

INTA

FUNDACIÓN
PROARROZ

**RESULTADOS
EXPERIMENTALES
1998-1999**

VOLUMEN VIII



**RESULTADOS
EXPERIMENTALES
1998-1999**

Publicación Editada por INTA EEA C. del Uruguay y Fundación Proarroz

COORDINACIÓN EDITORIAL

Graciela Tambascio

DISEÑO GRÁFICO

Óptima/AS Comunicación Integral - Tel. 03442-427127

IMPRESIÓN

Artes Gráficas Yusty S.R.L.

Nombres comerciales y marcas de fábricas se citan solamente con carácter de identificación. Su mención no constituye una recomendación de uso ni excluye a otros productos no citados.

Toda la información como los gráficos y tablas incluidos en la presente publicación, pueden ser reproducidos libremente citando la fuente.

*De esta edición se han impreso 400 ejemplares en agosto de 1999,
en Concepción del Uruguay, Enter Ríos*

CONTENIDO

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Ensayos Comparativos de Rendimientos Regionales	9
<i>Livore, A. B.; Alvarez, A.; Grantón, M.; Henderson, O.; Santoro, L. y Blanc, D.</i>	

ECRR Zona Sur Época 1ra.
ECRR Zona Sur Época 2da.
ECRR Zona Centro Época 1ra.
ECRR Zona Centro Época 2da.
ECRR Zona Norte Época 2da.
ECRR EEA C. del Uruguay Época 1ra.
ECRR EEA C. del Uruguay Época 2da.

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

Evaluación de fitotoxicidad en arroz herbicida AEF6042	31
<i>Buenar, L. y Arguissain, G.G.</i>	
Control de Pyricularia grisea. Número y momentos de las aplicaciones	36
<i>Arguissain, G.G.; Durand, A. y Delcanto, R.</i>	
Informe: Utilización de ECOFERTIL en el cultivo de arroz	39
<i>Arguissain, G.G. y Durand, A.</i>	
Fertilizantes de lenta liberación para arroz irrigado	43
<i>Durand, A.; Arguissain, G.G. y Livore, A.B.</i>	

Ensayos de fertilización de arroz	46
<i>De Battista, J.J.; Marzoratti, N.B.; Navarro, M.A. y Arinci, R.</i>	
1. <i>Fertilización con nitrógeno y fósforo</i>	
2. <i>Fertilización con potasio</i>	
3. <i>Momento de aplicación de nitrógeno</i>	
Clorosis del arroz en suelos con calcáreos. Revisión	53
<i>Livore, A. B.</i>	

PRÓLOGO

Esta es una presentación más de los resultados de los trabajos conducidos en conjunto por los asesores Ingenieros Agrónomos y el INTA. En esta oportunidad se conjugan situaciones de alta preocupación en el sector y la excelente noticia de la aprobación de la «Ley de Promoción para el desarrollo Arrocero Entrerriano».

Este logro es el resultado del esfuerzo, el compromiso y el consenso de todos los componentes del sector arrocero: los productores, los asesores técnicos, los industriales, el Gobierno de Entre Ríos y el INTA.

La importancia de haber logrado una financiación permanente para los trabajos de investigación orientados por y para la agroindustria arrocera, no reside solamente en el aspecto económico sino fundamentalmente en que refleja la madurez del sector. La capacidad de relegar los intereses particulares a favor del beneficio del conjunto promoviendo la tecnología para todos como instrumento del desarrollo, es la demostración más clara de una conducta progresista.

No está de más recordar que el funcionamiento de este foro de discusión y concertación es esencialmente pluralista y participativo como forma de mantener la mejor representatividad del sector. Mantenemos así una convocatoria abierta a todos, los que con el mismo espíritu, quieran sumar sus aportes a los objetivos de esta Fundación.

FUNDACIÓN PROARROZ

**MEJORAMIENTO
GENÉTICO
DE ARROZ**

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL

*Livore, A.B.; Alvarez, A.; Grantón, M.; Henderson, O.;
Santoro, L. y Blanc, D.*

Introducción

La estimación de la relación genotipo ambiente para los parámetros de rendimiento agrícola y calidad, es de vital importancia para llevar adelante un programa de mejoramiento. Las variaciones debidas a los efectos del año, localidad y fecha de siembra, hacen necesario que se evalúen los nuevos materiales generados en los programas de mejoramiento, como en las diferentes condiciones de ambiente. Los resultados de estos ensayos no sólo sirven para ponderar la relación genotipo ambiente, sino también para producir información acerca de qué genotipos serán los más apropiados para esos ambientes.

En esta oportunidad se han incluido cultivares elegidos en conjunto con los representantes técnicos de la producción, líneas promisorias provenientes del plan de mejoramiento de la EEA C. del Uruguay, de la Estación Experimental del INIA Treinta y Tres (ROU), material de la empresa BUSCH USA, La Arrocería Argentina y del IRGA Brasil.

Objetivo

Caracterizar el comportamiento agrofisiológico de las plantas y la calidad industrial y físico química del grano de cultivares y líneas promisorias en diferentes condiciones de ambiente.

Materiales y Métodos

Se realizaron ocho ensayos distribuidos en cuatro departamentos: Dpto. Uruguay, Dpto. Colón, Dpto. San Salvador, Dpto. Concordia y en dos épocas de siembra. La fecha de siembra y nacimiento de cada ensayo está señalada en el detalle de resultados de cada uno de ellos.

El suelo fue fertilizado con fosfato diamónico en dosis de 100 kg/ha. Los cultivares tropicales recibieron una fertilización nitrogenada con urea de 100 kg/ha fraccionada en macollaje 50% y en diferenciación 50%. El resto de los cultivares y líneas recibieron el doble de la dosis mencionada anteriormente.

Los participantes de los ensayos fueron agrupados en tropicales, americanos y de tipo de grano mediano y corto. Cada grupo conformaba un ensayo y a los miembros de cada grupo se le asignó un lugar en forma aleatoria en cada repetición dentro de cada grupo. De este modo se homogeneizó el manejo del agua y del herbicida en todo el conjunto con la ventaja de realizar una fertilización diferencial entre tropicales y el resto. Así también se realizó un mejor control de la variación debido a diferencias de suelo. Cada grupo fue analizado estadísticamente por separado en todos los ensayos. Los tests de medias que se presentan en los cuadros señalan

10 Resultados Experimentales 1999

las diferencias dentro de cada grupo de participantes.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones, dos repeticiones fueron fertilizadas y dos sin fertilizar para evaluar respuesta diferencial de los participantes. La variable rendimiento agrícola (kg/ha) fue analizada por el paquete estadístico SAS. Se evaluaron caracteres agrofiteológicos, enfermedades, rendimiento industrial y los parámetros de calidad de cocción: % de amilosa y temperatura de gelatinización.

Las determinaciones y observaciones registradas fueron las siguientes: fecha de siembra, fecha de emergencia 50%, fecha de floración 50%, altura, rendimiento agrícola, desgrane, grano entero, grano total, grano entero vítreo (grano entero vítreo = grano enteromenos granos panza blanca- granos yesosos), porcentaje de amilosa, temperatura de gelatinización, enfermedades y excursión de panoja.

Se cosechó una superficie de 3,6 m² y se realizó un muestreo de panojas de 0,25 m². Las muestras para evaluar calidad industrial, fueron procesadas en un molinillo experimental OLMIA y el porcentaje de amilosa se determinó según el método simplificado de Juliano 1971.

Resultados

ECRR Zona Sur Ira. Época.

La fecha de siembra fue el 14/X/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 24/X/98.

Los parámetros de fósforo, Materia orgánica, Nitrógeno total y pH del suelo de esta localidad indicaban un alto nivel de fertilidad. Coincidentemente con esta información no se detectaron diferencias significativas en la variable fertilizante en ninguno de los grupos analizados.

El grupo de los cultivares tropicales alcanzó un promedio general de 10152 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 8.48%. Los tres cultivares evaluados no mostraron diferencias significativas en esa variable, sin embargo, al ser considerado el rendimiento industrial y porcentaje de grano vítreo el cultivar El Paso 144 supera al CT6919 y al Taim. (Cuadros 1, 2, 3)

El promedio general del segundo grupo fue de 8325 kg/ha con un coeficiente de variación de 10.8%. Entre los cultivares y líneas de tipo de grano y planta americana se destaca la línea H353-2-1 y el cultivar Don Juan INTA cuyos rendimientos son muy similares a los de los cultivares tropicales. Las diferencias entre estos dos participantes y el resto de este grupo, aumentan considerablemente al ajustar los valores por los parámetros de calidad industrial y grano vítreo. En todo el conjunto de los granos tipo comercial largo fino, independientemente del grupo a que pertenecen, se observa que la línea H353-2-1 es la que alcanza el mayor valor, seguida de El Paso 144 y Don Juan INTA con diferencias importantes respecto del resto (Cuadro 3). La línea H353-2-1 y el cultivar Don Juan INTA presentaron los porcentajes de grano entero más altos de todos los participantes.

El coeficiente de variación del tercer grupo fue de 9.8%, con una media de 9846 kg/ha coincidentemente con la mejor condición de fertilidad del suelo. Solo se registro diferencia significativa al 0.05% en la variable independiente cultivares.

El cultivar Surpass es superior en la variable rendimiento agrícola a todos los otros participantes. En la variable de porcentaje de grano entero el cultivar Rico mejora su posición relativa al cultivar SP211 y el cultivar Surpass mantiene su liderazgo.

Cuadro 1. ECRR Sur 1ra. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca %	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	10252 a	64,25	66,95	4	26,1	7
CT 6919	10118 a	60,75	67,65	8	26,4	7
Taim	10088 a	57,60	67,20	7	26,7	7
H353-2-1	10014 a	65,85	68,65	4	23,4	6
Don Juan INTA	9881 a	65,75	68,75	4	22,4	6,5
L1130	9250 ab	55,60	67,65	3	22,7	5,2
L1119	8891 ab	54,65	63,20	5	22,5	6,2
Cocodrie	8128 bc	61,10	68,95	6	23,4	6,5
H298-34-1-2	7311 c	59,20	65,50	6	17,8	7
H291-11-2	5144 d	62,70	67,00	1	18,6	7
Surpass	12486 a	62,05	67,25	3	16,6	7
SP211	10251 b	61,95	64,60	2	17,8	7
Rico	9992 b	64,10	66,70	2	18,5	7
AB1542 Arkansas	9577 b	62,80	65,10	3	17,5	7
H383/93-521	6832 c	63,15	65,75	1	18,3	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 2. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
El Paso 144	6587	6863
CT6919	6147	6845
Taim	5810	6779
H353-2-1	6594	6874
Don Juan INTA	6497	6793
L1130	5143	6258
Cocodrie	4966	5604
L1119	4859	5619
H298-34-1-2	4328	4789
H291-11-2	3225	3446
Surpass	7747	8397
Rico	6405	6665
SP211	6350	6622
AB 1542 Arkansas	6014	6234
H383/93-521	4314	4492

12 Resultados Experimentales 1999

Cuadro 3. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
El Paso 144	6307
RP2	5972
CT6919	5677
Taim	5384
H353-2-1	6342
Don Juan INTA	6262
L1130	4975
Cocodrie	4693
L1119	4615
H298-34-1-2	4049
H291-11-2	3188
Surpass	7506
Rico	6257
SP211	6227
AB 1542 Arkansas	5827
H383/93-521	4259

ECRR Zona Sur 2da. Época.

La fecha de siembra fue el 03/XI/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 16 y 24/XI/98.

Las condiciones de fertilidad en esta localidad fueron diferentes a las de la primera época y favorecieron la respuesta a la fertilización de los cultivares del primer y tercer grupo.

El promedio general del grupo de los cultivares tropicales fue de 8690 kg/ha con un coeficiente de variación de 3.1% que demuestra un excelente ensayo en cuanto a precisión.

Los mejores cultivares en el grupo de tropicales fueron Taim y RP2 significativamente superiores al resto. El mejor rendimiento de grano entero del cultivar RP2 respecto de Taim contribuye a que se inviertan las posiciones y se ubique primero en el cuadro de rendimiento de entero por hectárea. Lamentablemente la presencia de plantas espontáneas de arroz de la campaña anterior en algunas de las parcelas impidió la evaluación objetiva de granos yesosos y panza blanca.

El grupo de cultivares y líneas americanas no presentó diferencias significativas en la variable fertilizante. El promedio general de este grupo fue de 7556 kg/ha con un coeficiente de variación de 8.7%. El cultivar Don Juan INTA y la línea L1130, de INIA Uruguay, presentaron los rendimientos promedio más altos aunque solo se diferenciaban estadísticamente del cultivar Cocodrie de Louisiana State University USA. Al considerar el porcentaje de grano entero se aumentan las diferencias del cultivar Don Juan INTA con el resto de los participantes y la línea H353-2-1 mejora su posición ubicándose segunda. Ambos muestran los valores más altos de grano entero de todos los grupos

El coeficiente de variación para el tercer grupo fue de 8% con una media de 7852 kg/ha. Se registraron diferencias significativas al 0.05 en las variables independientes cultivares y fertilizante sin interacción significativa.

Los cultivares Surpass y SP211 registraron los mayores rendimientos y se diferencian significativamente de la línea AB1542. En cambio el cultivar Rico con un rendimiento intermedio no alcanza a diferenciarse de los de mayor ni de menor rendimiento. Los cultivares tienen comportamiento diferencial en la variable porcentaje de grano entero y nuevamente los cultivares Surpass y Rico se ven afectados en la segunda época de siembra de una misma Zona. El cultivar SP211 iguala en la variable combinada al cultivar Surpass.

Cuadro 4. ECRR Sur 2da. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Amilosa %	Alkali Test
Taim	9550 a	59,25	68,00	28,9	6,5
RP2	9468 a	62,65	67,45	29,1	7
CT6919	8476 b	65,40	68,60	28,4	7
El Paso 144	8141 bc	65,10	68,15	27,8	7
IRGA417	7819 c	60,85	67,35	29,8	7
Don Juan INTA	8169 a	66,35	68,90	25,4	4,2
L1130	7973 a	62,75	68,15	24,2	2,7
Tacuarí	7677 ab	62,60	67,40	24,4	3,2
H353-2-1	7638 ab	66,10	68,40	26,8	3
L1119	7214 ab	61,45	67,85	25,5	3,8
Cocodrie	6824 b	65,25	68,65	24,5	3,6
Surpass	8717 a	58,30	67,80	18,0	7
SP211	8244 ab	61,40	64,80	18,7	7
Rico	7702 b	61,65	66,95	17,0	7
AB1542 Arkansas	6746 c	64,30	66,35	21,7	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 5. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
RP2	5932	6386
Taim	5659	6494
CT6919	5543	5815
El Paso 144	5300	5548
IRGA417	4758	5266
Don Juan INTA	5420	5628
H353-2-1	5049	5224
L1130	5003	5433
Tacuarí	4806	5174
Cocodrie	4452	4684
L1119	4433	4895
Surpass	5082	5910
SP211	5062	5342
Rico	4748	5156
AB 1542 Arkansas	4338	4476

14 Resultados Experimentales 1999

ECRR Zona Centro Ira. Época.

La fecha de siembra fue el 21/X/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 9 y 17/XI/98

El promedio general del grupo de cultivares tropicales fue de 8393 kg/ha con un coeficiente de variación de 5.9%. El análisis de suelo de esta localidad señalaba un suelo con baja provisión de N y materia orgánica y consecuentemente se obtuvieron diferencias significativas en la variable fertilizante dentro de este grupo.

El cultivar Taim se diferenció estadísticamente del resto en la variable rendimiento de grano, con un promedio de 9906 kg/ha, Cuadro 6, aunque con el menor porcentaje de grano entero y un alto valor de yesoso y panza blanca. En el análisis de rendimiento de grano entero vítreo por hectárea las ubicaciones de los participantes sufren un cambio significativo del que resulta el cultivar IRGA417 con el mayor valor. El porcentaje de grano entero y de grano vítreo de este cultivar son semejantes a los valores registrados por los cultivares de tipo de grano americano, Cuadros 7 y 8.

La presencia de enfermedades de tallo en esta localidad podría ser uno de los factores que incidió en el incremento de granos yesosos y panza blanca dentro de este grupo.

El conjunto de líneas y cultivares de tipo americano también presentó respuesta a la fertilización con diferencias significativas al 0.05 entre las parcelas fertilizadas y las no fertilizadas. El promedio general de este grupo fue de 6025 kg/ha con un coeficiente de variación de 8.18%. Este promedio general está indicando una importante diferencia a favor de los cultivares tropicales en esta localidad que podría ser explicada por la baja eficiencia de nacimiento del grupo americano.

Las líneas L1119 de INIA Uruguay, H298-34-1-2 aromática y el cultivar Don Juan INTA se destacan por sobre el resto en rendimiento de grano. Al considerar el porcentaje de grano entero y grano vítreo se altera el orden de los participantes ubicándose el cultivar Don Juan INTA la línea H353-2-1 en las posiciones de mayor valor.

A pesar de la pobre performance de este grupo con respecto al anterior se observa que la excelente calidad del Don Juan INTA alcanza a compensar la ventaja que obtenían en rendimiento El Paso 144 y RP2, Cuadro 8.

El tercer grupo logró un coeficiente de variación de 5.2% y una media general de 7264 kg/ha. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas al 0.05% solo para la variable cultivares.

En este grupo de cultivares no se detectó diferencia significativa en la variable fertilizante.

El cultivar Surpass superó al resto de los participantes en forma estadísticamente significativa. El cultivar SP211 fue el de menor rendimiento. En este ensayo el cultivar Surpass de excelente comportamiento agrícola reduce su calidad industrial dramáticamente registrando valores de porcentaje de grano entero sumamente bajos. Inversamente el cultivar Rico se ubica primero para la variable combinada rendimiento de grano entero por hectárea.

Cuadro 6. ECRR Centro 1ra. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca %	Amilosa %	Alkali Test
Taim	9906 a	50,80	67,45	10	28,5	6,2
RP2	8293 b	55,30	67,60	18	27,8	7
CT6919	8131 b	59,95	68,75	9	29,5	7
IRGA417	7815 b	64,95	67,65	4	29,1	7
El Paso 144	7758 b	63,25	67,60	19	28,3	7
L1119	6498 a	59,75	69,25	7	25,4	5
H298-34-1-2	6268 ab	62,85	67,05	4	17,0	7
Don Juan INTA	6177 ab	67,80	69,80	5	23,4	4,9
Tacuari	5927 bc	65,60	69,90	10	25,4	5,2
H353-2-1	5844 bc	66,70	69,20	3	24,4	7
Cocodrie	5826 bc	67,00	70,95	11	24,8	3
L1130	5638 c	62,30	69,45	4	25,0	2,8
Surpass	8641 a	47,33	66,77	5	17,3	7
Rico	7284 b	64,00	69,55	7	18,8	7
H383/93-521	7144 b	64,65	67,80	5	19,6	7
AB1542 Arkansas	6789 bc	65,80	67,05	4	18,4	7
SP211	6463 c	64,05	66,30	3	16,8	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 7. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
IRGA417	5076	5287
Taim	5032	6682
El Paso 144	4907	5244
CT6919	4874	5954
RP2	4586	5606
Don Juan INTA	4188	4311
H298-34-1-2	3940	4203
Cocodrie	3903	4133
H353-2-1	3898	4044
Tacuari	3888	4143
L1119	3882	4500
L1130	3513	3916
Rico	4662	5066
H383/93-521	4619	4844
AB 1542 Arkansas	4467	4552
SP211	4140	4285
Surpass	4090	5769

Cuadro 8. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
IRGA417	4896
Taim	4507
CT6919	4459
El Paso 144	3969
RP2	3745
Don Juan INTA	3974
H353-2-1	3778
H298-34-1-2	3770
L1119	3618
Tacuari	3484
Cocodrie	3476
L1130	3366
H383/93-521	4406
Rico	4321
AB 1542 Arkansas	4301
SP211	3995
Surpass	3901

ECRR Zona Centro 2da. Época.

La fecha de siembra fue el 23/XI/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 8 y 12/XII/98.

Los parámetros de fertilidad del suelo de esta localidad lo caracterizaban como de baja fertilidad, coincidente con la historia del lote de actividad agrícola intensiva. A su vez la fecha de emergencia de esta experiencia fue la más extrema de toda la red de ensayos. Ambas condiciones ambientales son perjudiciales de los rendimientos y por lo tanto es razonable esperar bajos rendimientos y baja calidad en los materiales sensibles.

El promedio general del primer grupo fue de 5395 kg/ha con un coeficiente de variación de 11.7%. Los distintos niveles de fertilización fueron estadísticamente diferentes demostrando una clara respuesta a la fertilización.

Los cultivares El Paso 144 y Taim lograron los mejores rendimientos agrícolas aunque con una muy baja calidad industrial, Cuadro 9 y 10. En el Cuadro 11 se puede verificar que el cultivar IRGA 417 mejora su posición relativa gracias a su alto valor de grano entero y su bajo porcentaje de grano yesoso y panza blanca.

El grupo de cultivares y líneas tipo americano alcanzó un promedio general de 4402 kg/ha con un coeficiente de variación de 9.4%. El análisis estadístico mostró que la variable fertilizante fue significativa al 0.05 corroborando la respuesta al fertilizante nitrogenado. El

cultivar Don Juan INTA y la línea H353-2-1 lograron los mayores rendimientos agrícolas, los mayores porcentajes de grano entero y valores bajos de yesoso y panza blanca. En el Cuadro 11 se observa que prácticamente se igualan los valores de grano entero vítreo por hectárea del mejor cultivar tropical (El Paso 144) y el mejor cultivar americano, Don Juan INTA, señalando una vez más la importancia de la calidad por sobre la cantidad

El coeficiente de variación del tercer grupo fue de 10.8% y una media de 4661 kg/ha que refleja el efecto depresivo sobre el rendimiento, de fechas de siembra muy tardías y un bajo nivel de fertilidad del suelo. Consecuentemente el análisis estadístico detectó diferencias significativas en las variables independientes, cultivares y fertilizante.

El cultivar Surpass es significativamente superior a la línea AB1542, SP211 y H383 pero no se diferencia de Rico.

Excepto el cultivar Rico y la línea H383 que mantienen sus valores de porcentaje de grano entero con respecto a la primera época de siembra, el resto de los participantes reducen sus valores. El más afectado es el cultivar Surpass con un valor extremadamente bajo.

Cuadro 9. ECRR Centro 2da. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca %	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	5907 a	55,05	66,10	4	27,9	7
Taim	5828 a	50,60	66,05	9	28,3	5
RP2	5452 ab	60,15	68,05	25	29,7	7
CT6919	5036 bc	51,70	66,90	9	28,7	7
IRGA417	4770 c	60,85	64,95	2	28,3	7
Don Juan INTA	4943 a	65,40	68,80	6	24,1	4,5
H353-2-1	4734 a	65,25	68,35	6	25,1	4,5
L1119	4665 a	47,60	66,95	14	25,5	4
Cocodrie	4647 a	60,60	68,35	8	24,6	3
L1130	4567 a	52,25	66,85	8	26,2	4,9
H298-34-1-2	4188 ab	51,85	66,20	14	19,8	7
Tacuari	3772 bc	59,50	66,60	6	25,1	3,1
H291-11-2	3467 c	60,75	67,75	5	20,2	7
Surpass	5367 a	38,10	66,60	8	18,3	7
Rico	4907 ab	63,85	68,95	4	19,7	7
AB1542 Arkansas	4507 b	56,90	65,25	2	19,2	7
SP211	4421 b	59,50	66,55	2	16,6	7
H383/93-521	4105 b	65,40	68,65	2	20,1	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

18 Resultados Experimentales 1999

Cuadro 10. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
RP2	3279	4001
El Paso 144	3252	3904
Taim	2949	3849
IRGA417	2903	3098
CT6919	2604	3369
Don Juan INTA	3233	3401
H353-2-1	3089	3236
Cocodrie	2816	3177
L1130	2386	3053
Tacuari	2244	2512
L1119	2221	3124
H298-34-1-2	2172	2773
H291-11-2	2106	2182
Rico	3133	3384
H383/93-521	2685	2818
SP211	2630	2942
AB 1542 Arkansas	2565	2941
Surpass	2045	3574

Cuadro 11. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
El Paso 144	3119
IRGA417	2848
Taim	2673
RP2	2471
CT6919	2372
Don Juan INTA	3026
H353-2-1	2905
Cocodrie	2577
L1130	2186
Tacuari	2111
H291-11-2	2005
L1119	1919
H298-34-1-2	1877
Rico	3004
H383/93-521	2623
SP211	2576
AB 1542 Arkansas	2515
Surpass	1886

ECRR Zona Norte 2da. Época.

La fecha de siembra fue el 13/XI/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 24 y 28/XI/98

El promedio general del primer grupo fue de 9838 kg/ha con un coeficiente de variación de 8% lo que indica una localidad con condiciones para que se exprese el potencial de rendimiento y calidad de los cultivares y líneas. No se detectó diferencia estadística en la variable fertilizante dentro de este grupo.

El cultivar RP2 obtuvo el más alto rendimiento agrícola seguido de Taim. Sin embargo, ambos registran los valores más bajos de grano entero y de grano vítreo, en comparación con el cultivar IRGA 417, Cuadro 12.

Como resultado de su alta calidad industrial el cultivar IRGA 417 supera sensiblemente al resto de los miembros de este grupo como se puede ver en el Cuadro 13 y 14.

En el grupo de tipo americano se obtuvo un promedio de 8702 kg/ha y un coeficiente de variación de 3.6 % que permite detectar diferencias entre las medias mayores de 500 kg/ha. También se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la variable fertilizante.

La línea L1119 de INIA Uruguay, el cultivar Cocodrie de Louisiana State University y Don Juan INTA lograron los mejores rendimientos agrícolas. El cultivar Cocodrie también tuvo el porcentaje de grano entero más alto aunque con un alto porcentaje de granos yesosos y panza blanca.

En el análisis final de la variable grano entero vítreo por hectárea la línea H353-2-1 sobresale superando a los cultivares Cocodrie y Don Juan INTA. Esta línea y los cultivares mencionados superan, en esta variable, a todos los cultivares tropicales excepto el IRGA 417.

El coeficiente de variación para el tercer grupo fue de 5.9% con una media de 9156 kg/ha. El análisis estadístico detectó diferencias significativas en las variables independientes cultivares y fertilizante.

Los cultivares Surpass, Rico, y SP211 se ubicaron en ese orden sin diferenciarse, con rendimientos muy similares entre sí.

Las líneas AB1542 y H383 se diferencian entre sí y registran rendimientos significativamente diferentes a los anteriores.

Dado el mejor rendimiento industrial del cultivar SP211 se invierten las posiciones con el cultivar Surpass para la variable combinada rendimiento de grano entero por hectárea.

20 Resultados Experimentales 1999

Cuadro 12. ECRR Norte 2da. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca %	Amilosa %	Alkali Test
RP2	10815 a	53.60	61.15	13	29,0	7
Taim	9949 ab	48.05	66.55	8	26,9	5,3
El Paso 144	9679 ab	61.80	67.75	14	29,4	7
IRGA417	9515 ab	62.45	65.95	2	28,2	7
CT6919	9183 b	62.35	69.35	10	27,9	7
L1119	9311 a	57.60	67.70	14	22,5	4
Cocodrie	9284 a	67.00	69.85	14	24,4	5
Don Juan INTA	9170 ab	62.40	68.00	8	23,0	4
H353-2-1	8961 ab	63.65	68.45	5	24,5	3,9
L1130	8729 ab	59.40	67.75	11	22,8	3,2
Tacuari	8709 ab	63.50	68.20	12	23,5	4,9
H298-34-1-2	8372 b	55.30	64.35	13	17,9	7
H291-11-2	7082 c	62.00	67.65	2	19,0	7
Surpass	10336 a	56.85	65.65	9	16,2	7
Rico	9938 a	62.30	66.40	8	19,0	7
SP211	9760 a	61.85	65.00	7	16,2	7
AB1542 Arkansas	8631 b	61.15	63.90	5	17,3	7
H383/93-521	7315 c	64.40	68.35	3	20,4	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 13. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
El Paso 144	5981	6557
IRGA417	5942	6275
RP2	5797	7154
CT6919	5726	6368
Taim	4781	6621
Cocodrie	6220	6485
Don Juan INTA	5722	6236
H353-2-1	5704	6134
Tacuari	5530	5940
L1119	5363	6303
L1130	5185	5914
H298-34-1-2	4630	5387
H291-11-2	4391	4791
Rico	6192	6599
SP211	6037	6344
Surpass	5876	6785
AB 1542 Arkansas	5278	5515
H383/93-521	4411	5000

Cuadro 14. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
IRGA417	5799
CT6919	5132
El Paso 144	5123
RP2	5026
Taim	4376
H353-2-1	5425
Cocodrie	5329
Don Juan INTA	5285
Tacuari	4864
L1130	4624
L1119	4604
H291-11-2	4289
H298-34-1-2	4024
Rico	5703
SP211	5605
Surpass	5339
AB 1542 Arkansas	4991
H383/93-521	4257

ECRR Zona EEA Ira. Época.

La fecha de siembra fue el 10/X/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 20 y 23/X/98.

El análisis de suelo de esta localidad indicaba una condición de baja fertilidad que se corresponde con los resultados del análisis estadístico en el cual se detectan diferencias significativas entre las parcelas con fertilizante y sin fertilizante en todos los grupos.

El promedio general del primer grupo para la variable rendimiento agrícola fue de 6849 kg/ha con un coeficiente de variación de 10.5%. El cultivar CT6919 superó al resto de los participantes y en forma significativa a El Paso 144 y a IRGA 417, Cuadro 15. Este grupo registró en su conjunto porcentajes de grano entero muy bajos y valores de grano yesoso y panza blanca muy altos.

La media general del segundo grupo fue 5424 kg/ha con un coeficiente de variación de 7.6%. La línea L1119 de INIA Uruguay y el cultivar Don Juan INTA alcanzaron los rendimientos mayores. Sin embargo, al considerar las componentes del rendimiento industrial (porcentajes de grano entero, yesoso y panza blanca) se observa que la línea H353-2-1 iguala al cultivar Don Juan INTA diferenciándose ambos del resto, Cuadro 17.

El tercer grupo tuvo un coeficiente de variación de 12.9% y una media de 6308 kg/ha en la variable rendimiento de grano.

El cultivar Surpass se destaca del resto de los participantes con una diferencia estadísticamente significativa del 0.05. La variable independiente fertilizante demostró diferencias significativas entre las parcelas fertilizadas y no fertilizadas. No se logró detectar diferencias en la interacción de cultivares y fertilizante.

El análisis de la variable de rendimiento industrial más importante, % de grano entero y la expresión combinada rendimiento de entero por hectárea permite reconocer el mejor

22 Resultados Experimentales 1999

participante del ensayo para el objetivo de obtención de grano de calidad. En este grupo se observa en el cuadro correspondiente que el cultivar Surpass, con un menor rendimiento de molinado, es prácticamente igual al cultivar Rico

Cuadro 15. ECRR EEA 1ra. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca %	Amilosa %	Alkali Test
CT6919	7891 a	45,60	64,95	17	30,8	7
Taim	7180 ab	55,18	66,85	12	28,7	6
RP2	7020 ab	60,78	67,78	31	29,0	7
El Paso 144	6604 b	53,23	64,25	45	28,3	7
IRGA417	5554 c	55,40	63,60	10	29,1	7
L1119	6239 a	37,08	67,15	12	24,9	4
Don Juan INTA	6164 ab	64,70	69,10	8	23,7	4,8
H353-2-1	5924 abc	67,50	70,65	7	24,1	3,6
L1130	5872 abc	42,58	66,68	10	24,3	6
H298-34-1-2	5321 bcd	59,03	67,08	10	16,9	7
Cocodrie	5235 cd	64,58	69,18	14	24,5	5,3
Tacuari	4523 ed	62,35	67,78	4	25,1	6
H291-11-2	3956 e	65,73	69,33	3	18,4	7
Surpass	8150 a	51,10	65,60	6	15,5	7
Rico	6562 b	62,25	68,33	7	18,0	7
H353-5-2-1	5930 b	65,53	68,48	4	18,1	7
SP211	5374 b	62,43	65,73	2	17,0	7
AB1542 Arkansas	5268 b	65,20	66,87	3	16,5	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 16. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
RP2	4263	4755
Taim	3935	4799
CT6919	3601	5125
El Paso 144	3503	4244
IRGA417	3077	3529
H353-2-1	3996	4186
Don Juan INTA	3990	4261
Cocodrie	3378	3621
H298-34-1-2	3132	3569
Tacuari	2817	3066
L1119	2789	4928
H291-11-2	2600	2743
L1130	2505	3916
Surpass	4147	5336
Rico	4083	4484
H353-5-2-1	3887	4063
AB 1542 Arkansas	3432	3524
SP211	3349	3528

Cuadro 17. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
Taim	3458
CT6919	3004
RP2	2937
IRGA 417	2771
El Paso 144	1927
H353-2-1	3727
Don Juan INTA	3663
Cocodrie	2903
H298-34-1-2	2834
Tacuari	2703
H291-11-2	2529
L1119	2461
L1130	2249
Surpass	3915
Rico	3777
H353-5-2-1	3733
AB 1542 Arkansas	3326
SP211	3268

ECRR Zona EEA 2da. Época.

La fecha de siembra fue el 12/XI/98 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 23 y 25/XII/98.

En esta época de siembra no se detectaron diferencias significativas en la variable fertilizante en ninguno de los grupos de cultivares analizados.

El promedio general del grupo de cultivares tropicales fue de 7148 kg/ha con un coeficiente de variación de 5.4%.

Todos los cultivares excepto el IRGA 417 se agruparon entre 7600 y 7100 kg/ha, para la variable rendimiento agrícola, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos. Los valores de la variable porcentaje de grano entero fueron relativamente bajos en todos los cultivares. Entre ellos, el mejor fue el cultivar RP2 que finalmente se ubica en primera posición debido a su mejor porcentaje de grano entero y menor valor relativo de grano yesoso y panza blanca. El cultivar IRGA 417 se ubica en segundo lugar mejorando su posición relativa por su mejor calidad industrial.

En el grupo de tipo de planta y grano americano se obtuvo un promedio general de 6177 kg/ha con un coeficiente de 7,3% para la variable rendimiento agrícola.

El cultivar Don Juan INTA es el de mayor rendimiento agrícola seguido de las líneas H353-2-1, L1130 y L1119 pero solo diferente estadísticamente del cultivar Cocodrie. Considerando las variables que determinan la calidad industrial se mantienen las posiciones del

24 Resultados Experimentales 1999

cultivar Don Juan INTA y la línea H353-2-1 y el cultivar Cocodrie supera a las líneas L1130 y L1119.

En un análisis conjunto de todos los participantes de tipo de grano largo fino, independientemente de su tipo de planta y grano, se reafirma que aquellos cultivares y líneas con alta calidad industrial superan, en la variable grano entero vítreo por hectárea, a los participantes que tienen un mayor potencial de producción pero con menor calidad.

El coeficiente de variación del tercer grupo fue 6.14%, con una media de 6647 kg/ha en la variable rendimiento de grano.

El cultivar Surpass fue superior a todos los cultivares excepto la línea AB1542. En la variable porcentaje de grano entero la línea AB1542 se destaca por su alto valor contribuyendo a mejorar sensiblemente su posición en la variable combinada rendimiento de grano entero por hectárea.

En general todos los participantes reducen su calidad con respecto a la primera época de siembra. El cultivar Rico se ve afectado por su ciclo y el cultivar Surpass queda relegado a la anteúltima posición debido a su bajo porcentaje de grano entero.

Cuadro 18. ECRREEA 2da. Época

Cultivar	Rendimiento kg/ha	Grano Entero %	Grano Total %	Grano Yesoso P.Blanca%	Amilosa %	Alkali Test
CT6919	7574 a	56,00	67,15	16	27,1	7
Taim	7543 a	46,35	65,85	16	28,0	6
El Paso 144	7393 a	58,35	62,70	22	27,1	7
RP2	7099 a	59,70	67,60	6	29,1	7
IRGA417	6240 b	58,65	64,45	1	28,2	7
Don Juan INTA	7186 a	65,00	68,85	6	23,9	4
H353-2-1	6751 ab	64,15	68,40	7	23,5	5
L1130	6489 ab	52,00	66,85	10	23,4	3,7
L1119	6456 ab	44,00	66,70	13	23,7	3,7
Cocodrie	6403 b	61,00	67,15	2	24,4	3,7
H298-34-1-2	6072 bc	55,90	65,45	20	18,7	7
Tacuari	5628 c	59,40	66,70	5	23,1	3,8
H291-11-2	4688 d	65,60	69,35	2	18,2	7
Surpass	7479 a	48,90	67,10	5	16,7	7
AB1542 Arkansas	6857 ab	63,50	66,20	4	16,9	7
SP211	6800 b	62,10	66,30	3	15,5	7
Rico	6724 b	58,20	67,10	12	18,9	7
H383/93-521	5379 c	61,85	68,05	9	22,4	7

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0,05$)

Cuadro 19. Rendimiento de grano entero y total por hectárea

Cultivar	Grano Entero kg/ha	Grano Total kg/ha
El Paso 144	4314	4635
CT6919	4241	5086
RP2	4238	4799
IRGA417	3660	4021
Taim	3496	4967
Don Juan INTA	4671	4948
H353-2-1	4331	4618
Cocodrie	3906	4300
H298-34-1-2	3394	3974
L1130	3374	4338
Tacuari	3343	3754
H291-11-2	3076	3251
L1119	2841	4306
AB 1542 Arkansas	4354	4539
SP211	4223	4508
Rico	3914	4512
Surpass	3657	5019
H383/93-521	3327	3660

Cuadro 20. Rendimiento de grano entero vítreo por hectárea

Cultivar	Grano entero vítreo kg/ha
RP2	3984
IRGA417	3623
CT6919	3562
El Paso 144	3365
Taim	2937
Don Juan INTA	4391
H353-2-1	4028
Cocodrie	3828
Tacuari	3176
L1130	3037
H291-11-2	3014
H298-34-1-2	2715
L1119	2472
AB 1542 Arkansas	4180
SP211	4096
Surpass	3474
Rico	3444
H383/93-521	3028

Conclusiones

El análisis conjunto de los cultivares y líneas dentro de cada grupo refleja la adaptabilidad a los diferentes ambientes experimentales. Para tener una visión del comportamiento a través de todos los ensayos se calculó un índice ponderado para cada miembro del grupo que es función de su ubicación relativa. Este índice otorga un valor más alto a los que se ubican más veces en las posiciones de mayor rendimiento. Considerando la variable rendimiento agrícola se ordenan, según el índice, de mayor a menor, el cultivar Taim, RP2, CT6919, El Paso 144 e IRGA 417. Considerando la variable rendimiento de grano entero vítreo el orden se invierte resultando, de mayor a menor, el cultivar IRGA 417, RP2, CT6919, El Paso 144 y Taim. El cultivar IRGA 417 se destaca en el conjunto de los siete ensayos como el de mejor ubicación ratificando la importancia de tener un cultivar de alta calidad.

Realizando el mismo análisis con el grupo de los cultivares y líneas de tipo de planta y grano americano encontramos que para la variable rendimiento agrícola, se ubica el cultivar Don Juan INTA y la línea H353-2-1 en primer y segundo lugar respectivamente. Para la variable rendimiento de grano entero vítreo ambos obtienen el mismo valor del índice seguidos por el cultivar Cocodrie.

Del análisis conjunto de todos los cultivares y líneas de tipo de grano largo fino para la variable rendimiento de grano entero vítreo y utilizando el índice ponderado mencionado anteriormente, surge como resultado que el cultivar Don Juan INTA tuvo el mayor valor seguido por la línea H353-2-1, IRGA 417, El Paso 144 y CT6919 con el mismo valor y RP2 y Taim con el menor valor.

Nuevamente se ratifica que los cultivares de calidad americana a pesar de tener un menor potencial de rendimiento agrícola que los cultivares tropicales, alcanzan rendimientos de grano entero vítreo superiores.

La caracterización de calidad culinaria expresada por los parámetros porcentaje de amilosa y alkali test, indican a los cultivares del primer grupo como de alta amilosa y temperatura de gelatinización baja. En el segundo grupo todos los participantes excepto las líneas aromáticas H298-34-1-2 y H291-11-2, son de contenido de amilosa intermedio y temperatura de gelatinización intermedia.

El cultivar de mejor performance en el conjunto de los siete ensayos es el Surpass que logra diferenciarse estadísticamente del resto de los participantes. Sin embargo cuando se considera la variable combinada rendimiento de grano entero por hectárea, solo en tres del total mantiene su posición relativa.

Las segundas épocas de siembra también arrojaron en términos generales una reducción en los valores de porcentaje de grano entero aunque el cultivar Rico y la línea H383 son los menos afectados.

Agronómicamente se debe señalar que el cultivar Surpass es susceptible a vuelco lo cual condiciona seriamente su manejo. Paralelamente posee granos aristados lo cual no es conveniente para su manipuleo y almacenaje.

Los cultivares Surpass, SP211 y Rico tienen alta respuesta al aumento de la fertilidad del suelo así como a la fertilización. La línea AB1542 es la de mayor ciclo y con baja performance en los suelos de baja fertilidad. En las localidades con suelos de baja fertilidad se observó un

aumento del rendimiento en respuesta a la fertilización en todos los participantes aunque no se pudo detectar diferencias en la interacción cultivar por fertilizante.

Los valores determinados para la variable porcentaje de amilosa, ubican a todos los participantes dentro de la categoría de baja amilosa independientemente de las variaciones por localidad. El test semicuantitativo de Alkali para estimar la temperatura de gelatinización registró a todos los participantes dentro de la categoría de baja temperatura de gelatinización en todas las localidades.

Bibliografía

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science Today*, Vol. 16 N° 11.



**MANEJO DEL
CULTIVO DE ARROZ**

REVISED
CITY OF ALEXANDRIA

EVALUACIÓN DE FITOTOXICIDAD EN ARROZ HERBICIDA AEF6042

Buenar, L. y Arguissain, G.G.

Objetivo

Evaluar el nivel de fitotoxicidad del herbicida AEF6042, solo y en mezclas con herbicidas residuales sobre la producción de materia seca y el rendimiento de arroz.

Materiales y Métodos

La experiencia se desarrolló en el campo experimental de arroz de la Estación Experimental Agropecuaria INTA C. del Uruguay.

La evaluación se realizó sobre dos cultivares de arroz, El Paso 144, de tipo tropical sensible a bajas temperaturas iniciales, y el cultivar Don Juan INTA, de tipo americano, más tolerante a bajas temperaturas iniciales. A los efectos de generar diferentes condiciones en la temperatura de aplicación se efectuaron 3 épocas de siembra.

Los tratamientos ensayados fueron:

- 1) AEF6042 en dosis de 0,6 l/ha
- 2) AEF6042 en dosis de 1,2 l/ha
- 3) AEF6042 en dosis de 0,6 l/ha + Clomazone 0,8 l/ha (p.c.)
- 4) AEF6042 en dosis de 0,6 l/ha + Pendimetalin 4 l/ha (p.c.)
- 5) Testigo sin tratar

Dentro de cada época el diseño experimental empleado fue en parcela dividida con 3 repeticiones, siendo la parcela principal el cultivar, y la subparcela los tratamientos con herbicida. Se establecieron testigos apareados a los tratados con herbicida.

Los tratamientos 1, 2, y 5 recibieron en forma preemergente Pendimetalin, a razón de 4 l/ha de p.c., de forma de eliminar las malezas. En los tratamientos 3 y 4 las malezas fueron eliminadas en forma manual. Las tres épocas en todos los tratamientos se condujeron sin presencia de malezas para evitar el efecto de las mismas sobre el rendimiento y permitir la expresión del herbicida experimental sobre el mismo.

Se realizó la evaluación de producción de materia seca mediante 3 muestreos sucesivos efectuados aproximadamente a los 10, 28 y 40 días post-aplicación, sobre un área de 0,06m² por parcela y repetición. Se efectuaron observaciones visuales de fitotoxicidad a los 10, 20 y 40 días post-aplicación.

Para todas las épocas se realizó fertilización nitrogenada en macollaje (100 kg urea/ha) y en diferenciación de la panoja (50 kg urea/ha).

32 Resultados Experimentales 1999

La cronología de las prácticas de manejo se muestran en el siguiente cuadro.

Época	Siembra	Emergencia	Aplicación AEF6042	Inundación	Fertilización Macollaje	Fertilización Diferenciación
1	17/IX/98	09/X/98	20/X/98	19/XI/98	26/XI/98	21/XII/98
2	07/X/98	20/X/98	25/X/98	26/XI/98	04/XII/98	23/XII/98
3	20/X/98	02/XI/98	10/XI/98	11/XII/98	22/XII/98	05/I/99

Las fechas de muestreo se indican en el siguiente cuadro

Muestreo	Épocas de siembra		
	1	2	3
1	30/X/98	05/XI/98	20/XI/98
2	18/XI/98	20/XI/98	10/XII/98
3	30/XI/98	10/XII/98	15/XII/98

Se evaluó el rendimiento en grano mediante la cosecha de un área de 6 m² por parcela.

Se efectuó el análisis estadístico mediante SAS.

Resultados

Se registró la temperatura mínima a intemperie a 5 cm de altura durante el día de la aplicación y 3 días posteriores. Los resultados de temperatura promedio de los 4 días se muestran en el siguiente cuadro

Primera época de siembra	Segunda época de siembra	Tercera época de siembra
14.6°C	9.6°C	11.4°C

De la evaluación visual, no se observaron efectos de fitotoxicidad en las épocas ensayadas en los diferentes tratamientos. En los tratamientos 3 y 4 se observó una leve disminución de crecimiento con respecto al testigo, aunque no fue sostenido en todas las repeticiones.

No se hallaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso seco por tallo entre los diferentes tratamientos ensayados para las épocas y muestreos efectuados. Los valores de materia seca por tallo para las diferentes épocas y muestreos se muestran en los cuadros 1, 2, y 3.

Cuadro 1. Peso seco por tallo para los diferentes tratamientos ensayados en los tres muestreos efectuados. Primer época de siembra

Tratamiento	1er muestreo g/tallo		2do muestreo g/tallo		3er muestreo g/tallo	
	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan
1	0.115	0.134	0.137	0.214	0.297	0.448
2	0.118	0.132	0.151	0.227	0.298	0.377
3	0.109	0.130	0.139	0.211	0.293	0.398
4	0.123	0.126	0.154	0.191	0.313	0.385
5	0.119	0.137	0.153	0.209	0.299	0.381

Cuadro 2. Peso seco por tallo para los diferentes tratamientos ensayados en los tres muestreos efectuados. Segunda época de siembra

Tratamiento	1er muestreo g/tallo		2do muestreo g/tallo		3er muestreo g/tallo	
	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan
1	0.104	0.109	0.106	0.155	0.299	0.438
2	0.100	0.112	0.103	0.168	0.305	0.391
3	0.107	0.102	0.103	0.131	0.259	0.376
4	0.103	0.112	0.113	0.138	0.262	0.342
5	0.100	0.112	0.111	0.155	0.299	0.404

Si bien las diferencias no resultaron estadísticamente significativas, se observó una tendencia del tratamiento 4 a presentar un menor valor de biomasa, principalmente al momento del tercer muestreo.

Cuadro 3. Peso seco por tallo para los diferentes tratamientos ensayados en los tres muestreos efectuados. Tercera época de siembra

Tratamiento	1er muestreo g/tallo		2do muestreo g/tallo		3er muestreo g/tallo	
	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan
1	0.112	0.133	0.145	0.233	0.219	0.321
2	0.122	0.116	0.166	0.255	0.249	0.351
3	0.114	0.120	0.146	0.212	0.271	0.320
4	0.104	0.110	0.157	0.222	0.232	0.288
5	0.110	0.126	0.153	0.256	0.244	0.351

Nuevamente en el tratamiento 4 se observa una tendencia a presentar un menor valor de biomasa. Pese a no existir una interacción significativa, la tendencia se manifestó en mayor medida en cultivar Don Juan.

34 Resultados Experimentales 1999

Por la característica de la mezcla de herbicidas, en el tratamiento 4 se requirió de una mayor dedicación en la eliminación de malezas. La competencia inicial desde nacimiento a la aplicación y eliminación de toda la maleza (alta presión en número) pudo haber sido responsable del menor crecimiento del arroz. Por otra parte sobre malezas gramíneas ubicadas en las parcelas de este tratamiento se observó una reducción importante del desarrollo de raíces adventicias. Si bien no existen precedentes sobre una acción del pendimetalin sobre el desarrollo de raíces adventicias en arroz, esta posibilidad debería de ser evaluada eliminando el efecto "confundido" de competencia inicial de malezas citado anteriormente.

Se registró el inicio de floración en los diferentes tratamientos y épocas de siembra y se computó la diferencia con el testigo sin tratar, las mismas se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Atraso en la época de floración para cada tratamiento en las distintas épocas de siembra. Diferencia en días con el testigo sin tratar.

Tratamiento	Primera época		Segunda época		Tercera época	
	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan	El Paso	D. Juan
1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
3	2	1	3	2	0	1
4	2	2	2	3	0	1

La magnitud de atrasos producidos no resultan trascendentes si consideramos ciclos totales a floración entre 100, 93 y 90 días para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente. La mayor frecuencia de atraso se observó en los tratamientos 3 y 4, y los de mayor magnitud se produjeron en la segunda época de siembra. Para esta época y en los tratamientos citados se observó menor, aunque no estadísticamente diferente, la producción de materia seca, relativo al testigo sin tratar (cuadro 2), posiblemente las bajas temperaturas post-aplicación no permitieron una rápida recuperación, requiriendo un período extra para completar su desarrollo.

Del análisis de rendimiento se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos en la segunda y tercer época de siembra (cuadro 5). No se halló efecto de interacción tratamiento por cultivar en ninguna de las épocas ensayadas.

Cuadro 5. Rendimiento en grano promedio de los dos cultivares para los diferentes tratamientos ensayados en los tres épocas de siembra.

Tratamiento	1er época kg/ha	2da época kg/ha	3era época kg/ha
1	6907 a	6821 a	6269 ab
2	6893 a	6966 a	6472 a
3	6760 a	6776 a	6257 ab
4	6180 a	6003 b	5940 b
5	6615 a	7011 a	6173 ab

Letras iguales en la columna no difieren significativamente ($P > 0.05$) Test de Duncan.

Los valores de rendimiento del tratamiento 2, en donde se aplicó la mayor dosis del producto AEF6042, no manifestó en ninguna de las épocas ensayadas diferencias con el testigo sin tratar, indicando una carencia de efecto de fitotoxicidad del producto sobre el arroz. No se registraron tampoco diferencias con el testigo por la combinación de este producto con Clomazone. En el caso particular del tratamiento 4, la mezcla del AEF6042 + pendimetalin, produjo un rendimiento significativamente inferior en la segunda época de siembra, y si bien no hubo diferencias en las dos restantes, el valor de rendimiento obtenido en el tratamiento 4 tendió a ser el menor. La menor producción de este tratamiento, obedece a los argumentos formulados cuando se trató la producción de materia seca. Es posible que la tendencia observada en ese momento originara como resultado, una menor productividad de grano.

Es de mencionar, que en la segunda época de siembra fue donde se produjeron las menores temperaturas mínimas durante el día de aplicación y los 3 días siguientes a la misma, no obstante las diferencias en rendimiento entre tratados y testigos (sin considerar el tratamiento 4) no superó el 3,5%.

Consideraciones finales

La utilización del producto AEF6042, en las dosis probadas y en combinación con clomazones no produjo disminuciones de rendimiento. El tratamiento de AEF6042 + pendimetalin, requiere de otra evaluación para aislar posibles efectos de competencia inicial con la maleza.

Aún bajo condiciones de bajas temperaturas (segunda época de siembra, 9.6°C) no se registraron disminuciones significativas de productividad.

No se observó comportamiento diferencial tratamiento por variedad.

CONTROL DE *PYRICULARIA GRISEA*. NÚMERO Y MOMENTOS DE LAS APLICACIONES

Arguissain, G.G.; Durand, A. y Delcanto, R.

La difusión de *Pyricularia* en arroz se ha visto incrementada en las últimas campañas. Si bien se ha observado que existen cultivares con un mayor nivel de tolerancia, se identificaron lesiones de este patógeno en todos los materiales utilizados en los cultivos comerciales de arroz.

La información emergente de los ensayos de control de esta enfermedad pretenden contribuir en la toma de decisiones para la correcta utilización de esta práctica.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes productos fungicidas en diferentes momentos de aplicaciones sobre el nivel de ataque de *Pyricularia grisea* y la productividad de arroz.

Materiales y Métodos

La experiencia se realizó en la Estancia Sandoval, en la localidad de Jubileo, sobre un cultivo comercial de la variedad RP2.

Los momentos de aplicación se realizaron el 15/I/99 (inicial) y el 04/II/99 (final).

El tratamiento "inicial" se efectuó con un 10% de panojamiento, el tratamiento "final" se aplicó con un 90% de panojamiento, y el tratamiento "doble" comprendió la aplicación de los dos anteriores.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes

1. 1) Benlate 1000 g p.c./ha inicial
1. 2) Benlate 1000 g p.c./ha doble
1. 3) Benlate 1000 g p.c./ha final
2. 1) Carbendazim 1000 cc p.c./ha inicial
2. 2) Carbendazim 1000 cc p.c./ha doble
2. 3) Carbendazim 1000 cc p.c./ha final
3. 1) Amistar 500 cc p.c./ha inicial
3. 2) Amistar 500 cc p.c./ha doble
3. 3) Amistar 500 cc p.c./ha final
4. 1) Exp 200 g p.c./ha inicial
4. 2) Exp 200 g p.c./ha doble
4. 3) Exp 200 g p.c./ha final
5. 1) (Carbendazim 1000 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) inicial
5. 2) (Carbendazim 1000 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) doble
5. 3) (Carbendazim 1000 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) final
6. 1) (Amistar 500 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) inicial
6. 2) (Amistar 500 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) doble
6. 3) (Amistar 500 cc p.c./ha + Exp 200 g p.c./ha) final
7. 1) Exp 1000 g p.c./ha inicial
7. 2) Exp 1000 g p.c./ha doble
7. 3) Exp 1000 g p.c./ha final
- 8) Testigo sin tratar

Para el producto Exp. (experimental) se cita que presenta características de inducir en la planta resistencia sistémica, pero no ejerce un control directo sobre el patógeno. La inclusión de este compuesto tiene por finalidad explorar su comportamiento en el cultivo de arroz.

El tamaño de parcela fue de 2 m x 10 m, presentando cada 3 parcelas un testigo sin tratar de forma de generar presión de la enfermedad en forma más homogénea.

El diseño empleado fue en bloques al azar con 4 repeticiones.

La evaluación de rendimiento se realizó con corte manual sobre un área de 10 m² por parcela. El valor de rendimiento se expresó con 14% de humedad. Se evaluó el nivel de grano quebrado para los diferentes tratamientos.

El nivel de ataque se estableció mediante un muestreo a cosecha de 10 tallos por parcela en donde se observó la intensidad de ataque evaluando visualmente cada panoja en una escala de 0 a 5. La presencia o ausencia de enfermedad permitió evaluar la frecuencia de aparición de la enfermedad. El valor global de afección de la enfermedad se estableció mediante el producto de intensidad x frecuencia.

Resultados y discusión

El nivel de ataque de Pyricularia fue reducido. No se observó lesión en cuello en ninguno de los tratamientos evaluados, si se hallaron diferencias en el nivel de afección de raquis (P<0.05). Los mismos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rendimiento en grano, % de grano quebrado y nivel de ataque de Pyricularia en raquis (frecuencia x intensidad) para los diferentes tratamientos ensayados

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Grano quebrado	Nivel de ataque	Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Grano quebrado	Nivel de ataque
Amistar inicial	6773	5.4	141.7	Carbendazim inicial	6630	6.0	171.0
Amistar doble	7165	5.3	112.5	Carbendazim doble	6888	6.7	153.0
Amistar final	6937	6.5	162.0	Carbendazim final	6560	7.3	175.5
Amistar+ Exp inicial	7139	6.9	141.7	Carbendazim + Exp inicial	6965	6.8	155.2
Amistar + Exp doble	6954	5.1	112.5	Carbendazim + Exp doble	6249	6.7	141.7
Amistar + Exp final	6906	7.1	141.7	Carbendazim + Exp final	6906	7.4	180.0
Exp 200 inicial	6847	7.3	164.2	Benlate inicial	6804	7.7	166.5
Exp 200 doble	6832	6.9	177.7	Benlate doble	7222	7.0	139.5
Exp 200 final	6751	8.0	168.7	Benlate final	6645	6.3	180.0
Exp 1000 inicial	7585	6.6	112.5				
Exp 1000 doble	5681	6.9	135.0	Testigo	6583	7.1	200.2
Exp 1000 final	6489	8.0	182.2				

Nivel de ataque DMS(P<0.10)=32.7 Rendimiento DMS(P<0.10)=572 kg/ha Grano Quebrado n.s.

Los tratamientos con el producto Amistar en doble aplicación, solo o en combinación con Exp 200, y los tratados con Exp. 1000 inicial, presentaron los menores niveles de ataque. Las dobles aplicaciones de todos los productos utilizados a excepción del tratamiento con Exp. 200, resultaron diferentes al testigo. Estos resultados son consistentes con experiencias anteriores,

38 *Resultados Experimentales 1999*

considerando que las aplicaciones dobles ofrecen un tiempo de protección al cultivo más prolongado.

El producto Exp. no manifestó un buen control con la dosis baja, mostrando diferencias significativas con el testigo solamente en el tratamiento inicial. Teniendo en cuenta que su acción está ligada a la generación de resistencia en la planta y no al control específico del patógeno, las aplicaciones "tempranas" son entonces un requisito necesario para generar la reacción de resistencia en la planta.

Se detectaron diferencias significativas en el rendimiento por efecto de tratamientos ($P < 0.05$). Los valores de rendimiento se muestran en el Cuadro 1.

Los tratamientos de Amistar doble aplicación, Benlate doble aplicación y Exp. 1000 inicial produjeron significativamente más que el testigo sin tratar. Estos resultados en la variable rendimiento, son concordantes con el nivel de control de la enfermedad alcanzado por estos tratamientos.

Es importante mencionar que el producto Exp. puede ocasionar efectos fitotóxicos para el cultivo (Heather H. Wilkinson, Univ. Kentucky com. pers.), esto podría explicar el bajo rendimiento del tratamiento Exp. 1000 doble que muestra una depresión del rendimiento a pesar de la baja incidencia de la enfermedad.

Del mismo modo las combinaciones de Exp. con Amistar y Exp. con Carbendazim en aplicaciones dobles, no se diferenciaron en rendimiento con el testigo, pero si mostraron una baja expresión de la enfermedad. La falta de asociación de nivel de rendimiento y nivel de enfermedad se podría explicar por dosis acumuladas del producto Exp.

Del análisis de grano quebrado, no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos, (Cuadro 1). Solo en los tratamientos dobles de Amistar en aplicaciones solo y combinado con Exp. se observó una tendencia consistente a presentar un menor porcentaje de grano quebrado con el menor nivel de ataque de la enfermedad. La falta de un alto nivel de ataque de la enfermedad en el ensayo determinó probablemente una reducida diferencia en la calidad de grano.

INFORME: UTILIZACIÓN DE ECOFERTIL EN EL CULTIVO DE ARROZ

Arguissain, G.G. y Durand, A.

Objetivo

Evaluar el efecto de aplicación del fertilizante biológico ECOFERTIL sobre el crecimiento, productividad y absorción de nitrógeno en el cultivo de arroz.

Materiales y Métodos

La experiencia se realizó en un lote sembrado con la variedad El Paso 144, en la Estación Experimental Agropecuaria INTA C. del Uruguay.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

- 1) Testigo sin tratar
- 2) Semilla tratada con Ecofertil
- 3) Fosfato diamónico 50 kg/ha de base + semilla tratada con Ecofertil
- 4) Fosfato diamónico 50 kg/ha de base + 50 kg/ha de urea en diferenciación de primordio floral.

La dosis de Ecofertil fue la recomendada por sus fabricantes a razón de 1 caja de producto (aproximadamente 1,200 kg) cada 250 kg de semilla

El tamaño de parcela fue de 60 m² para los tratamientos 1 y 4, y de 30 m² para los tratamientos 2 y 3. La siembra se realizó el 04/XI/98, y la emergencia se produjo el 11/XI/98.

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con 3 repeticiones.

Se realizaron 4 muestreos de biomasa, sobre un área de 0,6 m² por tratamiento y por repetición. Los momentos de muestreo fueron: en pleno macollaje (53 días post emergencia) diferenciación de primordio (68 días post-emergencia), plena floración (110 días post emergencia) y cosecha (142 días postemergencia).

Se determinó el contenido de nitrógeno de la parte aérea.

La cosecha se efectuó en forma manual sobre un área de 50 m² para los tratamientos 1 y 4 y de 25 m² para los tratamientos 2 y 3.

El análisis químico de suelo fue el siguiente:

Fósforo (ppm)	Materia orgánica (%)	N Total (%)	PH
9.8	2.59	0.110	5.6

Resultados y Discusión

Se hallaron diferencias significativas en la producción de materia seca entre tratamientos en el segundo, tercero y cuarto muestreo. Los valores de materia seca por hectárea se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de materia seca total de parte aérea para los diferentes tratamientos y muestreos efectuados.

Tratamiento	53 días kg/ha	68 días kg/ha	110 días kg/ha	142 días(cosecha) kg/ha
1	1953	3567 b	9417 b	10083 b
2	2033	3575 b	9500 b	11767 ab
3	2192	4333 a	12428 a	13473 a
4	2088	3850 ab	10994 ab	11758 ab

Letras iguales en la columna no difieren significativamente Test de Duncan ($P > 0.10$)

El tratamiento 3 presentó consistentemente una mayor producción de biomasa desde el momento de diferenciación en adelante, superando al testigo sin tratar en un 33% más de materia seca al momento de cosecha. El tratamiento 4 presentó un comportamiento similar al tratamiento 3, pero los valores de materia seca no resultaron estadísticamente diferentes a los del testigo sin tratar. El tratamiento 2 tratado solo con Ecofertil, presentó un comportamiento diferente, incrementando proporcionalmente más su producción de biomasa desde floración a cosecha. Si bien existe este comportamiento, las diferencias al momento de cosecha, no resultaron significativamente diferentes con el testigo.

El contenido de N(%) en planta, resultó diferente significativamente solo en el momento del segundo muestreo. Los valores de N(%) en planta se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de N en planta (%), para los diferentes tratamientos y muestreos realizados.

Tratamiento	53 días	68 días	110 días	142 días (cosecha)
1	1.149	1.026 ab	0.700	0.766
2	1.295	0.990 b	0.726	0.803
3	1.147	1.077 a	0.790	0.804
4	1.063	1.090 a	0.812	0.812

Letras iguales en la columna no difieren significativamente Test de Duncan ($P > 0.10$)

Los tratamientos 3 y 4 mostraron los mayores valores de nitrógeno, aunque no se diferenciaron del testigo sin tratar en el segundo muestreo, de igual forma el tratamiento 2 con el menor valor absoluto, tampoco se diferenció estadísticamente del testigo sin tratar.

El nitrógeno total absorbido se muestra en el cuadro 3

Cuadro 3. Nitrógeno absorbido (kg/ha) para los diferentes tratamientos y muestreos realizados

Tratamiento	53 días	68 días	110 días	142 días (cosecha)
1	22	37 b	66	77 b
2	26	35 b	69	94 a
3	25	47 a	98	108 a
4	22	42 ab	89	95 a

Letras iguales en la columna no difieren significativamente Test de Duncan ($P > 0.10$)

Si bien sólo se determinaron diferencias significativas a los 68 y 142 días, el tratamiento 3 muestra claramente una mayor absorción de nitrógeno. El tratamiento 4 sigue la misma tendencia coherente con el contenido porcentual que presenta (cuadro 2) y la producción de materia seca. El tratamiento 2 muestra un alto valor de N absorbido a la cosecha, esta pudo ser la causa del incremento en producción de materia seca que presentó este tratamiento desde floración a cosecha.

Los valores de rendimiento no resultaron estadísticamente diferentes, aunque si mostraron concordancia con la productividad de materia seca y el nitrógeno final absorbido. Los valores de rendimiento se muestran en el cuadro 4

Cuadro 4. Valores de rendimiento en grano para los diferentes tratamientos ensayados

Tratamiento	Rendimiento de arroz kg/ha
1	5208
2	5586
3	5810
4	5465

Omaret *al* (1987) citan incrementos en el rendimiento para arroz inoculado del orden del 16 al 22 % respecto de aquellos sin inocular. Gopalawanyet *al* menciona incrementos de 0 a 22% en el rendimiento y 8 a 41 % en biomasa de los tratados con *Azospirillum* vs los no tratados, obteniendo los mejores resultados adicionando 15 kg/ha de abono orgánico y 75 kg/ha de nitrógeno. La diferencia registrada en nuestra experiencia del 11% se encuentra dentro de los valores de incremento relativo obtenidos por los autores citados precedentemente. Es posible que la sensibilidad del test empleado no manifestara diferencias estadísticas, aún con una baja variabilidad en el ensayo (cv. en rendimiento 9,9%). La mayor productividad de biomasa, junto al mayor contenido de nitrógeno en el tratamiento 3, sugiere la mayor productividad en grano mostrada para este tratamiento.

Los tratamientos 2 y 4 si bien mostraron una tendencia a generar incrementos en biomasa y en nitrógeno absorbido, estas no fueron de suficiente magnitud como para generar diferencias

importantes en el rendimiento en grano.

Consideraciones finales

Es de considerar que las condiciones de fertilidad nitrogenada en el suelo donde se realizó el ensayo resultaban muy pobres. Como lo menciona Colpalawany *et al* los mejores resultados en el incremento en rendimiento por adición de Azospirillum fue cuando se lo combinó con una fertilización adicional. Por otra parte el tratamiento 3 recibió fertilización de base con N y P, lo que pudo mejorar la expresión del tratamiento con Ecofertil.

La mayor proporción en los incrementos relativos en biomasa respecto de los incrementos en rendimiento (33% vs 11% respectivamente) son consistentes con los citados en la bibliografía.

Las condiciones de fertilidad inicial así como fertilizaciones complementarias en el tratamiento con Ecofertil resultan necesarias para pronosticar la magnitud de la respuesta.

Por otra parte y en base a experiencias previas, determinar la interacción genotipo-nivel de respuesta resultaría de gran utilidad para precisar la utilización de este producto. (Redkina and Mishustin, 1988; Rai, 1986)

Bibliografía citada

- Gopalawany, G; Vidhyasekaran, P.. 1987. Efficacy of Azospirillum brasilense in increasing rice yield. International Rice Research Newsletter 12 (1) 34.
- Omar, N.; Weinhard, P.; Heulin, T.; Alaa-El-Din, M.N.; Balandrean, J.. 1987 Inoculation du riz par des bactéries fixatrices d'azote. Sélection in vitro des géotypes à associer au champ. Comptes Renduz dl'Academie des Sciences III. 305 (7) 247-250.
- Rai, R.. 1986 Manganese-mediated resistance to aluminium and antibiotic in strain of Azospirillum brasilense and their interaction with rice genotypes in acid soil. Journal of Agr. Sci. U.K. 106 (2) 279-285.
- Redkina, T.V.; Mishustin, E.N.. 1988 Developments in soil science. Amsterdam Netherlands, Elsevier Science Publisher, 263-267.

FERTILIZANTES DE LENTA LIBERACIÓN PARA ARROZ IRRIGADO

Durand, A.; Arguissain, G.G. y Livore, A.B.

Introducción

La fertilización nitrogenada es asiduamente empleada en la provincia de Entre Ríos, dado su frecuencia e intensidad de respuesta. La fuente de fertilizante más utilizada es urea, en una o dos aplicaciones aéreas en los estados fenológicos de macollaje y diferenciación de primordio floral. Las dosis utilizadas oscilan entre 25 a 50 Kg de nitrógeno (N)/ha.

La demanda de este elemento por parte de la planta está asociado con la tasa de crecimiento de la misma, y ésta a su vez está relacionada con la disponibilidad térmica.

La urea presenta algunas dificultades en términos de eficiencia de utilización. Una aplicación a la siembra junto a la semilla, produce efectos fitotóxicos en el arroz. Se suma a ello que los requerimientos iniciales del cultivo son inferiores a la alta disponibilidad que se le ofrece, por lo que se aumenta el riesgo de pérdidas de este nutriente. Las aplicaciones en cobertura requieren de un costo adicional, con riesgos en precisar los momentos óptimos de aplicación y pérdidas por desnitrificación.

Numerosos intentos en producir fertilizantes que liberen el nitrógeno en forma controlada son citados por la bibliografía como "fuentes de nitrógeno modificado". Las más comunes han sido a) aquellas que modifican el tamaño y compactación del gránulo (urea supergránulo), b) las ureas modificadas químicamente (crotiniliden-diurea), c) ureas modificadas o no, recubiertas con diferentes productos (SCU urea recubierta con azufre).

Dentro de estas últimas se encuentra un grupo cuya substancia de recubrimiento son resinas termoplásticas. Estas resinas ponen en disponibilidad el nitrógeno del fertilizante en forma gradual en función de la temperatura.

Si consideramos que el crecimiento de la planta y por consiguiente la demanda de N, está en función de la temperatura, es posible pensar que la sincronización de la demanda y la oferta del nutriente optimizará el uso del fertilizante y el aprovechamiento por la planta.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de una fuente de fertilizante de lenta liberación con cobertura de resina termoplástica respecto de la urea sobre la productividad de arroz.

Materiales y Métodos

El fertilizante de lenta liberación utilizado recibe la denominación de LPS100. Este fertilizante presenta la característica de comenzar a entregar el N a partir de los 30 días (HO Ando com.pers.).

44 Resultados Experimentales 1999

La selección del fertilizante y las dosis empleadas responden a 2 experiencias previas realizadas durante las campañas 1995/1996 y 1996/1997 (Berisso et al, 1996; Delcanto et al, 1997)

Todo el ensayo recibió en presiembra, una fertilización con superfosfato triple de calcio a razón 70 kg/ha, incorporado con vibrocultivador.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

- 1) LPS100 dosis de 25 Kg de N/ha aplicado a la siembra junto a la semilla.
- 2) LPS100 dosis de 50 Kg de N/ha aplicado a la siembra junto a la semilla.
- 3) Urea dosis de 25 Kg de N/ha aplicado 20% a la siembra, 40% activo macollaje(10/XII/98), 40% en diferenciación de primordio floral(28/XII/98).
- 4) Urea dosis de 50 Kg de N/ha aplicado 20% a la siembra, 40% activo macollaje, 40% en diferenciación de primordio floral.
- 5) Urea dosis de 50 kg de N/ha aplicado en diferenciación de primordio floral.
- 6) Testigo sin fertilizar

El tamaño de parcela fue de 25 m². El diseño utilizado fue en bloques al azar con 4 repeticiones.

La siembra se efectuó el 20/X/98 con el cultivar Don Juan INTA. La emergencia se produjo el 28/X/98.

La inundación definitiva se produjo el 1/XII/98.

Se efectuó la evaluación de rendimiento en grano, efectuando la cosecha el 26/III/99 sobre un área de 20 m², efectuando la trilla en máquina estacionaria. El rendimiento fue expresado con 14% de humedad.

Resultados y discusión

Se hallaron diferencias significativas en el rendimiento entre los diferentes tratamientos ensayados ($P > 0.05$). Los valores de rendimiento para cada tratamiento se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rendimiento en grano para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
1	7334 ab
2	7572 a
3	6446 d
4	6619 cd
5	7048 bc
6	5753 e

Letras iguales no difieren significativamente Test de Duncan ($P > 0.05$).

Los tratamientos que recibieron el fertilizante de lenta liberación (1 y 2) presentaron los mayores rendimientos. El tratamiento 1 no se diferenció del tratamiento 5 que recibió el doble de nitrógeno aportado en diferenciación, y resultó superior a los tratamientos 3 y 4, indicando la mejor eficiencia que presenta este tipo de fertilizante.

En el cuadro 2 se muestra los valores de eficiencia de cada tratamiento.

Cuadro 2. Eficiencia en producción de arroz de los diferentes tratamiento(kg tratado-kg testigo/dosis de N aplicado)

Tratamiento	Eficiencia kg arroz/kg N aplicado
1	63
2	36
3	27
4	17
5	30

Resulta consistente los altos valores de eficiencia hallados para el tratamiento de LPS100, 25 kg N/ha con la información obtenida en experiencias anteriores (Delcanto et al, 1997)

El fertilizante de lenta liberación LPS100 ha mostrado durante 3 años mejores resultados que la urea para fertilizar arroz. La características de entregar el fertilizante gradualmente, acompañando los requerimientos de la planta, le permite obtener mejores resultados desde le punto de vista de productividad total, así como de mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno aportado.

Bibliografía

- Delcanto, R.; Livore, A.B. y Arguissain, G.G. 1997. Fertilizante de lenta liberación para arroz irrigado. Dosis y época de siembra. PROARROZ. Resultados Experimentales 1996-1997. Vol. VI pág 53-56
- Berisso, L.; Arguissain, G.G. y Livore, A.B. 1996. Fertilizante de lenta liberación para arroz irrigado. PROARROZ. Resultados Experimentales 1995-1996. Vol. V pág 54-56

FERTILIZACIÓN DE ARROZ

De Battista, J.J.; Marzoratti, N.B.; Navarro, M.A. y Arinci, R.

Introducción

El aumento de la producción de arroz en la provincia de Entre Ríos en los últimos 5 años se debió, por una parte a la expansión del área cultivada por incorporación de nuevas tierras y a una mayor frecuencia del arroz en la rotación, y por otra al aumento de los rendimientos asociado a cultivares más productivos, mejor control de malezas y mayor uso de fertilizantes. La fertilización es una práctica que no representa más del 5 al 7 % del costo de producción de arroz en Entre Ríos y puede producir importantes aumentos en los rendimientos principalmente en los lotes con un uso intensivo con arroz.

Para un uso eficiente de los fertilizantes es necesario conocer los requerimientos del cultivo y tener referencias locales de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de las respuestas esperadas.

Los resultados de ensayos de fertilización en campos de productores muestran una alta frecuencia de respuesta a nitrógeno, respuestas menos frecuentes a fósforo y ausencia de respuesta a potasio.

Se han establecido los requerimientos de nitrógeno para los cultivares El Paso 144 y San Miguel INTA (16 y 21 kg de N/tn de grano, respectivamente) y que la respuesta a la fertilización nitrogenada está inversamente relacionada con el contenido de materia orgánica del suelo y se estableció 4,3 % como valor por debajo del cual hay una alta frecuencia de respuesta. En cuanto al fósforo, si bien el 80 % de los suelos presentan un contenido bajo (inferior a 8 ppm de P Bray 1), las respuestas a la fertilización han sido escasas. Respecto al potasio la falta de respuesta se explica por los contenidos medios a altos que presentan la mayoría de los suelos arroceros de Entre Ríos.

En este trabajo se presentan los resultados de ensayos en los que se evaluó la respuesta a fósforo y nitrógeno, el efecto del momento de aplicación del nitrógeno y la respuesta a potasio.

1. FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y FÓSFORO

Objetivo

Obtener curvas de respuesta a nitrógeno, con y sin fósforo, para determinar la dosis más conveniente, la frecuencia de respuesta a P y niveles críticos de nutrientes en el suelo para decidir la fertilización.

Materiales y Métodos

Los ensayos se realizaron en establecimientos ubicados en las zonas arroceras noroeste (Guayquiraró) y centro (Laguna Larga y Jubileo) de Entre Ríos. Se utilizaron los cultivares Irga 417 y Don Juan INTA en la zona centro y en Guayquiraró los cultivares Taim y RP2. Los tratamientos se dispusieron con un diseño de parcelas divididas donde la parcela principal fue la fertilización con fósforo (P0 y P30) y en las subparcelas los niveles de nitrógeno. La fertilización fosfatada se realizó en la línea de siembra con la máquina del productor resultando las siguientes dosis de P_2O_5 : Guayquiraró 27 kg/ha; Jubileo 23 kg/ha y Laguna Larga 34 kg/ha. La fertilización nitrogenada (0, 25, 50 y 75 kg de N/ha) se aplicó en forma fraccionada, 50 % en pre-inundación y 50 % en diferenciación.

Caracterización de los sitios experimentales

Guayquiraró: lote ubicado en la zona de influencia del río homónimo, suelo Argiudol ácuico con un uso reciente de arroz alternado. Se sembró el 31 de octubre, las fertilizaciones con nitrógeno se realizaron el 26 de noviembre (plantas con 3-4 hojas) y el 12 de enero (plantas en inicio de diferenciación de espiguillas). Se cosechó el 13 de abril. El ensayo con RP2 fue eliminado debido a que se perdieron varias parcelas por enmalezamiento.

Jubileo: el ensayo se realizó en Estancia Sandoval lote Bandurrias, suelo Argiacuollic Pelludert con un uso de arroz alternado desde hace 20 años. La siembra se realizó el 29 de septiembre y las fertilizaciones con N el 26 de octubre (plantas con 3 hojas) y el 8 de enero (plantas con panojas a 20 cm). La cosecha se realizó el 26 de febrero.

Laguna Larga: establecimiento el Tagüé en Laguna Larga, distrito Lucas Sur 2º, departamento Villaguay, suelo Argiacuollic Pelludert, con un uso agrícola en los últimos 3 años (arroz 96/97, soja 97/98). Se sembró el 23 de noviembre, la fertilización en pre-inundación se realizó el 11 de diciembre (plantas con 5 hojas) y el 14 de enero la fertilización en diferenciación de espiguillas. Se cosechó el 14 de abril.

Cuadro 1. Análisis de suelo de los sitios experimentales.

Sitio	pH	P disp. (ppm)	M.O. (%)	N Total (%)	K (ppm)
Laguna Larga	6.25	7.1	4.49	0.181	506
Jubileo	6.30	4.9	3.86	0.174	370
Guayquiraró	5.15	10.0	2.42	0.104	188

Resultados

Cultivar Don Juan INTA

Jubileo: El rendimiento medio del ensayo fue de 5.509 kg/ha con un coeficiente de variación de 9,6% y una densidad de 230 plantas /m². La fertilización nitrogenada produjo aumento significativo en los rendimientos ($P < 0.01$), el efecto de la fertilización fosfatada no fue

48 Resultados Experimentales 1999

significativo ($P > 0.10$) si bien el rendimiento medio con fósforo fue 264 kg superior al de los tratamientos sin P (Figura 1). No hubo interacción N x P. La respuesta media a nitrógeno fue de 28.2; 15.2 y 19.8 kg de arroz/kg de N para las dosis de 25; 50 y 75 kg de N/ha, respectivamente.

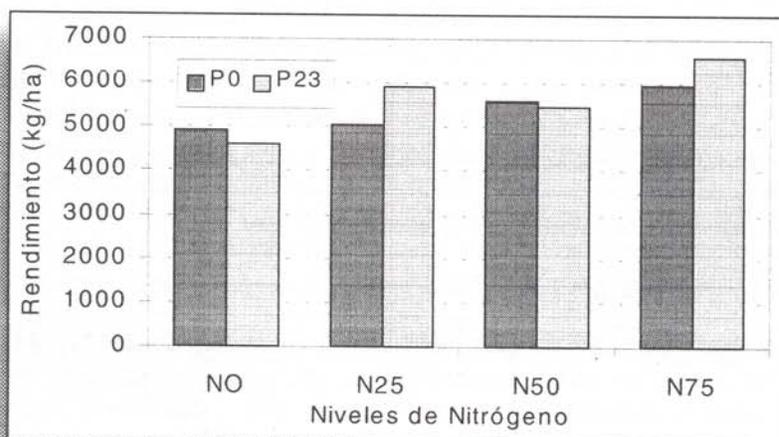


Figura 1. Respuesta a N y P. Cultivar Don Juan INTA. Jubileo.

Laguna Larga: El rendimiento medio del ensayo fue de 8.242 kg/ha (C.V. 5.9 %) con una densidad de 371 plantas/m². Se detectó interacción N x P ($P < 0.08$), los efectos principales de N y P no fueron significativos ($P > 0.10$). Los máximos rendimientos se obtuvieron con los tratamientos N75 P34 y P34 (Figura 2). Estos resultados inducen a pensar en una respuesta a P, pero no se encuentra explicación para la disminución de rendimiento de los tratamientos N25 P34 y N50 P34 respecto a sus homólogos sin fósforo.

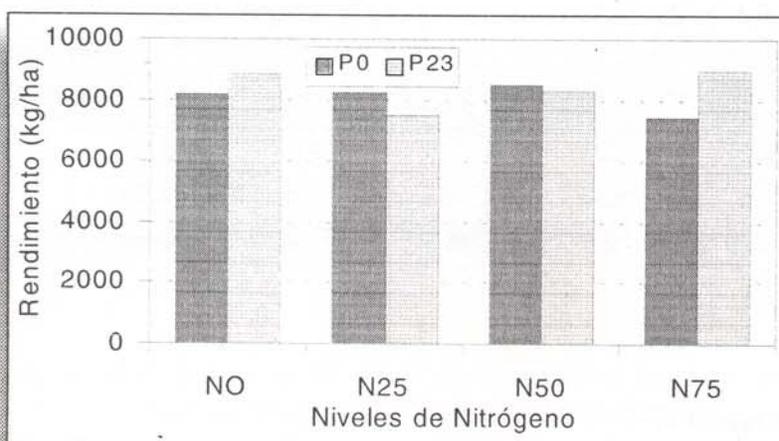


Figura 2. Respuesta a N y P. Cultivar Don Juan INTA. Laguna Larga.

Cultivar Irga 417

Jubileo: El rendimiento medio fue de 7.004 kg/ha (C.V. 13%) con una densidad media de 210 plantas/m². La fertilización nitrogenada produjo aumentos en los rendimientos ($P < 0.10$), no hubo respuesta a fósforo ni interacción N x P (Figura 3). La respuesta media a N fue de 9.6; 16.3 y 18.2 kg de arroz/kg de N para las dosis de 25; 50 y 75 kg de N/ha, respectivamente.

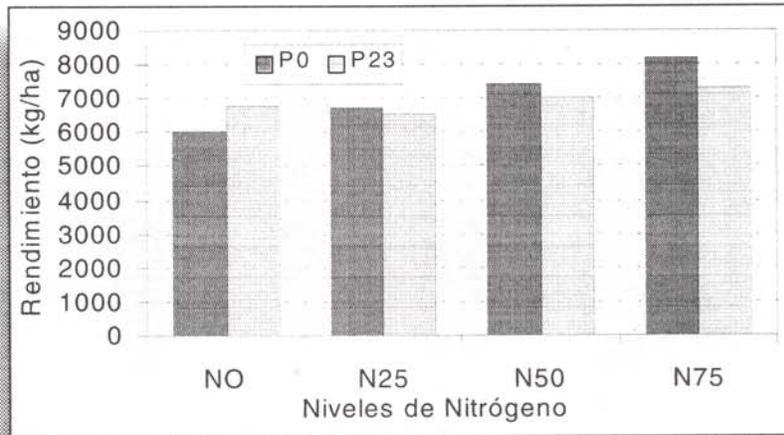


Figura 3. Respuesta a N y P. Cultivar Irga 417. Jubileo.

Laguna Larga: El rendimiento medio del ensayo fue de 9.185 kg/ha (C.V. 5.9 %) con una densidad de 424 plantas/m². No hubo efecto significativo ($P > 0.10$) de los tratamientos de fertilización. No obstante, se observan (Figura 4) rendimientos crecientes con la fertilización nitrogenada hasta la dosis de 50 kg/ha.

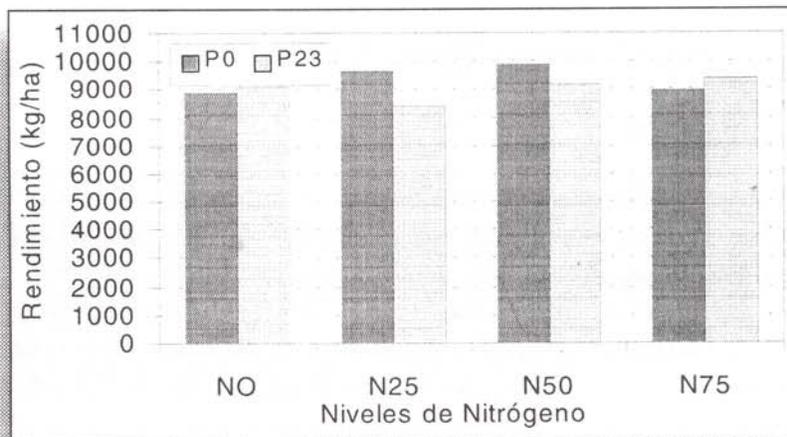


Figura 4. Respuesta a N y P. Cultivar Irga 417. Laguna Larga.

Cultivar Taim

Este cultivar se ensayó solo en Guayquiraró donde el rendimiento medio fue de 6.945 kg/ha con una población de 141 plantas/m². La fertilización nitrogenada produjo aumento en

50 Resultados Experimentales 1999

los rendimientos ($P < 0.08$), la fertilización fosfatada produjo rendimientos inferiores ($P < 0.06$) en todos los niveles de nitrógeno respecto a los homólogos sin P. Si bien el suelo tiene un contenido medio de P disponible (10 ppm) no se ha encontrado una explicación para este resultado. No hubo interacción N x P (Figura 5). La respuesta media a nitrógeno fue lineal entre 0 y 50 kg de N/ha con 42 kg de arroz/kg de N, disminuyendo a 19 kg de arroz/kg de N para la dosis de 75 kg de N/ha.

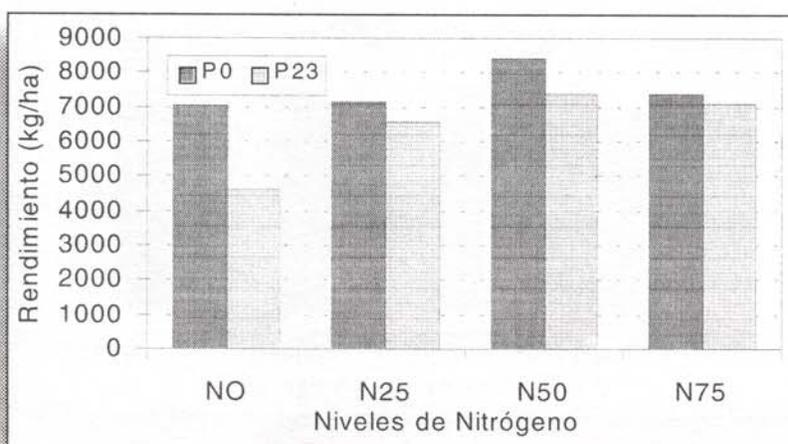


Figura 5. Respuesta a N y P. Cultivar Taim. Guayquiraró.

2. FERTILIZACIÓN CON POTASIO

Objetivo

Explorar la respuesta a potasio cuando se fertiliza con nitrógeno.

Materiales y Métodos

En cada repetición de los ensayos N-P se agregaron dos parcelas con los tratamientos NK y NPK que se compararon con sus homólogos sin potasio. Las dosis fueron 50 kg de nitrógeno como urea aplicada en forma fraccionada en pre-inundación y diferenciación, las dosis de fósforo fueron 23, 27 y 34 kg de P_2O_5 /ha en Jubileo, Guayquiraró y Laguna Larga, respectivamente, como fosfato diamónico en el primero y superfosfato triple de calcio en los otros y la dosis de potasio fue de 45 kg de K_2O como cloruro de potasio. El fósforo y el potasio se aplicaron a la siembra. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza considerando dos factores: fósforo y potasio.

Resultados

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos para los distintos tratamientos y la comparación con y sin potasio. En ninguno de los ensayos hubo respuesta significativa a potasio ($P > 0.10$). El cultivar Don Juan INTA mostró una tendencia a aumentar los rendimientos con

la fertilización potásica a pesar de que los suelos presentaron una buena disponibilidad de este nutriente, 904 kg de K/ha en Laguna Larga y 666 kg de K/ha en Jubileo, mientras que el cultivar Taim no respondió a la fertilización a pesar de una menor disponibilidad de potasio, 338 kg/ha.

Cuadro 2. Respuesta a potasio. Rendimiento (kg/ha).

Ensayo	Variedad	N	NP	NK	NPK	+K	-K
Laguna Larga	Don Juan	8471	8306	8708	8878	8793	8389
Jubileo	Don Juan	5618	5449	6195	5648	5919	5534
Laguna Larga	Irga 417	9879	9133	8994	9181	9087	9506
Jubileo	Irga 417	7400	7026	7244	6684	6964	7213
Guayquiraró	Taim	8419	7387	6719	5869	6294	7903

Estos resultados muestran un diferente comportamiento de Irga 417 y Don Juan INTA frente a la fertilización con potasio y sugieren una diferente habilidad de los cultivares para utilizar el K disponible en el suelo. Como este comportamiento no se observó en la campaña anterior se considera necesario un mayor número de casos para verificarlo.

3. MOMENTO DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO

Objetivo

Estudiar el efecto del momento de aplicación y la dosis de nitrógeno sobre la elaboración del rendimiento de los cultivares, para elaborar criterios de manejo de la fertilización nitrogenada.

Materiales y Métodos

Los ensayos se implantaron en forma contigua a los anteriores siguiendo la metodología explicada en el punto 1. Los tratamientos resultan de la combinación de tres momentos de aplicación con 2 dosis de nitrógeno.

Momentos de aplicación: M-D 50% en macollaje y 50% en diferenciación, MAC 100% en macollaje, DIF 100% en diferenciación.

Dosis :25 y 50 kg de N/ha.

Las aplicaciones de macollaje se hicieron al inicio de este período con las plantas entre 3 y 5 hojas, uno a tres días antes de inundar.

Las aplicaciones en diferenciación se realizaron cuando los ápices de las plantas estaban en estado 8 y 9 (fin diferenciación de los raquis secundarios, inicio diferenciación de espiguillas) en Guayquiraró y Laguna Larga. En Jubileo la aplicación se realizó cuando las panojas estaban a 15-20 cm de la base (aproximadamente estado 18).

Resultados

En ninguno de los ensayos hubo efecto significativo del momento de aplicación ($P > 0.10$), sólo en Guayquiraró la dosis N50 superó significativamente ($P < 0.07$) a la de N25, no se detectó interacción momento x dosis en ningún ensayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del momento de aplicación y dosis de N. Rendimientos (kg/ha).

Ensayo	Variedad	M-D	MAC	DIF	N25	N50
Laguna.Larga	Don Juan	8344	8521	8886	8605	8562
Jubileo	Don Juan	5328	5603	4903	5207	5349
Laguna.Larga	Irga 417	9778	9239	9570	9257	9800
Ea.Sandoval	Irga 417	7066	7574	7007	7057	7374
Guayquiraró	Taim	7789	7305	7639	7018	8132

En Jubileo los rendimientos más altos se lograron con la aplicación en macollaje en ambos cultivares debido a que la aplicación en diferenciación se realizó tardíamente cuando el número de granos/m² ya estaba fijado y a las relativamente bajas densidades de plantas. Mientras que en Laguna Larga, con una alta densidad de plantas, la aplicación en macollaje fue superada por la aplicación en diferenciación. En Guayquiraró las aplicaciones fraccionada y en diferenciación tuvieron rendimientos ligeramente superiores a la aplicación en macollaje.

Con los resultados obtenidos en los cultivares Irga 417 y Don Juan INTA en las campañas 97/98 y 98/99 no se puede establecer un momento óptimo de aplicación de nitrógeno. Éste debe razonarse en función del estado del cultivo principalmente la densidad de plantas, así, con densidades bajas (menos de 200 plantas/m²) es conveniente agregar el nitrógeno en macollaje, si la densidad es mayor a 200 plantas/m² es conveniente demorar la fertilización nitrogenada hasta diferenciación, siempre y cuando no haya evidentes síntomas de deficiencia (clorosis) en los primeros estadios del desarrollo del cultivo.

Agradecimiento: *los autores quieren expresar su agradecimiento al personal de los establecimientos donde se realizaron los ensayos cuya valiosa colaboración permitió la realización de estos trabajos.*

CLOROSIS DEL ARROZ EN SUELOS CON CALCÁREO. REVISIÓN

Livore, A.B.

Introducción

La clorosis de los cultivos, incluyendo especies dicotiledóneas y gramíneas, crecidas en suelos con presencia de calcáreo es un problema que ha sido señalado desde 1907 por Molz. En los cultivos de arroz de riego que son sembrados en secano en suelos con calcáreos, suele presentarse el síntoma de clorosis, detención de crecimiento y muerte de plántulas. Este desorden es más frecuente en cultivos de arroz sembrados en épocas tempranas cuando las temperaturas medias son bajas para el crecimiento del arroz.

Si bien la aparición de los síntomas está asociada a suelos con presencia de calcáreos, no todos los años ni todos los suelos con esta característica presentan este problema. La expresión errática de esta limitante hace más compleja la tarea de predicción y por lo tanto la adopción de medidas de prevención.

Sobre la base de antecedentes en otros países se han utilizado diferentes compuestos que incluyen zinc en su composición como sulfato de zinc, óxido de zinc y quelatos de zinc, para recomponer una supuesta deficiencia de este elemento, como tratamientos curativos. Tratamientos con sulfato de amonio también han sido realizados con recuperación del cultivo.

Zinc

Las deficiencias de Zinc han sido reportadas en un amplio rango de condiciones de suelo pero pareciera que son más frecuentes en suelos calcáreos y/o suelos con contenido de fósforo excesivamente alto. Es más, los síntomas de deficiencias de zinc son comunes en plantas que crecen en suelos calcáreos aunque el contenido de zinc de estos suelos no es menor que el de los suelos no calcáreos.

El zinc actúa en la planta fundamentalmente como un metal activador de enzimas (aproximadamente ochenta Vallee 1976) como las enolasas, aldolasas, oxalacetico decarboxilasas, lecitinasas, histidina deaminasa y también como transportador de electrones (Sandaman and Böger 1983).

El Zinc es absorbido como catión bivalente (Zn^{2+}) y los síntomas de deficiencia más sobresalientes son la clorosis internerval y la reducción del crecimiento que estarían ligados a la síntesis o prevención de la degradación de clorofila y a la producción del indolacético (auxina) (Salisbury and Ross 1985). Otros autores describen manchas bronceadas en las hojas que luego se tornan amarillentas (Groth *et al.* 1991).

El Zinc está generalmente más disponible para las plantas en suelos ácidos que en suelos alcalinos. Las deficiencias de zinc no ocurren en todos los suelos alcalinos indefectiblemente, sino que la absorción de este elemento por la planta o mejor su disponibilidad es una función de la acidez del suelo.

Los fertilizantes nitrogenados agregados al suelo inciden en forma importante en la disponibilidad del Zinc, ya que diferentes fuentes de nitrógeno resultan en diferentes valores de

54 Resultados Experimentales 1999

pH del suelo. El sulfato de amonio tiene el mayor efecto acidificante y el nitrato de sodio el menor. Estudios de fisiología demuestran que la mayor absorción de Zinc se produce a los menores valores de pH y que la mayoría de las deficiencias ocurren dentro del rango de 6-8 de pH. En el rango de pH 6-7.9, la solubilidad del zinc es altamente dependiente del pH y las reacciones de quimiadsorción regulan la concentración de la solución de equilibrio en el suelo. (Singh and Abrol 1985).

La disponibilidad del zinc para las plantas esta condicionada a varios factores del suelo como son pH, nivel de fósforo, contenido de materia orgánica y la adsorción por arcillas.

Los síntomas de deficiencias de zinc se acentúan en presencia de alto contenido de fósforo, y alta compactación del suelo. Si bien la simple precipitación del fosfato de zinc no explica completamente el fenómeno de deficiencia del elemento, es también cierto que la solubilidad del metal se reduce en presencia de altas concentraciones de fosfatos. La aplicación de fósforo y zinc simultáneos a diferentes dosis redujo la concentración y la absorción del zinc en forma significativa en los estudios realizados por Singh and Singh (1980).

En otro estudio conducido por Mandal y Haldar (1980) el efecto depresivo del agregado de fósforo al suelo se observó sobre el contenido de zinc, cobre y hierro extractable del suelo indicando una acción del P sobre la disponibilidad de otros metales además del zinc.

El alto contenido de materia orgánica también ha sido asociado al incremento de los síntomas de deficiencia de zinc, sin embargo es muy difícil discernir entre el efecto de los componentes orgánicos de fósforo y el resto de la materia orgánica. También se ha sugerido que la microflora de un suelo rico en materia orgánica podría ser la responsable de la baja disponibilidad o inmovilización de este elemento.

Numerosos estudios han demostrado que el zinc es adsorbido por varios tipos de minerales de arcillas y por los carbonatos de calcio y magnesio. Aún más, cuanto mayor es el contacto entre el zinc y el complejo arcilla-calcio, menor es la cantidad de zinc que se puede extraer con acetato de amonio, que es una forma de medir el zinc en el suelo. El zinc es fuertemente adsorbido por el carbonato de magnesio, seguido por el bicarbonato de calcio y en menor grado por el carbonato de calcio. (Farrar and Pickering 1979).

En general el zinc tiene la tendencia a formar varios compuestos de baja solubilidad en los suelos. La precipitación del zinc como carbonato, hidróxidos y fosfatos reduce ciertamente a bajos niveles el zinc disponible. En el otro sentido si se bajan los valores de pH de un suelo alcalino se disuelven los precipitados de zinc y se aumenta el zinc disponible.

Paralelamente se ha comprobado en columnas de lixiviación que el sulfato de zinc colocado en la superficie de la columna se encontraba en los primeros dos centímetros y medio después de haber pasado agua por la misma. Esto indica claramente la poca movilidad del metal en el suelo.

El contenido de zinc en planta varía considerablemente según la especie y va de 20 a 100 ppm. El arroz tiene un nivel crítico de zinc en planta de 15 ppm por debajo del cual se presentan síntomas de deficiencia. (Forno *et al.* 1975). Sin embargo el contenido en planta no necesariamente y en todos los casos se asocia a los síntomas. Estos casos se observan cuando a pesar de estar presente en niveles por encima del valor crítico el zinc no está disponible a nivel celular.

Hierro

Las deficiencias de Hierro en la planta de arroz está caracterizada por una marcada clorosis internerval al igual que la del Zinc aunque se manifiesta primero en las hojas más jóvenes. Eventualmente la clorosis se extiende a las nervaduras y toda la hoja se torna amarillenta. Se ha sugerido que el amarillamiento se debe a una rápida inhibición de la formación de la clorofila. También se debe tener en cuenta que el Hierro se acumula en las hojas más viejas y que es relativamente inmóvil en el floema probablemente debido a que se encuentra precipitado formando compuestos orgánicos de fosfato férrico. Uno de estos compuesto es el complejo de hierro y proteína denominado **fitoferritin** que es la forma de almacenaje más importante.

El Hierro es esencial porque forma parte de ciertas enzimas y de numerosas proteínas que transportan electrones en los procesos de fotosíntesis y respiración cambiando en sus estados de reducción y oxidación.

Deficiencias de hierro son encontradas a menudo en suelos con alto *pH* y/o en presencias de carbonatos y bicarbonatos. En el otro extremo de los suelos extremadamente ácidos la abundancia de aluminio soluble restringe la absorción del hierro.

En suelos denominados calcáreos por su alta concentración de carbonatos en la solución del suelo y por su alto *pH* se han encontrado síntomas de clorosis en plantas debido a una falta de hierro. Estos suelos normalmente acumulan más nitratos que amonio y por lo tanto las raíces de las plantas que crecen en ellos están expuestas a altas concentraciones de nitratos y bicarbonatos y ambos aniones están involucrados en la llamada "clorosis inducida por hierro".

Yamada *et al* (1973) trabajando con diferentes tratamientos correctores de problemas de suelo reporta el efecto de las bajas temperaturas sobre la capacidad reductora del suelo y de la mayor disponibilidad del Fe^{2+} cuando aumenta la temperatura.

Un análisis del circuito crítico que sigue el hierro desde el suelo hasta la célula nos permite identificar las etapas claves a estudiar. Sobre este esquema Konrad Mengel (1995) presenta su trabajo, en dicotiledóneas y gramíneas, donde describe que la clorosis inducida por hierro es un desorden fisiológico relacionado a los problemas metabólicos en las raíces y las hojas.

La hipótesis de estos autores se basa en que tanto los bicarbonatos como los nitratos inducen "clorosis por hierro" debido a que ambos aumentan el *pH* del apoplasto de la raíz y la hoja deprimiendo el proceso de reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} que es la forma de translocación de este elemento a través de la membrana plasmática. El proceso de translocación es regulado por la FeIII reductase y su actividad es *pH* dependiente con un óptimo *pH* 4. (Tagliavini *et. al.* 1994; Mengel *et al.* 1994). Bajo la misma hipótesis, Toulon *et al.* (1992) reporta que la actividad de esta enzima a *pH* 8 se reduce a solamente un 20% de la actividad que posee a *pH* 4.

El trabajo de K. Mengel (1995) señala que, en las raíces de plantas crecidas en suelos calcáreos y que presentan clorosis, la concentración de Fe es varias veces más alta que la concentración en las hojas. Esto demostraría que la disponibilidad de Hierro en el suelo no es la limitante que resulta en el síntoma sino que la translocación del elemento no es suficiente. Continuando con su análisis también menciona que las hojas cloróticas suelen tener un alto contenido de hierro, a veces superior a las verdes normales. En un principio parecería un contrasentido, sin embargo, extrapolando, el fenómeno de restricción en la translocación a través de la membrana, a las células de las hojas, resulta razonable que encontremos una alta

56 *Resultados Experimentales 1999*

concentración en el apoplasto y baja en el simplasto (o citosol). Como lo que se mide es hierro total de la hoja no se puede discernir entre uno y otro.

La confirmación práctica de esta hipótesis se observa cuando por medio de una simple aplicación de un ácido diluido, para reducir el pH del apoplasto, se logra revertir el síntoma.

Comentarios

Sin pretender ser exhaustivo se han mencionado numerosas variables que contribuyen o están involucradas en la expresión del síntoma de clorosis en plantas crecidas en suelos con presencia de calcáreo.

Las prácticas utilizadas hasta el momento para aliviar el síntoma se han orientado a la utilización de compuestos con Zinc asumiendo que la deficiencia de este elemento es la causante del problema. Sin embargo la utilización de sulfato de amonio también mejora el estado de las plantas y no contiene Zinc.

La aparición errática de los síntomas de clorosis en suelos con calcáreo indica que la presencia de esta condición del suelo es necesaria pero no suficiente. Al mismo tiempo no siempre los tratamientos realizados resultan en una recuperación de las plantas señalando que existen otras variables que debemos considerar.

El análisis de las variables climáticas también debería estar contemplado como lo sugieren la alta frecuencia de cultivos afectados en los años de inviernos y primaveras con bajas precipitaciones y temperaturas. Valga como ejemplo el invierno y primavera de 1994 que presentó un muy bajo régimen de lluvias y bajas temperaturas (INTA 1994). Estas condiciones fueron favorables, probablemente, para generar una alta proporción de nitratos, una baja capacidad de reducción del suelo y una menor producción de H⁺ por la raíz, que se asociaron a numerosos casos de clorosis.

La experimentación se ha limitado a realizar tratamientos con productos con zinc y bajo un esquema relativamente simplista. El análisis integral de todas las variables permitirá, por lo menos, orientar una investigación racional y eventualmente generar soluciones a este problema.

Ante estas evidencias y las referencias disponibles en la bibliografía es posible elaborar un proyecto para la identificación de las causas y la comprensión de los procesos que inciden en la manifestación de este síntoma.

Bibliografía

- Forno, D.A., S. Yoshida and C.J. Asher. 1975. Zinc deficiency in rice I. Soil factors associated with the deficiency. *Plant Soil* 42: 537-550.
- Groth, D.E., M.C. Rush and C.A. Hollier. 1991. Rice diseases and disorders in Louisiana. *Bulletin* N° 828.
- INTA. 1994. Boletín Agrometeorológico mensual. EEA C. del Uruguay E.R.
- Mandal, L.N. and M. Haldar. 1980. Influence of phosphorus and zinc application on the

- availability of zinc, copper, iron, manganese, and phosphorus in waterlogged rice soils. *Soil science* 130(5):251-257.
- Mengel, K., R. Planker and B. Hoffmann. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and iron chlorosis of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of plant nutrition* 17 (6) 1053-1065.
- Mengel, K. 1995. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. In J. Abadia (ed.) *Iron nutrition in soils and plants*, 389-397. Kluwe Academic Publisher. Dordrecht, The Netherlands.
- Molz, E. 1907. Untersuchungen über die chlorose von Reben. Ph. D. Thesis, *University Jena*.
Citado por Mengel K. 1995
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. Zinc. *Mineral Nutrition*. in *Plant Physiology*. Pg. 113.
- Sandman, G. and P. Böger. 1983. The enzymological function of heavy metals and their role in electron transfer processes of plant. In Lächli, A. and R.L. Bielecki (eds.) pg. 563-596.
- Singh, M. and S.P. Singh. 1980. Zinc and phosphorus interaction in submerged paddy. *Soil Science* 129(4):282-289. Farrah, H. and Pickering. 1979. PH effects in the adsorption of heavy metal ions by clays. *Chem. Geol.* 25:317
- Singh, M.V. and I.P. Abrol. 1985. Solubility and adsorption of zinc in a sodic soil. *Soil science* Vol. 140 N°6:406-411.
- Tagliavini, M., D. Scudellari, B. Marangoni and M. Toselli. 1994. Acid-spray greening of kiwifruit leaves affected by lime-induced Fe chlorosis. In J. Abadia (ed). *Iron nutrition in soils and plants*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Toulon, V., H. Sentenae, J.B. Thibaud, C. Davidian, C. Moulineau and C. Grignon. 1992. Role of apoplast acidification by the H⁺. Effect on the sensitivity to pH and CO₂ of iron reduction. *Planta* 186:212-218.
- Vallee, B.L. 1976. Zinc biochemistry: a perspective. *Trends in Biochemical Sciences* 1:88-91
- Yamada, K., M. Tadaki and M. Kobayashi. 1973. Studies on the soil pollution caused by heavy metals. 2. Effects of soil amendment on the growth and the reduction of cadmium absorption of rice plants. *Bull. Gunma Pref. Agri. Exp. Sta.* 13:47-66. **Citado en Science of the Rice Plant Vol. II Physiology pg 1018.**

Fundación Proarroz

Socios Fundadores

- Agropecuaria Santa Inés S.A.
- Arroz El Grande P. Suen
- Asociación de Ingenieros Agrónomos del Nordeste de E. Ríos (AIANER)
- Asociación Plantadores de San Salvador
- Bell, Alcides Francisco
- Buchanan, Tomás
- Carblana S.A.
- Carlos Popelka S.A.
- Carogran S.A.
- Caupolicán (Ansaldi)
- Challiol, Alberto
- Cooperativa Arroceros San Salvador
- Cooperativa Arroceros de Gualeguaychú
- Cooperativa de Arroceros Sarmiento de Concepción del Uruguay
- Cooperativa de Arroceros Villa Elisa
- Cooperativa San Martín de Los Charrúas
- Empresa Duval Flores
- Federación de Cooperativas Arroceras (FECOAR)
- Gobierno de la Provincia de Entre Ríos
- Industrias Villa Elisa S.A.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- La Arroceros Argentina S.A.
- Lande, Jorge
- Loitegui S.A.
- Marcos Schmuckler S.A.
- Menéndez S.A.I.C.A.
- Molinos Arroceros del Litoral S.A.
- Molino Arroceros Entre Ríos S.A.
- Molino Arroceros La Loma S.R.L.
- Molino Arroceros Río Paraná
- Molino Arroceros San Huberto (Eloy Delasoie)
- Molino Centro S.R.L.
- Molino Río Uruguay S.R.L. (Juan A. Katich)
- Paso Bravo S.R.L.
- Pilagá S.A.
- Sequeira, Silvestre
- Sociedad Arroceros Mesopotámica Argentina (SAMA)

Socios Benefactores

- Agar Cross
- Agosti Hermanos
- Banco de Entre Ríos S.A.
- BASF
- Glencore Cereales
- Monsanto