracterizó por una temperatura igual o superior a la histórica desde octubre (*Fig. 1*). Hubo abundantes lluvias hasta fines de septiembre, pero luego se dio un período con baja disponibilidad de agua que se interrumpió a fines de noviembre. La última helada (temperatura mínima en abrigo menor a 0°C) se registró el 25-sep.

En la *Tabla 7* se presenta los rendimientos promedios del presente experimento y de otros ensayos de referencia. El rendimiento promedio de los tratamientos del presente experimento resultó consistente con el rendimiento promedio de la 1° época de la RET Tradicional de Balcarce.

En la *Tabla 8* se presentan los resultados para cada tratamiento. Puede observarse que el coeficiente de variación de todas las variables evaluadas fue razonablemente bajo; el promedio fue 6% con mínimo de 1% y máximo de 12%.

El número de plantas por unidad de superficie (densidad) implantadas no fue afectado por ningún inoculante (*Tabla 8*). La densidad lograda, promedio para el experimento fue 201 pl/m², valor adecuado para la fecha de siembra utilizada.

El peso seco aéreo (PS) por unidad de superficie, por planta y por macollo, y el número de macollos por unidad de superficie, al comienzo del macollaje, fue favorecido significativamente por la aplicación de inoculante (*Tabla 8, Fig. 2*). El aumento del PS/m² fue de 16, 55 y 69% para *Pseudomonas*, *Azospirillum* y la co-inoculación. Por su parte el PS/planta aumentó 22, 44 y 91% con la aplicación de *Pseudomonas*, *Azospirillum* y ambos, respectivamente.

No se registraron diferencias entre tratamientos en las variables fenológicas evaluadas (*Tabla 2*): fecha de emergencia, fecha de espigazón, fecha de madurez. Entre las variables evaluadas en madurez, la altura del cultivo y el peso hectolítrico no presentaron cambios con la aplicación de los inoculantes ensayados (*Tabla 8*). Sin embargo, hubo un efecto favorable de ambos inoculantes sobre el rendimiento por unidad de superficie (*Fig. 3*). Nótese que al igual que para el peso seco del cultivo en macollaje (*Fig. 2b*) el efecto de la co-inoculación fue similar a la suma del efecto de ambos inoculantes, es decir, fue un efecto aditivo. Por otra parte, el rendimiento alcanzado con la co-inoculación fue similar al obtenidos en la RET con funguicida (*Tabla 7*) en la cual la disponibilidad de N fue sustancialmente mayor que la del presente ensayo (137 vs. 240 kgN/ha).

Tabla 7. Rendimiento (expresado con 14% de humedad) promedio de los tratamientos del experimento BIN13, y el rendimientos de otros experimentos de referencia conducidos en Balcarce durante la campaña 2013/14.

Experimento	Promedio general (qq/ha)
Este ensayo (BIN13) Testigo	60
RET tradicional, 1° época (promedio de todos los cultivares)	62
RET con funguicida, 1° época (promedio de todos los cultivares)	72
RET alta tecnología (con funguicida + riego), 1° época (promedio de todos los cultivares)	75

Tabla 8. Densidad de plantas logradas (Dens.); peso seco total (PST), peso seco por planta (PS/pl), peso seco por macollo (PS/mac) y número de macollos durante macollaje; altura del cultivo, rendimiento (RTO, expresado con 14% de humedad), y peso hectolítrico (PH) en madurez; datos para cada tratamiento del experimento BIN13; Balcarce, 2013/14. Los tratamientos se detallan en la **Tabla 5**.

Trat.	Dens. (pl/m²)	PST (g/m²)	PS/pl (mg)	PS/mac (mg)	Mac. (num./m²)	Altura (cm)	Rto (qq/ha)	PH (kg/hl)
Testigo	200	54	269	101	537	77	60	81
AZ	217	83	387	134	622	75	66	80
PS	190	62	329	108	579	75	64	80
AZ+PS	198	91	512	122	749	76	71	80
Sign. ^a	15%	0.1%	0.3%	2.8%	1.1%	31%	0.1%	33%
MDS ^b	35.4	9.6	91.1	20.7	102.4	2.6	3.0	1.4
CV ^c	9%	7%	12%	9%	8%	2%	2%	1%

^a Nivel de significancia de la diferencia entre tratamientos, según test F del ANVA.

^b Mínima diferencia significativa: para comparar inoculantes.

^c Coeficiente de variación porcentual.

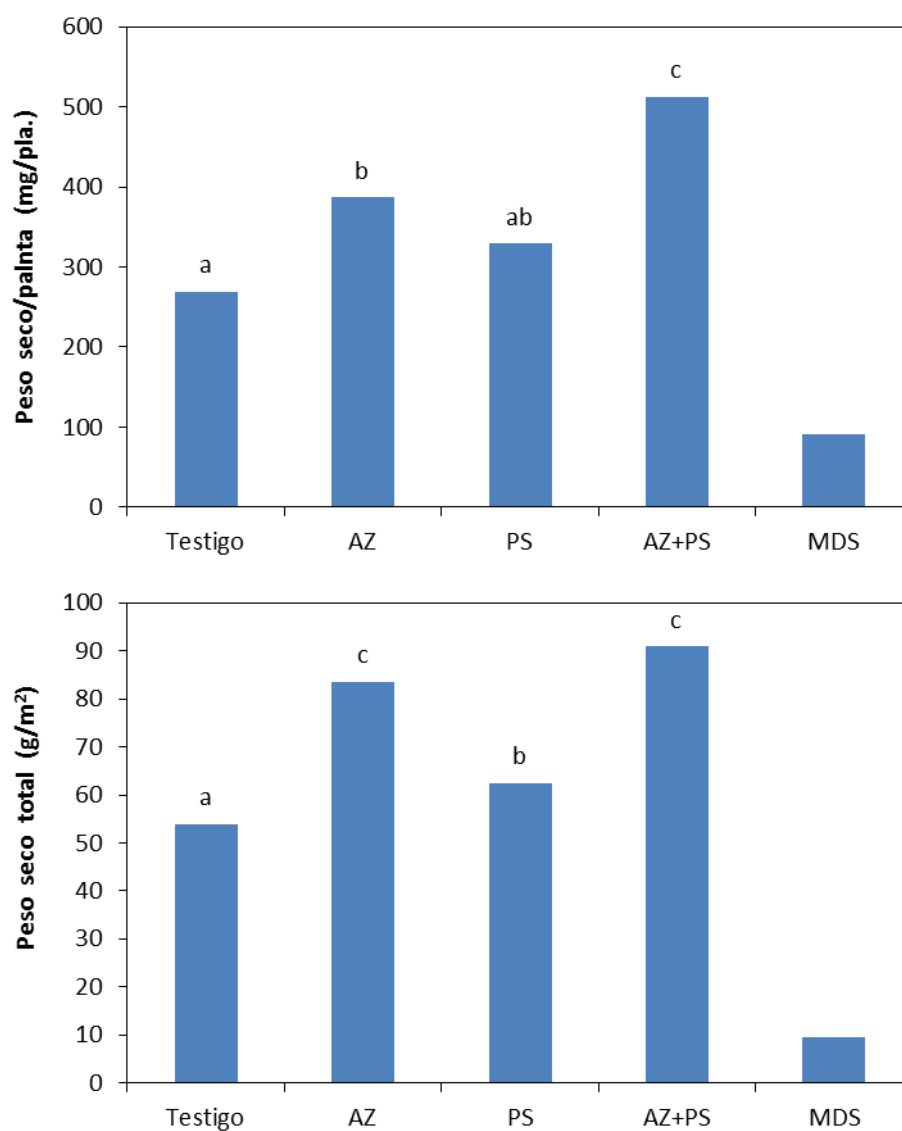


Fig. 2. Peso seco por planta y por unidad de superficie en macollaje para los tratamientos de inoculante estudiados en el experimento BIN13; Balcarce, 2013/14. Letras iguales (sobre las barras) indican ausencia de diferencia entre tratamientos. MDS: es la mínima diferencia significativa.

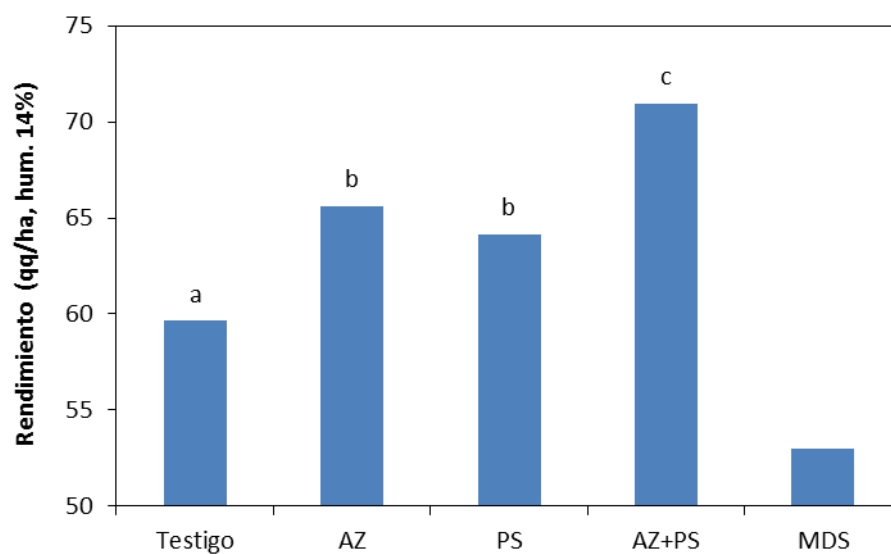


Fig. 3. Rendimiento por unidad de superficie expresado con 14% de humedad, para los tratamientos de inoculante estudiados en el experimento BIN13; Balcarce, 2013/14. Letras iguales (sobre las barras) indican ausencia de diferencia entre tratamientos. MDS: es la mínima diferencia significativa.