



Posters relacionados

Respuesta del arroz ecológico a diferentes productos fertilizantes en el delta del Ebro

M. Ribó¹, Chr. Zreik¹, S. Rivaes², J.C. Cirera², F. Tarazona¹, M. Estela¹ y F. Pomares¹

¹ Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (CDAS-IVIA). Apartado oficial. 46113-Moncada (Valencia)

² Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife)

Correo electrónico: ribo_mar@gva.es

RESUMEN

En una parcela de arrozal ecológico localizada en la Finca Piloto de Riet Vell en el Delta del Ebro, se evaluó durante la campaña de 2009 la eficacia de dos abonos orgánicos: gallinaza compostada y un producto comercial (Labinor), elaborado a partir de subproductos cárnicos. Los tratamientos incluidos en el experimento fueron: T₁, testigo (sin fertilización), T₂, T₃ y T₄, gallinaza a dosis de 120, 145 y 170 kg N/ha, y T₅, T₆ y T₇, Labinor a 95, 115 y 135 kg N/ha, respectivamente. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto una respuesta significativa del cultivo a la fertilización orgánica, tanto en desarrollo vegetativo como en la producción. Los rendimientos obtenidos con el abono Labinor fueron superiores a los generados con la gallinaza con todas las dosis. Y el rendimiento más alto se logró con la dosis baja de Labinor (95 kg N/ha). Asimismo la eficiencia del nitrógeno, evaluada como porcentaje del nitrógeno recuperado por el cultivo, registró con el producto Labinor unos valores entre 27 y 31%, mientras que con la gallinaza se obtuvieron unas cifras más bajas (entre 14 y 21%). Algunos parámetros nutricionales del cultivo (contenido de nitrógeno en el grano y de nitrógeno, fósforo y magnesio en la paja) resultaron afectados de forma significativa con la fertilización orgánica. Las cantidades de nutrientes absorbidas por las plantas de arroz (grano+paja) mostraron amplias diferencias en función del abono y dosis aplicada. La mayor absorción de nutrientes correspondió al tratamiento dosis alta (134 kg N/ha) de Labinor.

INTRODUCCIÓN

En las zonas húmedas litorales de la cuenca mediterránea, es habitual la implantación de cultivos de regadío por inundación como son los arrozales. En estos



espacios, considerados por el Convenio RAMSAR y otras directivas europeas, como uno de los ecosistemas de mayor riqueza biológica y diversidad de hábitats, el arrozal juega un papel fundamental, ya que las prácticas agrarias relacionadas con su gestión suponen una importante fuente de alimento para la avifauna, mientras que los campos de cultivo actúan como filtros biológicos, de sedimentación y garantizan el aporte de aguas no salinas.

Pero a pesar de los valores medioambientales positivos que pueden tener estos arrozales, su cultivo por métodos convencionales suele estar asociado a una serie de impactos negativos. Precisamente, en los arrozales que se encuentran dentro o cerca de Parques Naturales 2 protegidos, se debería ser más drástico y permitirse únicamente formas de producción que sean respetuosas con los ecosistemas, como lo es la agricultura ecológica. Parece un contrasentido que, por un lado se establezcan figuras de protección como la Red Natura 2000, de las de mayor peso en la UE, y que por otro se permita la convivencia en el mismo espacio con una agricultura en la que se pueden utilizar plaguicidas de amplio espectro, y donde no se le presta una adecuada atención a la gestión del suelo y del agua.

En lo que respecta al abonado, se suelen utilizar unas dosis de fertilización nitrogenada por encima de las que la planta necesita; además, se considera que la eficiencia del N en el cultivo del arroz es una de las más bajas, debido a las grandes pérdidas de este nutriente derivadas de las condiciones de inundación del suelo (Stutterheim et al., 1994). Según experiencias llevadas a cabo por el Departamento del Arroz del IVIA (Carreres et al., 2000; Carreres, R., 2004), la planta aprovecha tan solo un 20-30% del N aportado con los abonos solubles, mientras que el 25% queda temporalmente inmovilizado, y cantidades de hasta 45-55% se llegan a perder por diferentes mecanismos: volatilización, desnitrificación, arrastre superficial, etc. Por ello, es conveniente realizar estudios de fertilización en agricultura ecológica, así como entender la dinámica de los nutrientes en suelos inundados, ya que va a ser fundamental a la hora de plantear una correcta gestión de los mismos, intentando incrementar al máximo su aprovechamiento, con la subsiguiente disminución de las pérdidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

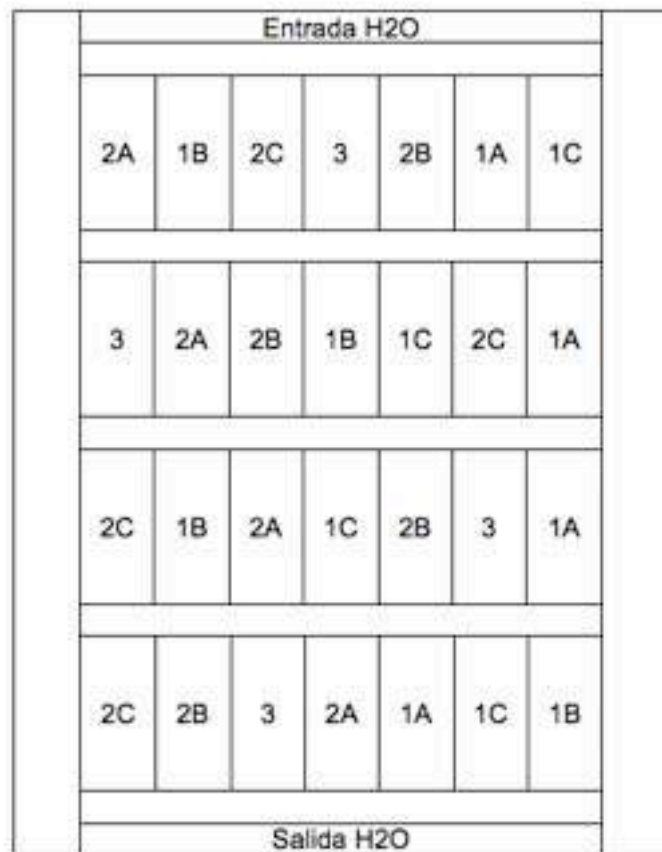
Este ensayo se llevó a cabo en Riet Vell, una finca de 52 ha situada en el Delta del Ebro, donde se produce arroz ecológico desde el año 2001. La parcela experimental contaba con una superficie de 54x224m² , en la que se sembró la variedad de arroz



Tebre, una variedad bastante utilizada en la zona. Se realizó un diseño de bloques al azar, con un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento (Figura 1).

Figura 1. Diseño experimental de la parcela de dinámica de nutrientes: seis tratamientos de fertilización y cuatro repeticiones, dispuestas en cuatro bloques distribuidas de forma aleatoria

Tratamiento	Dosis
1-Gallinaza de Pavo	A: 120 kgN/ha
	B: 145 kgN/ha
	C: 170 kgN/ha
2-Abono cárnico	A: 95 kgN/ha
	B: 115 kgN/ha
	C: 134 kgN/ha
3-Control	



Se evaluó la respuesta del cultivo del arroz a la utilización de dos abonos orgánicos de distinta naturaleza, gallinaza de pavo compostada y un producto comercial a base de subproductos cárnicos, aplicados a diferentes dosis. El principal problema que tiene la utilización de estiércoles o compost como abonado de fondo en un cultivo como el arrozal, es lo difícil que se hace su aplicación, ya que se necesita un esparcidor de estiércol, a pero que no suele ser muy común en las zonas arroceras. Sin embargo, el



producto comercial escogido, no solo tenía la ventaja de ser un fertilizante muy rico en nitrógeno, si no que además estaba formulado como un granulado, por lo que para su aplicación podía utilizarse una simple abonadora, facilitándose enormemente las tareas de aporte y repartición del mismo, abaratando el coste de la aplicación. Los tratamientos incluidos en el experimento fueron: T₁, testigo (sin fertilización), T₂, T₃ y T₄, gallinaza a dosis de 120, 145 y 170 kg N/ha, y T₅, T₆ y T₇, Labinor a 95, 115 y 135 kg N/ha, respectivamente. Las analíticas de cada uno de los abonos utilizados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de la gallinaza de pavo y del producto comercial orgánico, Labinor, utilizados como fertilizante

Gallinaza de pavo	
Humedad muestra a 105°C (%)	41,5
Materia Orgánica Total (%)	60,9
Materia Orgánica Oxidable (%)	53,5
Carbono Orgánico Oxidable (%)	31,1
pH (extracto 1:25)	7,30
Nitrógeno total (%)	4,97
Nitrógeno amoniacal (ppm)	3009
Nitrógeno nítrico (ppm)	320
Relación C/N	6,24
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	8,50
Potasio, K ₂ O (%)	4,58
Conductividad Eléctrica (extracto 1:5) (dS/m)	53,5
Labinor	
Humedad muestra a 105°C (%)	12,9
Materia Orgánica Total (%)	37,8
Materia Orgánica Oxidable (%)	18,4
Carbono Orgánico Oxidable (%)	10,7
pH (extracto 1:25)	6,53
Nitrógeno total (%)	7,91
Relación C/N	1,35
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	4,64
Potasio, K ₂ O (%)	4,55
Conductividad Eléctrica (extracto 1:5) (dS/m)	42,0



El abonado de cada subparcela se realizó de forma manual, con unos días de antelación a la siembra. Durante el desarrollo del cultivo, se analizó el estado nutricional en la hoja bandera, con la finalidad de detectar posibles carencias en un momento en que los requerimientos de la planta son muy elevados. Además, en el momento de la cosecha, se hicieron mediciones de altura, productividad del grano (referida al 14% de humedad relativa), contenidos de nutrientes en grano y paja; también, se calcularon las extracciones de nutrientes por la planta de arroz y la eficiencia de cada uno de los fertilizantes utilizados. Para evaluar la eficiencia de los fertilizantes se aplicó el método de la diferencia que se refleja en la expresión siguiente:

$$\text{Efic.Fert.} = \frac{\text{N extr.trat.x} - \text{N extr.testigo}}{\text{N aportado}} \times 100$$

Siendo:

Efic. Fert.: la eficiencia del N contenido en el fertilizante.

N extr.trat.x: N extraído por las plantas en un tratamiento X.

N extr. testigo: N extraído por las plantas en el testigo.

Todas las determinaciones se realizaron siguiendo las metodologías indicadas en los Métodos Oficiales de Análisis de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986) o pequeñas modificaciones de las mismas. La significación estadística del efecto de los tratamientos se realizó mediante análisis ANOVA, utilizando el paquete estadístico Statgraphics 5.0 (Manugistic, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de nutrientes en la hoja bandera

El análisis de nutrientes de la hojas bandera en el momento en que se encuentran el 50% de las panículas formadas, es un indicador del estado nutricional del cultivo en un estado fenológico en el que hay grandes requerimientos nutricionales.

Respecto a los contenidos de macronutrientes obtenidos en las hojas bandera (Tabla 2) puede observarse que el nitrógeno y el azufre han sido los únicos nutrientes que mostraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de fertilización,



observándose que ambos aumentaron de forma significativa con los dos productos fertilizantes aplicados; sin embargo, ni entre éstos, ni entre las distintas dosis ensayadas se produjeron diferencias significativas. Para interpretar estos resultados es necesario cotejarlos con unos niveles de referencia establecidos en California para plantas de arroz, variedades de talla baja (Tinarelli, 1989). Al contrastar estos valores, se observa que en el caso del nitrógeno, las hojas bandera correspondientes al tratamiento testigo presentaron unos niveles deficitarios (por debajo de 2,80%) que podrían ocasionar problemas en el crecimiento pero, en cambio, en todos los tratamientos con productos fertilizantes se obtuvieron unos niveles por encima del valor crítico, situados dentro del rango de la normalidad. En lo que se refiere a los contenidos de fósforo y potasio, todos ellos estuvieron dentro de la normalidad, incluido el tratamiento que no recibió fertilización, probablemente porque el suelo de cultivo presenta un contenido adecuado de ambos nutrientes.

Tabla 2. Producción (kg/ha) y altura media (cm) de las plantas de arroz en función del tipo y de la dosis de fertilizante recibida

Tratamiento	Producción media al 14% (kg/ha)	Altura media de las plantas (cm)
Testigo	5.733a	77a
Gallinaza 120 N	6.470b	89b
Gallinaza 145 N	7.061c	89b
Gallinaza 170 N	6.870bc	88b
Labinor 95 N	7.299c	88b
Labinor 115 N	7.252c	89b
Labinor 134 N	7.178c	91b

Producción y altura de la planta

Como era de esperar, en lo que se refiere al porte alcanzado por las plantas de arroz en función del tratamiento de fertilización (Tabla 3), sí que se observó que las plantas que no se abonaron fueron significativamente de menor tamaño (con una disminución de más de 10 cm en la altura), que aquéllas que recibieron un abono orgánico. En todos los tratamientos, el tamaño que alcanzaron las plantas se consideró el adecuado, alrededor de los 90 cm, para la variedad ensayada. Sin embargo, no se presentaron diferencias de crecimiento ni entre el tipo de abono (gallinaza versus Labinor), ni entre las tres dosis ensayadas.



Tabla 3. Efecto de los tratamientos de fertilización en el contenido de macronutrientes (%) en la hoja bandera de la planta

Tratamiento	Contenido de macronutrientes en las hojas bandera (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	2,54a	0,23	1,34	0,36	0,12	0,09	0,25a
Gallinaza 120 N	3,03b	0,23	1,38	0,41	0,14	0,10	0,30b
Gallinaza 145 N	2,94b	0,23	1,30	0,37	0,12	0,10	0,27b
Gallinaza 170 N	3,05b	0,22	1,31	0,40	0,13	0,08	0,28b
Labinor 95 N	2,82b	0,23	1,38	0,39	0,13	0,09	0,28b
Labinor 115N	3,00b	0,23	1,40	0,40	0,14	0,08	0,30b
Labinor 134 N	3,03b	0,23	1,35	0,39	0,13	0,07	0,30b
Significación	0,01	0,32	0,36	0,43	0,33	0,52	0,00

En cuanto a la producción (Tabla 3), se generaron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización respecto al testigo. Así pues, el rendimiento del cultivo sin abonado (5.733 kg/ha) fue significativamente inferior al registrado con el resto de tratamientos; y el rendimiento del tratamiento abonado con gallinaza a base de 120 kgN/ha (6.470 kg/ha) fue inferior al de la dosis intermedia de gallinaza, a base de 145 kgN/ha (7.061 kg/ha) y a todos los abonados con Labinor (7.299, 7.252 y 7.178 kg/ha respectivamente para las dosis de 95, 115 y 134 kgN/ha). La dosis más elevada de gallinaza (170 kgN/ha) dio unos resultados intermedios (6.870 kg/ha). Si tomamos como parámetro de referencia un rendimiento de 7.000 kg/ha, que es el considerado como satisfactorio por los agricultores de la zona, se puede concluir que el aporte de Labinor en todas las dosis ensayadas dio unos rendimientos óptimos, al igual que la gallinaza a dosis intermedia, mientras que los otros tratamientos no resultaron ser tan productivos. En este caso, no parece justificada la utilización de dosis de Labinor por encima de 95 kg N/ha, ya que no repercute en una mejora en el rendimiento del cultivo.

Contenidos de nutrientes en grano y paja

Los contenidos de macronutrientes y micronutrientes en el arroz cáscara se muestran en las Tablas 4 y 5. No se observaron grandes diferencias entre tratamientos. Únicamente se vieron afectados con significación estadística los contenidos de nitrógeno,



registrándose unos valores más elevados que el testigo en todos los tratamientos considerados, excepto la dosis baja de Labinor. A pesar de ello, no hay una relación directa entre una mayor presencia de nitrógeno en el grano y las dosis crecientes de fertilizante orgánico aportado. Para el resto de nutrientes considerados, no se observó un patrón de comportamiento definido. Esto probablemente esté relacionado con la cantidad de parámetros que intervienen en la absorción de nutrientes de los cultivos.

Tabla 4. Contenidos de macronutrientes en el grano de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Contenido de macronutrientes en grano (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	1,09a	0,30	0,36	0,04	0,13	0,11	0,11
Gallinaza 120 N	1,14ab	0,26	0,37	0,04	0,11	0,09	0,11
Gallinaza 145 N	1,15bc	0,26	0,36	0,04	0,11	0,10	0,11
Gallinaza 170 N	1,11a	0,25	0,34	0,03	0,10	0,06	0,11
Labinor 95 N	1,08a	0,27	0,36	0,04	0,12	0,08	0,11
Labinor 115N	1,14bc	0,28	0,37	0,04	0,12	0,08	0,12
Labinor 134 N	1,18bc	0,26	0,36	0,04	0,11	0,05	0,11
Significación	0,05	0,16	0,75	0,65	0,11	0,22	0,59

Tabla 5. Contenidos de micronutrientes en el grano de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Contenido de micronutrientes en grano (ppm)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	10,8	39,1	1,07	17,7	16,3
Gallinaza 120 N	11,8	49,7	0,90	15,4	15,9
Gallinaza 145 N	15,4	42,5	0,88	15,8	14,8
Gallinaza 170 N	19,0	26,4	0,91	15,3	15,9
Labinor 95 N	17,6	33,4	0,97	16,8	16,3
Labinor 115 N	26,4	45,4	0,93	17,0	16,1
Labinor 134 N	15,0	32,5	1,04	16,9	14,9
Significación	0,13	0,34	0,41	0,11	0,42

En cuanto a la distribución de los nutrientes en la planta, se observó que los niveles de nitrógeno y fósforo contenidos en la paja del arroz (Tabla 6) resultaron bastante más bajos que los encontrados en las hojas bandera y en el grano, mientras que esta parte de la planta es la que contiene la mayor proporción de magnesio y sodio. Añadido a esto, parece que el aporte de fertilización orgánica ha inducido la absorción de algunos nutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el magnesio, observándose mayores contenidos en las plantas que han recibido estos aportes, aunque no se ha producido un incremento proporcional a la dosis. La Tabla 7 muestra el escaso efecto que los tratamientos han tenido sobre el contenido de micronutrientes ya que no se observaron diferencias



significativas entre ellos, aunque se observa cierta tendencia a una mayor presencia de boro y hierro en la paja, en aquellas plantas que recibieron alguna modalidad de fertilización orgánica.

Tabla 6. Contenidos de macronutrientes en la paja de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Contenido de macronutrientes en paja (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	0,63a	0,11a	0,88	0,48	0,21a	1,36	0,21
Gallinaza 120 N	0,77b	0,13ab	0,90	0,49	0,24b	1,32	0,23
Gallinaza 145 N	0,77b	0,14b	0,94	0,45	0,23ab	1,44	0,25
Gallinaza 170 N	0,81b	0,13ab	0,99	0,45	0,23ab	1,39	0,24
Labinor 95 N	0,79b	0,15b	0,95	0,49	0,25b	1,25	0,24
Labinor 115 N	0,79b	0,15b	0,93	0,47	0,24b	1,22	0,23
Labinor 134 N	0,79b	0,15b	0,98	0,49	0,24b	1,23	0,23
Significación	0,01	0,02	0,97	0,79	0,04	0,27	0,21

Tabla 7. Contenido de micronutrientes en la paja de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Contenido de micronutrientes en paja (ppm)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	3,74	71,6	0,99	65,7	16,9
Gallinaza 120 N	4,97	72,2	0,99	51,5	18,0
Gallinaza 145 N	4,84	78,9	0,99	59,2	17,2
Gallinaza 170 N	5,06	82,2	0,99	53,9	18,1
Labinor 95 N	6,08	89,0	1,00	71,6	19,2
Labinor 115 N	4,07	85,0	0,99	65,5	18,7
Labinor 134 N	3,35	85,7	1,12	73,5	20,1
Significación	0,99	0,66	0,44	0,26	0,26

Extracción de nutrientes por las plantas de arroz

Las cantidades de macro y micronutrientes extraídos por los órganos de la parte aérea de la planta de arroz (grano, paja y grano+paja) en cada uno de los tratamientos de fertilización comparados se muestran en las Tablas 8-9. Puede observarse que en todos los tratamientos en los que se aplicaron productos fertilizantes se presentaron unas extracciones más elevadas que con el testigo, resultados que reflejan el doble efecto ejercido por los fertilizantes aportados sobre el rendimiento y sobre los contenidos de nutrientes en los órganos de las plantas de arroz. Estos resultados permiten calcular las dosis de fertilizantes orgánicos y minerales que deberían aplicarse para compensar las extracciones de nutrientes que realizan las plantas de arroz, teniendo en cuenta, obviamente, el tipo de gestión que se realice de la paja de arroz (incorporación al suelo o recogida) y el rendimiento previsto. Obviamente, el no aprovechamiento de una parte tan



voluminosa como es la paja de arroz, supone una importante salida de nutrientes en el agrosistema (fundamentalmente de potasio, calcio y magnesio), así como el desecho de un aporte de materia orgánica al suelo. Así pues, el reciclaje de nutrientes, quedaría en parte cubierto con la aportación directa de los residuos de la paja al suelo. La misma equivaldría a 30-38 kg/ha de nitrógeno que retornarían al terreno, equivalente a alrededor del 35-40% de la extracción nitrogenada realizada por el cultivo. Estos resultados son similares a los comentados por otros autores (Girona, 1998).

Tabla 8. Extracción total de macronutrientes en la planta de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Extracción total de nutrientes grano+paja (Kg/ha)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	74,1	18,5	46,4	17,6	13,18	49,7	12,19
Gallinaza 120 N	92,8	19,5	55,3	20,9	15,32	56,3	14,75
Gallinaza 145 N	104,6	21,9	64,2	22,7	16,8	70,8	17,9
Gallinaza 170 N	97,7	19,6	60,0	19,9	15,29	59,5	15,93
Labinor 95 N	103,5	23,5	65,4	24,4	18,4	60,8	17,6
Labinor 115 N	109,7	24,7	68,1	25,2	19,2	64,6	18,2
Labinor 134 N	110,9	23,2	69,7	25,6	18,6	62,3	17,9

Tabla 9. Extracción total de micronutrientes en la planta de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamiento	Extracción total de nutrientes (grano+paja mg/ha)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	65,4	428	8,51	303	145
Gallinaza 120N	84,9	556	8,82	285	158
Gallinaza 145 N	115	615	9,84	364	167
Gallinaza 170N	132	486	9,35	307	167
Labinor 95N	138	611	10,5	428	189
Labinor 115 N	184	696	10,6	424	191
Labinor 134 N	109	613	11,8	458	189

Eficiencia de los fertilizantes

Cuando se analizan estos resultados (Tabla 10) se puede constatar que, el producto Labinor mostró unos valores de eficiencia del nitrógeno mucho mayores (27-31%) que los que se obtuvieron con la gallinaza (14-21%). Parece que el mayor aprovechamiento de ambos fertilizantes se consigue con la aplicación de las dosis intermedias de los mismos.



Tabla 10. Efecto de los tratamientos de fertilización en la eficiencia del nitrógeno

Tratamiento	Eficiencia del nitrógeno %	
Testigo	-	
Gallinaza 120N	16	
Gallinaza 145 N	21	
Gallinaza 170N	14	
Labinor 95 N	31	
Labinor 115 N	31	
Labinor 134 N	27	

CONCLUSIONES

En el ensayo de abonado orgánico realizado se ha constatado que los dos productos fertilizantes comparados fueron eficaces para lograr unos contenidos de nitrógeno en las hojas bandera adecuados para el cultivo de arroz, frente a un valor deficiente en las hojas del testigo (sin fertilización).

Además, el aporte de fertilizante orgánico ha generado un mayor crecimiento de las plantas, aunque no hay una relación directa entre el incremento en altura y las dosis crecientes de abono utilizadas. Con las tres dosis de Labinor se han obtenido unos rendimientos satisfactorios para el cultivo de esta variedad de arroz, y algo más bajos con la gallinaza.

Los contenidos de nutrientes en el grano y paja resultaron poco afectados por los distintos tratamientos de productos fertilizantes, registrándose únicamente diferencias significativas en el contenido de nitrógeno en el grano, y en los contenidos de nitrógeno, fósforo y magnesio de la paja.

La extracción de nutrientes por los órganos de las plantas (granos y paja) mostró una correlación estrecha con la cuantía de producción, obteniéndose los valores más altos con el tratamiento abono cárnico, Labinor 134 N.

Por último, la eficiencia de los dos fertilizantes aportados como fuente de nitrógeno fue más alta en el caso del producto comercial Labinor (27-31%) que con la gallinaza (14-21%).

AGRADACIMIENTOS



Los autores desean expresar su agradecimiento al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino por la financiación recibida para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

Carreres, R., Sendra, J., Ballesteros, R., García De la Cuadra, J. 2000. Effects of pre-flood nitrogen rate and midseason nitrogen timing on flooded rice. *Journal of Agricultural science*, 134: 379-390.

Carreres, R. 2004. La fertilización del arrozal. *Agrícola Vergel*, 267: 112-127.

Girona, P. 1998. Valores agroecológicos de la agricultura tradicional valenciana: el arroz. *Actas del Congreso de la SEAE: Una alternativa para el mundo del tercer Milenio*. Valencia. 31-39.

MAPA. 1986. *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo III (Plantas, productos orgánicos, fertilizantes, suelos, aguas, productos fitosanitarios, fertilizantes inorgánicos). Madrid.

Stutterheim, N.C., Barbier, J.M., Nougaredes, B. 1994. The efficiency of fertilizer nitrogen in irrigated, direct seeded rice (*O. Sativa L.*) in Europe. *Fertilizer Research*, 37: 235-244.

Tinarelli, A. 1989. Fertilización del arrozal. En: *El arroz*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 163-175.