



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Ensayos de Inoculantes INTA EEA Paraná. Campaña 2017/18

Durante la campaña 2017/18 se sembró un ensayo con tratamientos de semillas en la EEA Paraná del INTA, Entre Ríos, para la empresa Bionet. El experimento se realizó dentro de un lote de producción de la EEA Paraná (31° 51' S, 60° 31' W, 109 msnm) en un suelo *Argiudol ácuico* Serie Tezanos Pinto.

Como en otros años, los inoculantes y curasemillas se probaron en soja cultivar NA 5909 RG sembrada en siembra directa sobre cultivo de cobertura trigo, eliminado en antesis con 2.5 l/ha de Glifosato 48%. En surcos a 0.52 m, la siembra, fue concretada el 14 de diciembre de 2017; sobre 4 bloques completos aleatorizados, con parcelas de 4 surcos x 6 m de largo y calles intermedias de 2 m de ancho (Plano en la Figura 1).

Con herbicidas preemergentes (Texaro, Dow) se controlaron las malezas. El ensayo fue conducido en seco y sin limitantes de nutrientes. Pasado R8 (17/5/2018) se cosecharon, con trilladora experimental Wintersteiger, los dos surcos centrales de cada parcela. A partir de allí se calculó el **rendimiento** (kg/ha), el **peso de granos** (como peso de mil, g) y el **número de granos por unidad de superficie** (num, m⁻²). Previamente a la cosecha se tomó la **altura** de dos plantas por parcela y se registró **vuelco** en una escala de 1 a 5, para dos repeticiones por tratamiento. Como no hubo ninguna parcela con vuelco evidente (valor mayor a 1), los resultados, para esta variable, no se presentan.

TRATAMIENTOS

Los tratamientos se numeraron de 201 a 207 (Tabla 1), siendo el 201 el testigo sin inocular y el 202 el testigo fertilizado (sin inocular, con 400 kg N ha⁻¹ como urea al voleo el 23/1/2018). Un detalle de estos, y de los demás tratamientos se enumeran en la Tabla 2.

Condiciones climáticas

La información meteorológica de la EEA Paraná, se obtuvo a partir de datos del Observatorio Meteorológico, aportados por Néstor Garcarena. Durante la



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

campaña se sucedieron en Paraná condiciones climáticas absolutamente desfavorables para los cultivos de verano (Figs 2 y 3). Se observan los balances hídricos decadicos en la Figura 2.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en Ensayos de Inoculantes, Campaña 20017/18, INTA EEA Paraná

Código	Tratamiento
201	Testigo
202	testigo FN
203	Brady
204	Brady + Azospirillum + Pseudomonas
205	Glomus
206	Glomus + Brady
207	Glomus + Brady + Azospirillum + Pseudomonas

R	R	R	R	R	R
R	206	202	203	204	R
R	201	205	207	201	R
R	204	207	203	206	R
R	205	202	206	201	R
R	205	202	203	207	R
R	204	207	206	205	R
R	201	202	203	204	R
R	R	R	R	R	R

Figura 1. Plano de Siembra, Ensayo para Bionet, EEA Paraná, 2017/18. En rojo, número de ficha. Resaltado en amarillo, repetición 3. R, relleno.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Sólo hasta principios de Diciembre las precipitaciones compensaron la Evapotranspiración Potencial (ETP). Luego, no volvió a llover hasta la madurez. Y, maduro el cultivo, un mes entero con lluvias (Abril) complicó la trilla e hizo perder calidad al escasísimo grano formado.

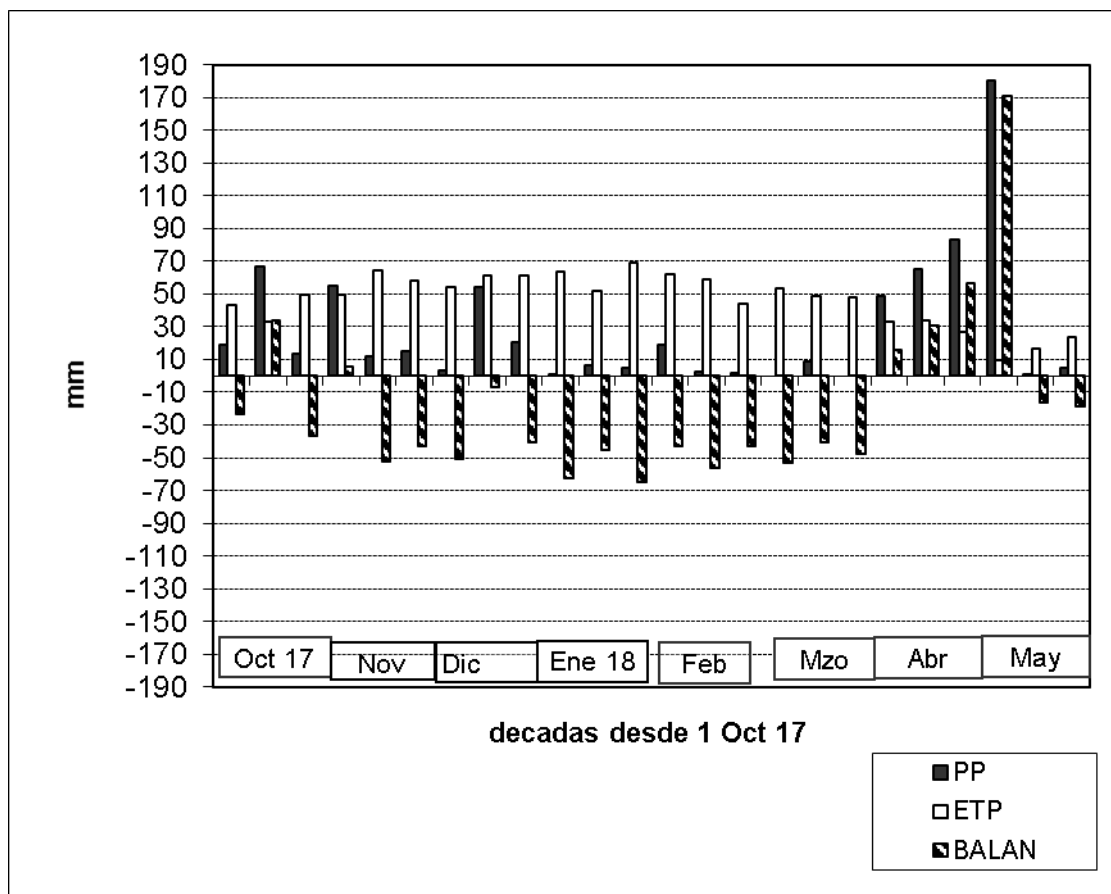


Figura 2 Precipitaciones, evapotranspiración potencial y la diferencia entre ambos (balance) de la campaña 2017/18 en EEA Paraná. En todos los casos, mm acumulados cada 10 días

Las temperaturas fueron excesivas en Febrero, especialmente en la primera quincena, con un pico de altas temperaturas de corta duración (Figura 3). Luego descendieron, también, de forma continua. En marzo se tuvo una amplitud térmica importante.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

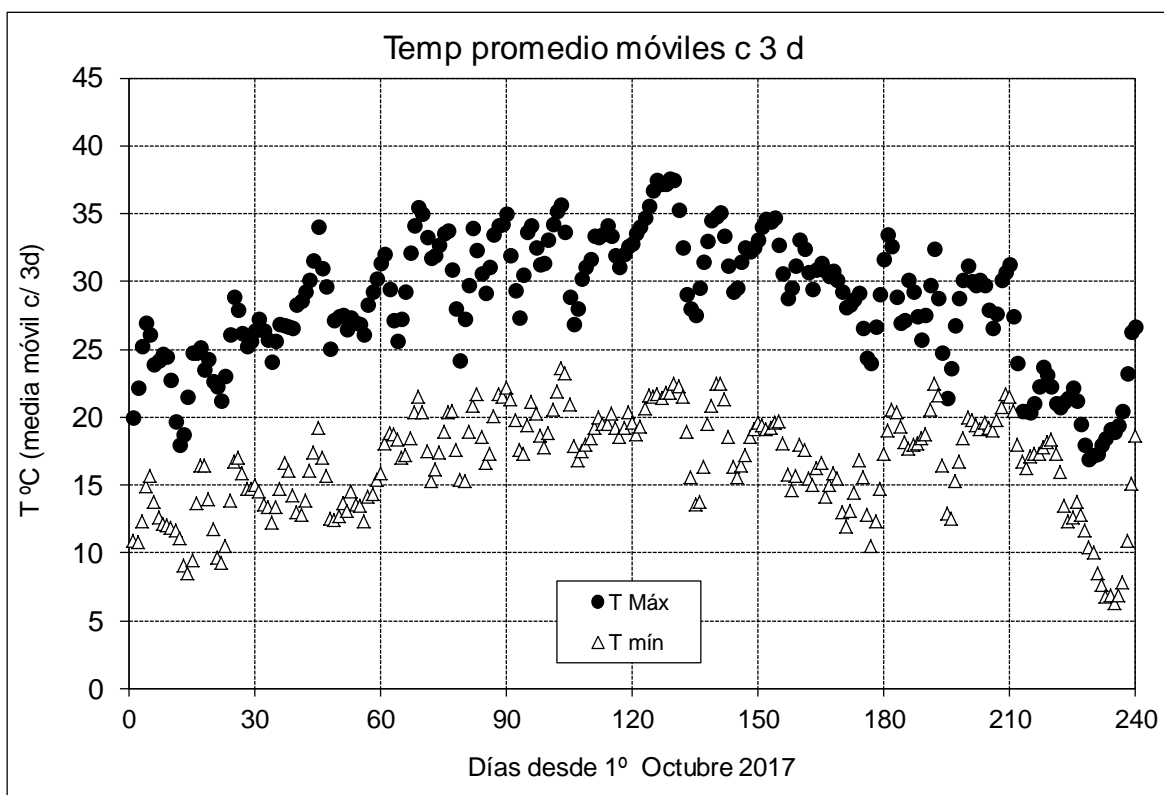


Figura 3 Temperaturas máximas y mínimas de la campaña 2017/18 en EEA Paraná. Medias móviles calculadas cada tres días.

El suelo fue un *Argiudol ácuico* Serie Tezanos Pinto, levemente ácido en superficie, con un nivel buenos niveles de de nitratos y de fósforo (Tabla 2)

pH	P Bray	NO ₃
5,89	25,98	43,42

Tabla 2. Resultados de análisis químico de muestreo compuesto a 20 cm de profundidad, a la siembra

Resultados

Para las cuatro variables medidas (*RENDIMIENTO, PESO Y NUMERO DE GRANOS, ALTURA*), tanto el ANOVA como el test de medias (Duncan, 5%) fueron realizados mediante rutinas del SAS (Anexo 1).



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

El rendimiento medio fue 1512.6 kg/ha, muy por debajo de los promedios habituales para ese grupo de madurez, en esa fecha de siembra, en Paraná. El mismo estuvo formado por 1160 granos/m², en promedio, con un peso medio de 130 g/mil granos. La altura promedio del ensayo fue de 70 cm.

Rendimiento

Prueba del rango múltiple de Duncan para rend

P=0.66

Means with the same letter are not significantly different.			
Duncan Grouping	Mean	N	Trat
A	1634.0	4	203
A	1624.5	4	202
A	1519.8	4	201
A	1517.5	4	204
A	1464.8	4	206
A	1419.3	4	205
A	1408.4	4	207

A pesar de diferencias no estadísticamente significativas, la tendencia mostró que el tratamiento que mejor se comportó fue el 203, superando levemente, incluso, al testigo con alta fertilización (202). No se observaron efectos claros de los otros tratamientos, que no se diferenciaron del testigo 201, con muy probable infección secundaria por *Bradyrhizobium* naturalizado. La falta de recursos hídricos no sólo afectó a crecimiento y fijación de vainas, sino que también a la translocación de Nitratos del suelo, por lo que la situaciones con presencia de Brady permitieron contar con leve ventaja (203 vs 202 y 201; 206 vs 205)



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Peso de mil

Prueba del rango múltiple de Duncan para pmil

P= 0.02

Means with the same letter are not significantly different.			
Duncan Grouping	Mean	N	Trat
	A	134.125	4
204			
	B A	131.750	4 203
	B A	131.600	4 205
	B C	130.100	4 207
	B C	129.375	4 202
	B C	128.850	4 201
206			
	C	127.750	4

Se observó un grano pesado en el tratamiento con la combinación de Brady, Azospirillum y Pseudomonas, sin Glomus (204): esto puede haber contrarrestado un bajo número de granos, obteniendo, en consecuencia, rendimientos medios. El peso de granos tiene que ver con la duración de área foliar. Si bien, no se midió esta variable, es probable que estas parcelas hayan resistido unos días más la anticipada senescencia que deparó esta campaña.

Numero de granos m⁻²

P = 0.65



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Means with the same letter are not significantly different.			
Duncan Grouping	Mean	N	Trat
A	1255.4	4	202
A	1242.5	4	203
A	1178.0	4	201
A	1147.3	4	206
A	1130.9	4	204
A	1082.5	4	207
A	1079.8	4	205

Los tres tratamientos con mejor rendimiento, 203, 202 y 201 respondieron a un mayor número de granos generado por unidad de superficie. Empero, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Altura (cm)

p= 0.44

Duncan Grouping Mean N trat

A	72.750	2	207
A	72.000	2	205
A	70.500	2	206
A	70.250	2	204
A	68.750	2	203
A	67.750	2	201
A	67.500	2	202

Aunque sin diferencias significativas, las plantas más altas (con entrenudos más largos), se observaron en el tratamiento 207 (Glomus + Brady + Azospirillum + Pseudomonas), mientras que las de entrenudos más cortos, en los testigos (201 y 202).



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Conclusiones

Una campaña muy especial que debe ser considerada con mucho cuidado. Su información quizás pueda integrar una nube de datos con futuras experiencias. A pesar de las enormes restricciones, se observó

1. La importancia de mantener la inoculación con *Bradyrhizobium*
2. Los posibles efectos antagónicos entre la estimulación de vegetativo (nudos más largos) contra reproductivo; esto, a partir de las observaciones de altura en contraposición con número de granos y rendimiento.
3. Niveles de fósforo en suelo de medianos a buenos (ver análisis más arriba) pueden haber eclipsado la posible ventaja de contar con *Glomus* en el tratamiento de semillas
4. Estas experiencias, con otras, aportan a la formación de un conjunto de datos para apreciar los efectos de una adecuada inoculación y nodulación en los rendimientos de soja.

DS, Paraná, 30 de junio de 2018



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

ANEXO 1. Output del Análisis Estadístico: ANOVA y Test de Medias para rendimiento, peso de mil, numero de granos por unidad de superficie, y altura en la madurez

```
The GLM Procedure

Class Level Information

Class      Levels  Values
trat       7      201 202 203 204 205 206 207
block      4      1 2 3 4

Number of observations   28

Dependent Variables With Equivalent
Missing Value Patterns

          Dependent
Pattern  Obs  Variables

   1     28  rend pmil num
   2     14  hprom
```

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Dependent Variable: rend

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	6	196729.927	32788.321	0.69	0.6628
Error	21	1003321.703	47777.224		
Corrected Total	27	1200051.630			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rend Mean
0.163935	14.45058	218.5800	1512.604

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	196729.9271	32788.3212	0.69	0.6628

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	196729.9271	32788.3212	0.69	0.6628



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Dependent Variable: pmil

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	6	110.4935714	18.4155952	3.47	0.0154
Error	21	111.5850000	5.3135714		
Corrected Total	27	222.0785714			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pmil Mean
0.497543	1.766278	2.305119	130.5071

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	110.4935714	18.4155952	3.47	0.0154

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	110.4935714	18.4155952	3.47	0.0154



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Dependent Variable: num

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	6	118678.1650	19779.6942	0.70	0.6558
Error	21	597002.7675	28428.7032		
Corrected Total	27	715680.9325			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	num Mean
0.165826	14.54177	168.6081	1159.475

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	118678.1650	19779.6942	0.70	0.6558

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	118678.1650	19779.6942	0.70	0.6558



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for **RENDIMIENTO**

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 21
Error Mean Square 47777.22

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	321.4	337.4	347.7	354.8	360.1	364.2

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	1634.0	4	203
A	1624.5	4	202
A	1519.8	4	201
A	1517.5	4	204
A	1464.8	4	206
A	1419.3	4	205
A	1408.4	4	207



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for PESO de MIL GRANOS

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 21
Error Mean Square 5.313571

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	3.390	3.559	3.666	3.742	3.798	3.841

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	134.125	4	204
B A	131.750	4	203
B A	131.600	4	205
B C	130.100	4	207
B C	129.375	4	202
B C	128.850	4	201
C	127.750	4	206



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for NUMERO de GRANOS

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 21
Error Mean Square 28428.7

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	247.9	260.3	268.2	273.7	277.8	280.9

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	1255.4	4	202
A	1242.5	4	203
A	1178.0	4	201
A	1147.3	4	206
A	1130.9	4	204
A	1082.5	4	207
A	1079.8	4	205



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Dependent Variable: **ALTURA**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	49.4285714	8.2380952	1.12	0.4368
Error	7	51.5000000	7.3571429		
Corrected Total	13	100.9285714			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	hprom Mean
0.489738	3.878823	2.712405	69.92857

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	49.42857143	8.23809524	1.12	0.4368

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	6	49.42857143	8.23809524	1.12	0.4368



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test **ALTURA**

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 7
Error Mean Square 7.357143

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	6.414	6.669	6.805	6.882	6.925	6.946

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	72.750	2	207
A	72.000	2	205
A	70.500	2	206
A	70.250	2	204
A	68.750	2	203
A	67.750	2	201
A	67.500	2	202