

## RESPUESTA DEL ARROZ A LA INOCULACIÓN CON *Azospirillum* o *Herbaspirillum*

Enrique Deambrosi<sup>1/</sup>, Ramón Méndez<sup>1/</sup>, Jesús Castillo<sup>1/</sup>

El objetivo del trabajo que se instaló por tercer año consecutivo, es evaluar los efectos de inoculación de semilla de arroz con *Azospirillum* o *Herbaspirillum*, en distintos niveles de fertilización nitrogenada.

### Materiales y Métodos

El 12 de octubre de 2010 se sembró la variedad El Paso 144, a razón de 490 semillas viables/m<sup>2</sup>, sobre un solod de textura franca (27% arena, 43% limo, 30% arcilla) perteneciente a la Unidad "La Charqueada".

En forma previa a la siembra, se extrajeron muestras de suelos en cada uno de los bloques del ensayo. En el Cuadro 1 se presentan los resultados de sus análisis.

Cuadro 1. Análisis de suelos

Bloque	pH (H <sub>2</sub> O)	C.O %	P ppm Bray1	K meq/100g
I	5,3	1,47	6,4	0,26
II	5,2	1,59	7,1	0,30
III	5,2	1,35	6,5	0,26

Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra, con 100 kg/ha de fosfato de amonio (N<sub>18</sub> P<sub>46</sub>).

Se consideró un factorial completo 3x3, siendo los factores:

a) inoculación de semilla: sin inóculo, ó inoculada con *Azospirillum* o *Herbaspirillum*;

b) nivel de nitrógeno en cobertura (0, 23 y 46 kg/ha de N).

En las inoculaciones se utilizaron fuentes proporcionadas por la empresa Lage & Cía, "Graminsoil-L" (*Azospirillum*) y "EndoRice", (*Herbaspirillum*) a razón de

1200cc para ambos productos, con el agregado de 250 cc de Bioprotector L-23, cada 100 kg de semilla.

Se utilizó urea como fuente de nitrógeno para realizar las aplicaciones en cobertura.

Se usó el diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones. El tamaño de parcelas utilizado fue el resultante de pasar 2 veces una sembradora de 9 hileras separadas 0,17m entre sí, en un largo de 8,1m (24,79 m<sup>2</sup>). Cada parcela fue aislada de sus vecinas, mediante la construcción de tapias por los 4 frentes, de manera de poder realizar un riego independiente, para evitar posibles traslados de los organismos entre ellas.

Junto a los 9 tratamientos resultantes de la combinación de los 2 factores mencionados, se incluyó un testigo sin inoculación de semilla que recibió una dosis nitrogenada mayor (150 kg/ha de urea en cobertura).

En el Cuadro 2 se presentan los tratamientos utilizados.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

Trt No	Inoculación	Coberturas N*		N total kg/ha
		mac	EE	
1	Sin	0	0	18
2	<i>Azospirillum</i>	0	0	18
3	<i>Herbaspirillum</i>	0	0	18
4	Sin	23	23	64
5	<i>Azospirillum</i>	23	23	64
6	<i>Herbaspirillum</i>	23	23	64
7	Sin	11,5	11,5	41
8	<i>Azospirillum</i>	11,5	11,5	41
9	<i>Herbaspirillum</i>	11,5	11,5	41
10	Sin	34,5	34,5	87

\* mac= macollaje; EE= elongación de entrenudos

En referencia a los niveles de nitrógeno, se trató de evaluar un rango de cantidades de urea utilizadas habitualmente por los productores de arroz de la región, dividiendo el suministro 50% al macollaje y el resto previo a la formación del primordio floral. En los tratamientos 4, 5 y 6 se

<sup>1/</sup> INIA Treinta y Tres

Asistente de investigación: Alexandra Ferreira

aplicaron 50 kg/ha de urea en cada etapa, y en los tratamientos 7, 8 y 9, 25 kg/ha respectivamente. En el caso del tratamiento 10, se aplicaron 75 kg/ha.

La fertilización de macollaje fue realizada sobre suelo drenado el 1 de diciembre de 2010 y la correspondiente a la elongación de entrenudos en agua el 3 de enero 2011.

Las malezas fueron controladas el 23 de noviembre, mediante la aplicación de una mezcla de tanque, compuesta por propanil, quinclorac y clomazone (Propanil 48 2,5 l/ha, Facet 1,5 l/ha, Cibicol 0,85 l/ha).

En relación al manejo del agua, dada la falta de humedad en el suelo el 25 de octubre se dio un baño para favorecer la emergencia. Dos días después de la aplicación de herbicidas se regó el cultivo, manteniéndose el agua en las parcelas durante 4 días para controlar insectos presentes en el suelo. El cultivo fue inundado en forma definitiva un día después de realizada la primera cobertura de urea.

Al 50% de floración se realizaron estimaciones de la actividad clorofiliana en la última hoja desarrollada, mediante lecturas con un SPAD.

En forma previa a la cosecha se midió la altura de 6 plantas y se extrajeron 2 muestreos al azar de 0,3m x 0,17m por parcela, para realizar un análisis de componentes del rendimiento. Dos muestras adicionales de igual tamaño, fueron utilizadas para estimar el índice de cosecha (producción de grano / producción total de materia seca) y la absorción de N en paja y grano respectivamente.

Para la cosecha las parcelas fueron desbordadas en su largo mayor, cosechándose 6,6m en los 5 surcos centrales de cada pasaje de sembradora (5x2x6,6x0,17) m<sup>2</sup>. La cantidad de grano cosechada fue pesada en el campo y se tomó una muestra para determinar su humedad. Posteriormente, se corrigió el peso obtenido en cada unidad a una base uniforme de 13% de humedad, para analizar los rendimientos obtenidos. A su vez, se utilizó parte de dicha muestra para realizar análisis de rendimiento y calidad industrial.

Para la evaluación de los resultados obtenidos en las distintas variables en estudio, se realizaron 2 tipos de análisis estadístico. En uno de ellos se utilizaron los 10 tratamientos presentados en el Cuadro 2 con sus 3 repeticiones; en otro, se analizó como un factorial 3 x 3, (inoculación x nitrógeno) excluyendo el tratamiento 10.

## Resultados

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en el análisis estadístico del rendimiento y sus componentes en el primer tipo de análisis (considerando 10 tratamientos).

Cuadro 3. Rendimiento y sus componentes. Resultados de los análisis de varianza considerando 10 tratamientos\*

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Trat.	0,001	0,04	0,06	0,005	ns	ns
Media	9.487	614	79	19,8	99	27,38
C.V.%	7,4	10,3	10,8	29,1	9,2	2,1
no-adit	0,1	-	-	0,006	-	-

\* Trat= tratamientos; Rend= rendimiento; pan= panojas/m<sup>2</sup>; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; PMG= peso de mil granos; no-adit.= no aditividad

Con un rendimiento promedio de 9.487 kg/ha se encontraron diferencias muy significativas debidas a los tratamientos. En el Cuadro 4 se presentan los promedios obtenidos por tratamiento y la separación de medias de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad. El máximo valor de cosecha correspondió a la mayor cobertura nitrogenada (trt 10), seguido en forma decreciente por los 3 tratamientos que recibieron una aplicación de 50 kg/ha de urea al macollaje y 50 kg a la elongación de entrenudos (trt 5,4,6).. El trt 5 inoculado con Azospirillum y fertilizado de dicha manera, rindió sólo 297 kg/ha menos que el obtenido sin inocular pero al que se le aplicaron 50 kg más de urea por hectárea. El test de Tukey no encuentra diferencias estadísticamente significativas incluso entre la máxima cosecha y la obtenida con el trt 3 inoculado con Herbaspirillum y que sólo recibió la fertilización basal. En una de las parcelas del testigo sin inocular y que no recibió cobertura nitrogenada, se observaron síntomas de “espiga erecta”, que se vio reflejado en un rendimiento bastante menor que los obtenidos en las otras 2 repeticiones.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de 10 tratamientos. ordenados en forma decreciente \*

Trat.	Inoculación	N tot	Rendimiento kg/ha	
10	Sin	87	10.699	a
5	<i>Azospirillum</i>	64	10.402	ab
4	Sin	64	10.210	ab
6	<i>Herbaspirillum</i>	64	10.140	ab
8	<i>Azospirillum</i>	41	9.662	abc
9	<i>Herbaspirillum</i>	41	9.476	abc
3	<i>Herbaspirillum</i>	18	9.171	abc
7	Sin	41	8.815	abc
1	Sin	18	8.402	bc
2	<i>Azospirillum</i>	18	7.888	c

\*Valores seguidos por mismas letras no difieren en forma significativa según el test de Tukey al nivel de 5% de probabilidad

En relación a los componentes del rendimiento, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de panojas por unidad de superficie y en los números de granos llenos y vacíos por panoja (Cuadro 5). Llama la atención que el tratamiento inoculado con *Azospirillum* y que no recibió cobertura nitrogenada, presentó el menor número de panojas y el mayor de granos vacíos.

Cuadro 5. Número de panojas/m<sup>2</sup> y de granos llenos y vacíos por panoja de 10 tratamientos. Separación de medias\*

Tratamiento	pan/m <sup>2</sup>	llen/p	vac/p
1 Sin I N18	539 ab	76.9 ab	17.0 b
2 Azos N18	503 b	61.3 b	36.5 a
3 Herb N18	569 ab	86.1 ab	14.5 b
4 Sin I N64	628 ab	77.7 ab	15.8 b
5 Azos N64	617 ab	87.6 a	20.1 ab
6 Herb N64	689 a	73.8 ab	16.5 b
7 Sin I N41	624 ab	82.2 ab	26.0 ab
8 Azos N41	660 ab	78.8 ab	16.8 b
9 Herb N41	673 ab	85.0 ab	16.5 b
10 Sin I N88	640 ab	80.6 ab	19.6 b
Tukey <sub>0,05</sub>	185	24.95	16.87

\*I= inocular; Azos= *Azospirillum*; Herb= *Herbaspirillum*; pan/m<sup>2</sup>= número de panojas por metro cuadrado; llen/p= número de granos llenos por panoja; vac/p= número de granos vacíos por panoja

En el Cuadro 6 donde se presentan los resultados obtenidos en el análisis factorial 3x3, se reafirma que el factor principal de la determinación del rendimiento corresponde a las aplicaciones de nitrógeno. Además, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas debidas a

los efectos de la inoculación ni de la interacción de ambos factores.

Cuadro 6. Rendimiento y sus componentes. Resultados de los análisis estadísticos del factorial 3x3 (Inoculación x N) \*

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inoc.	ns	ns	ns	0,02	ns	ns
Nit.	0,000	0,002	ns	ns	ns	ns
In. x N	ns	ns	0,03	0,008	0,09	ns
Media	9.352	611	78,8	19,9	99	27,4
C.V.%	7,8	10,6	11,3	30,1	9,4	2,1

\* Rend= rendimiento; pan= panojas/m<sup>2</sup>; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; PMG= peso de mil granos / Inoc.= inoculación; Nit.= nitrógeno; In. x N= interacción inoculación por nitrógeno

En la Figura 1 se presenta en forma gráfica la respuesta obtenida por el agregado del nutriente, cuando no se inoculó la semilla (rango 18 a 87 kg/ha de N). En la misma se señalan además con símbolos los rendimientos reales obtenidos en las parcelas en los niveles de nitrógeno correspondientes (18/41/64 kg/ha), cuando la semilla fue o no inoculada con *Azospirillum* o *Herbaspirillum*. Se puede observar que cuando se aplicaron las menores dosis de nitrógeno, existió un mayor rango de variación, mientras que en general la dispersión en referencia a la tendencia de respuesta a nitrógeno de los "sin inocular" es menor cuando se incrementó la cobertura.

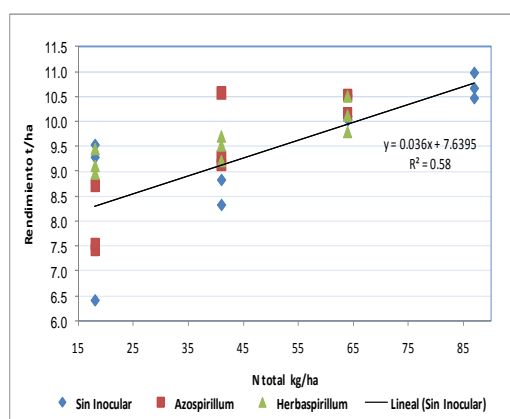


Figura 1. Respuesta del arroz a la aplicación de nitrógeno en el rango de 18 a 87 kg/ha, cuando la semilla no fue inoculada ( $y = 0,036x + 7,6395$   $R^2 = 0,58^*$ ). Los símbolos representan los valores reales de rendimientos obtenidos en los respectivos niveles de N cuando la semilla fue o no inoculada.

En el análisis factorial de los componentes del rendimiento (Cuadro 6), se puede observar que el número de panojas sólo

varió de acuerdo al N aplicado, mientras que se detectó interacción significativa de la inoculación de la semilla con el nitrógeno aplicado en los números de granos llenos y vacíos por panoja.

En la Figura 2 se muestra el efecto general obtenido por la aplicación de nitrógeno (con y sin inocular la semilla) en la producción de panojas por unidad de superficie. En las Figuras 3 y 4 respectivamente se presentan los efectos de interacción de los 2 factores en estudio en los registros obtenidos en los números de granos y vacíos por panoja. En ambos casos, parecería que el tratamiento correspondiente a semilla inoculada con Azospirillum y que no recibió N en cobertura, fuera el principal responsable del diferente comportamiento detectado en estas variables.

En las Figuras 5 y 6 se presentan los registros de temperaturas mínimas y de radiación solar en el período +/- 20 días de la fecha promedio de floración del cultivo en el experimento. Se puede observar en la primera de ellas, que coincidentemente con la época de floración se registraron temperaturas mínimas inferiores a 15°C (consideradas críticas en nuestro ambiente) en 5 de 6 días consecutivos. Ello podría ser una causa del alto porcentaje de esterilidad detectado (superior al 20%). Por el contrario, en la Figura 6 se desprende que la disponibilidad de radiación solar en dicho período fue favorable para la expresión de una buena productividad.

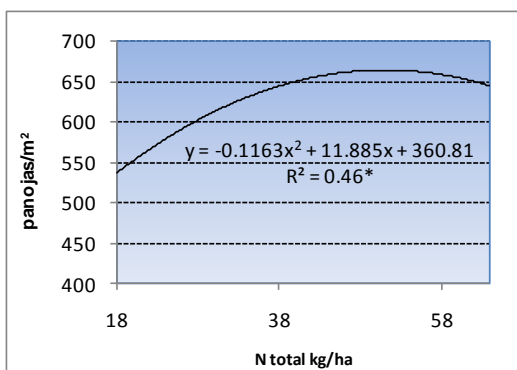


Figura 2. Efectos de la aplicación de nitrógeno en el número de panojas/m<sup>2</sup> (incluye parcelas con y sin inoculación)

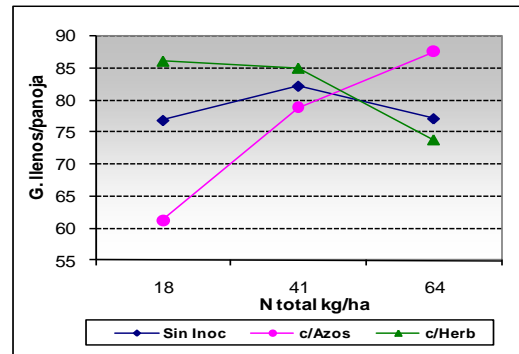


Figura 3. Efectos de la aplicación de nitrógeno en el número de granos llenos por panoja

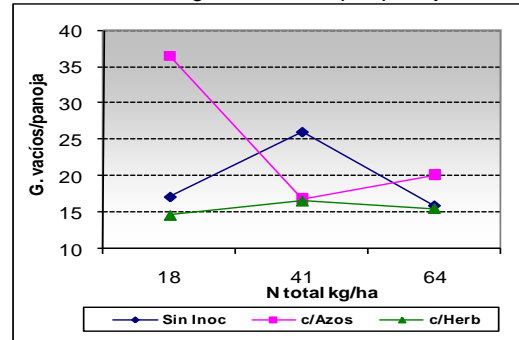


Figura 4. Efectos de la aplicación de nitrógeno en el número de granos vacíos por panoja

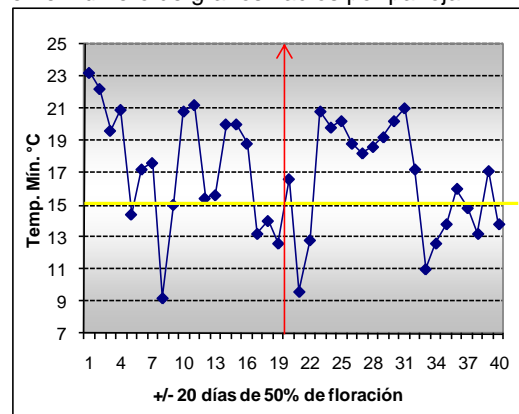


Figura 5. Temperaturas mínimas registradas en el período +/-20 días respecto a la fecha donde ocurrió el 50% de floración

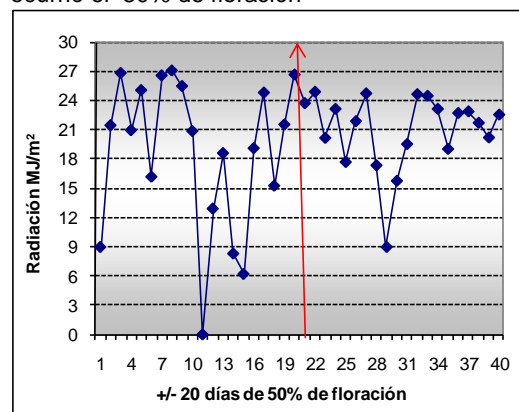


Figura 6. Radiación solar registrada en el período +/-20 días respecto a la fecha donde ocurrió el 50% de floración

En los Cuadros 7 (10 tratamientos) y 8 (factorial 3x3) se presentan resultados obtenidos en los análisis de otras variables, de acuerdo a los registros tomados al inicio de floración (lecturas con SPAD) y en forma previa a la cosecha (producciones de materia seca, contenidos y absorciones de N en paja y en grano).

Tal como se hizo en el Cuadro 3, cuando se consideran los 10 tratamientos en los resultados de los análisis de varianzas, se incluye la no-aditividad de efectos de bloques y tratamientos como fuente de variación. En 6 de las variables presentadas en el Cuadro 7 se encontraron probabilidades de significación  $\leq 0,10$  de este factor. Ello podría en parte incidir en la no detección de efectos significativos en esos registros debido a los factores en estudio. No se encontraron diferencias en las estimaciones de la actividad clorofiliana a la floración (lecturas con SPAD), ni en la altura de las plantas. Como era de esperar de acuerdo a los resultados de cosecha, sí se encontraron diferencias debido a los tratamientos en la producción de materia seca en grano y en la cantidad de N absorbido (probabilidades:  $p < 0,001$  y  $p < 0,005$  respectivamente).

En el Cuadro 8, donde se desdoblan los efectos de los tratamientos en sus componentes N e inoculación de la semilla, se puede observar que ni la inoculación ni la interacción de los 2 factores tuvo incidencia en los resultados de ninguna de las 11 variables presentadas. Los efectos del N aplicado sobre la cantidad de nutriente absorbido, se presentan en la Figura 7. En ella, al igual que en la Figura 1, se muestra la tendencia lineal de respuesta de absorción ajustada según los registros obtenidos en los casos sin inocular en el rango de aplicación de 18 a 87 kg N/ha (incluyendo el tratamiento 10). Los símbolos representan los valores

reales obtenidos en todas las situaciones (con o sin inoculación).

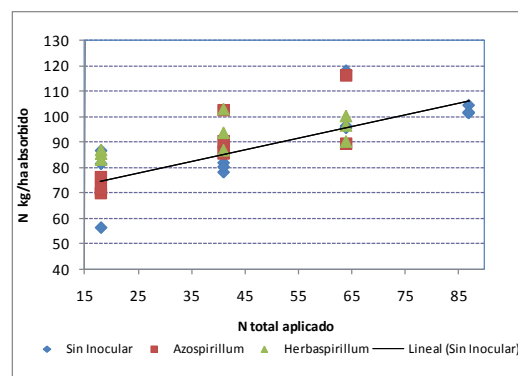


Figura 7. Nitrógeno absorbido a la floración en respuesta a la aplicación de nitrógeno en el rango de 18 a 87 kg/ha, cuando la semilla no fue inoculada ( $y = 0,4636x + 65,922$   $R^2 0,60^*$ ). Los símbolos representan los valores reales de N absorbidos en los respectivos niveles de N cuando la semilla fue o no inoculada.

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los resultados obtenidos en rendimiento y calidad industrial. No se encontraron diferencias significativas atribuibles a los tratamientos en ninguno de los análisis realizados, ya sea tomando en consideración los 10 tratamientos, como en el factorial inoculación por nitrógeno. En general se obtuvieron buenos promedios, en especial en porcentaje de granos enteros: 70,3% en Blanco total, 68,8% en granos enteros, 2% en granos yesados.

Se estudió la correlación simple entre algunas de las variables estudiadas y el rendimiento obtenido. En el Cuadro 11 se presentan cuatro tipos de análisis: a) considerando en conjunto todos los datos (con y sin inocular); b) utilizando sólo los generados en parcelas sin inocular; c) inoculadas con *Azospirillum*; d) inoculadas con *Herbaspirillum*.

Cuadro 7. Registros a comienzos de floración (SPAD) y cosecha. Resultados de los análisis de varianza considerando 10 tratamientos\*

Fuente	Spad floración	Alt	% N paja	% N grano	MS paja	MS grano	MS total	IC	N abs p	N abs g	N abs t
Bloque	ns	0,10	0,02	0,2	0,02	ns	0,02	0,04	0,004	ns	0,000
Trat.	ns	ns	0,08	ns	ns	0,001	0,02	ns	ns	0,005	ns
No adit.	0,02	0,02	ns	ns	0,004	0,10	ns	0,000	0,001	ns	ns
Media	34,6	0,86	0,95	1,09	7.995	8.253	16.249	0,51	76,1	90,0	166,1
C:V:%	2,4	4,1	11,6	9,3	13,9	7,4	5,7	8,8	21,4	10,7	7,9

\* Alt= altura; MS= materia seca; IC= índice de cosecha; abs p= absorbido en paja; abs g= absorbido en grano; abs t= absorbido total; Trat= tratamientos; No adit.= no aditividad

Cuadro 8. Registros a comienzos de floración (SPAD) y cosecha. Resultados de los análisis del factorial 3x3 (Inoculación x Nitrógeno) \*

Fuente	Spad floración	Alt	% N paja	% N grano	MS paja	MS grano	MS total	IC	N abs p	N abs g	N abs t
Bloque	ns	0,03	0,02	ns	0,02	ns	0,02	0,03	0,005	ns	0,000
Inoc.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Nit	ns	ns	ns	ns	ns	0,000	0,002	ns	ns	0,001	0,07
In x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	34,5	0,86	0,95	1,09	8.024	8.136	16.160	0,50	77,2	88,6	165,8
C.V.%	2,2	3,9	11,9	9,5	14,3	7,8	6,0	9,1	21,7	11,4	7,9

\*Alt= altura; MS= materia seca; IC= índice de cosecha; abs p= absorbido en paja; abs g= absorbido en grano; abs t= absorbido total ; Inoc.= inoculación; Nit= nitrógeno; In x N= interacción inoculación por nitrógeno

Considerando todos las parcelas correspondientes al factorial 3x3 en su conjunto (27 pares de datos), se detectaron 8 casos en los 15 análisis realizados donde las correlaciones resultaron muy significativas ( $0,000 < p <= 0,01$ ) y 3 significativas ( $0,05 < p <= 0,06$ ). Dentro del primer grupo se encuentran las variables: días entre siembra y floración, altura de plantas, índice de cosecha, contenido de N en paja (negativa), absorción de N tanto en grano como en paja (negativa), número de panojas/m<sup>2</sup> y número de granos vacíos por panoja. La relación con la producción total de materia seca resultó significativa al 5% mientras que con el número de granos llenos por panoja y el peso de granos lo fue al 6%.

Cuando las correlaciones fueron analizadas dentro de cada una de las condiciones de inoculación de la semilla, se encontraron algunas situaciones diferentes. A modo de ejemplo, el número de días entre siembra y floración mostró una relación importante y significativa en los tratamientos de semilla con *Azospirillum* ( $r=0,76$ ; probabilidad= 0,02), lo que no sucedió en los otros 2 casos ( $r=0,33$  en las no inoculadas y  $r=0,36$  en las inoculadas con *Herbaspirillum*, ambas no significativas). El tratamiento 2,

que corresponde a los inoculados con *Azospirillum* y que no recibió cobertura nitrogenada fue el primero en florecer en el experimento (dentro de un rango promedio de 5 días), el que presentó mayor esterilidad y el menor rendimiento (Cuadros 1- 5 y Figura 4). En el otro extremo, el tratamiento 5 también inoculado con *Azospirillum*, pero que recibió 46 kg de N/ha en cobertura, floreció en promedio 4 días después que el anterior, tuvo 20% menos de esterilidad y rindió sólo 297 kg/ha menos que el testigo donde se aplicaron 150 kg/ha de urea.

Otros casos contrastantes a destacar son el índice de cosecha y el nitrógeno absorbido en la paja. El primero resultó muy importante para los "no inoculados" ( $r=0,80$ , probabilidad= 0,009), intermedio para los que fueron tratados con *Azospirillum* ( $r=0,75$ ; prob.= 0,02) y no tuvo relación significativa para los tratados con *Herbaspirillum* ( $r=0,21$ ; prob.= 1,0). A su vez el nutriente absorbido en la paja, cuya relación con el rendimiento había resultado muy significativa en el análisis conjunto ( $r=-0,48$ , probabilidad= 0,01, con n=27 pares de datos), no fue significativa en ninguno de las 3 situaciones de inoculación (n=9).

Aparentemente, el grupo de tratados con Herbaspirillum, es el que presenta un

mayor número de asociaciones diferentes de las obtenidas en los otros análisis.

Cuadro 9. Rendimiento y calidad industrial. Resultados de los análisis de varianza considerando 10 tratamientos\*

Fuente	BT	Entero	Yesado
Bloque	ns	ns	0,000
Trat.	ns	ns	0,08
No adit.	-	-	-
Media	70,3	68,8	2,06
C.V.:%	0,3	0,6	34,6

BT= % Blanco total; Trat.= tratamiento;  
No adit.= no aditividad

Cuadro 10. Rendimiento y calidad industrial. Resultados de los análisis del factorial 3x3 (Inoculación x Nitrógeno) \*

Fuente	BT	Entero	Yesado
Bloque	ns	ns	0,000
Inoc.	ns	ns	ns
Nit	ns	0,14	ns
In x N	ns	ns	ns
Media	70,3	68,8	1,96
C.V.:%	0,3	0,6	36,8

\* BT= % Blanco total; Inoc.= inoculación; Nit= nitrógeno; In x N= interacción inoculación por nitrógeno

Cuadro 11. Correlaciones simples entre distintas variables estudiadas y el rendimiento\*

Variable	Con y Sin inocular.		Sin Inocular		c/Azospirillum		c/Herbaspirillum	
	r	Probab.	r	Probab.	r	Probab.	r	Probab.
SPAD	0,28	0,16	0,14	1,0	0,32	1,0	0,48	0,20
Días S-flor.	0,55	0,002	0,33	1,0	0,76	0,02	0,36	0,34
Altura	0,58	0,001	0,65	0,06	0,58	0,10	0,54	0,13
Indice Cos.	0,72	0,000	0,80	0,009	0,75	0,02	0,21	1,0
MS total	0,37	0,05	0,14	1,0	0,71	0,03	0,55	0,12
%N grano	0,08	1,0	0,37	0,33	-0,12	1,0	-0,24	1,0
%N paja	-0,49	0,01	-0,25	1,0	-0,66	0,06	-0,73	0,03
N <sub>abs</sub> grano	0,76	0,000	0,85	0,003	0,71	0,03	0,45	0,22
N <sub>abs</sub> paja	-0,48	0,01	-0,49	0,18	-0,51	0,16	-0,42	0,26
N <sub>abs</sub> total	0,02	1,0	0,14	1,0	0,05	1,0	-0,25	1,0
Panojas/m <sup>2</sup>	0,50	0,007	0,46	0,21	0,71	0,03	0,25	1,0
G. llenos/p	0,37	0,06	-0,29	1,0	0,86	0,003	-0,90	0,001
G. vacíos/p	-0,56	0,002	-0,49	0,18	-0,75	0,02	-0,02	1,0
Tot . Gr/p	-0,07	1,0	-0,47	0,20	0,43	0,25	-0,77	0,02
PMG	0,37	0,06	0,87	0,002	0,10	1,0	0,23	1,0
Pares de datos	n=27		n=9		n=9		n=9	

\* r= coeficiente de correlación; Probab.= probabilidad de error (significación estadística); Días S-flor.= días entre siembra y 50% de floración; Indice Cos.= índice de cosecha; MS= materia seca; N<sub>abs</sub>= nitrógeno absorbido; G. llenos/p= granos llenos por panoja; G. Vacíos/p= granos vacíos por panoja; Tot. Gr/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos

## Consideraciones finales

En el tercer año de evaluación, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos de arroz, por inocular la semilla con *Azospirillum* o *Herbaspirillum*. El estudio, que incluyó distintos niveles de fertilización nitrogenada, fue instalado sobre un solod perteneciente a la Unidad de suelos La Charqueada, que presentaba al momento de la siembra un contenido de carbono orgánico de 1,47% (rango: 1,35-1,59%).

El experimento fue conducido bajo condiciones climáticas favorables desde el punto de vista de radiación solar y condicionado por la ocurrencia de temperaturas bajas en la floración, para la producción de arroz.

Se obtuvo un rendimiento promedio de 9.487 kg/ha de arroz. La máxima productividad 10.699 kg/ha fue lograda cuando se aplicaron 87 kg totales de N/ha. Según el test de Tukey no existieron diferencias significativas al 5% de probabilidad entre ese tratamiento y otros donde se aplicaron 41 o 64 kg/ha del nutriente, e incluso con el tratamiento 3 donde la semilla fue tratada con *Herbaspirillum* y no recibió otra fertilización que la realizada a la siembra.

En el análisis factorial (inoculación de la semilla x aplicación de N), se encontró que el aporte del fertilizante nitrogenado fue el factor principal en la determinación del rendimiento.

En el Cuadro 12 y Figura 8, se presenta la eficiencia relativa "ER" del N aplicado en cobertura (promedio de las 3 repeticiones), considerando como tal la relación entre el incremento de productividad logrado sobre el rendimiento obtenido en el tratamiento 1 (sin inocular que sólo recibió la fertilización basal) y la cantidad del nutriente aplicada en forma posterior a la siembra.

Cuadro 12. Eficiencia relativa del N aplicado en cobertura\*

Trat	Inoculación	N cob	Rend	ER
10	Sin	69	10.699	33,3
5	<i>Azospirillum</i>	46	10.402	43,5
4	Sin	46	10.210	39,3
6	<i>Herbaspirillum</i>	46	10.140	37,4
8	<i>Azospirillum</i>	23	9.662	54,8
9	<i>Herbaspirillum</i>	23	9.476	46,5
3	<i>Herbaspirillum</i>	0	9.171	-
7	Sin	23	8.815	18,0
1	Sin	0	8.402	-
2	<i>Azospirillum</i>	0	7.888	-

ER= incremento de productividad sobre el rendimiento obtenido en el tratamiento 1 dividido la cantidad de N aplicada en cobertura; N cob= nitrógeno en cobertura

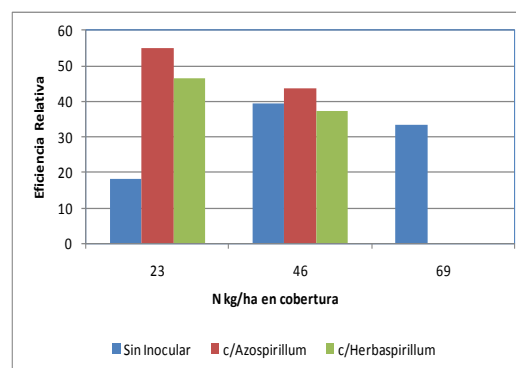


Figura 8. Eficiencia relativa del N aplicado en cobertura

Si bien los efectos no son estadísticamente significativos, se puede apreciar que el valor numérico de ER de los tratamientos inoculados es superior a los correspondientes a "sin inocular", en 5 de los 6 casos posibles donde se aplicaron 23 ó 46 kg/ha de nitrógeno. La mayor diferencia a favor de la inoculación se da con la aplicación de la dosis nitrogenada menor (54,8 y 46,5 kg de incremento de producción por kg de N aplicado, versus 18 en el caso de los sin inocular).