

RESPUESTA AGRONÓMICA DEL ARROZAL AL ABONADO NITROGENADO



1. Preámbulo

2. Introducción

3. Descripción de los ensayos

4. Resultados

5. Conclusiones

6. Anexo



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado. / [Manuel Aguilar... [et. al.]]. – Sevilla. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2013. **-1-23 p.** Formato digital (e-book) - (Producción Agraria)
Oryza sativa – Arroz – Abonado nitrogenado - Ensayos en campo



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada
Web: creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura y Pesca.
Sevilla, Septiembre de 2013.

Autoría:

Manuel Aguilar Portero ¹
José Luis Fernández Ramírez ¹
María Aguilar Blanes
Clemente Ortiz Romero ¹

¹ IFAPA Centro Las Torres-Tomejil

Agradecimientos

Agricultor Colaborador: D. Carlos Fernández Bermejo (Hisparroz S. A.).

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

Índice



1. Preámbulo.....	4
2. Introducción.....	5
3. Descripción de los ensayos.....	8
Localización.....	8
Condiciones edafo-climáticas.....	9
Material vegetal.....	10
Diseño experimental.....	10
Técnicas y Procedimientos de cultivo.....	10
Indicadores.....	11
4. Resultados.....	12
Respuesta agronómica.....	12
Análisis estadístico.....	15
Nitrógeno foliar.....	16
Lucro cesante.....	18
5. Conclusiones.....	20
6. Anexo.....	22



Más información sobre el Área de Producción Agraria, los ensayos de cereales y visitas demostrativas en:

WEB IFAPA

PORTAL SERVIFAPA

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

1.- Preámbulo

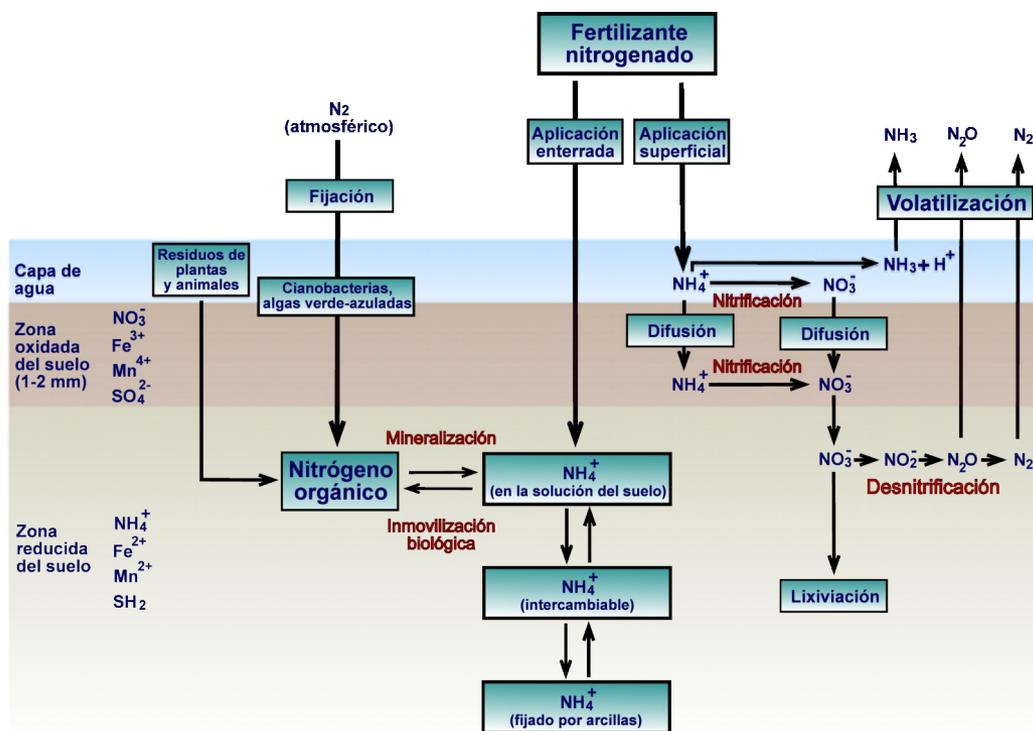
Este documento contiene parte de los resultados derivados del proyecto de investigación “Respuesta Agroambiental del Abonado Nitrogenado, la Quema de Rastrojos y la Inundación Invernal en el Arrozal de las Marismas del Guadalquivir” iniciado y definido por la empresa Herba Ricemills, S.L.U., con la colaboración del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica; dentro de la línea de trabajo sobre la Sostenibilidad del Cultivo del Arroz, común en ambas Entidades. La ejecución de dicho proyecto ha sido llevada a cabo por el IFAPA –con el apoyo de Hisparroz, S.A.- y ha sido financiado por Herba Ricemills, S.L.U. a través de un contrato tipo entre ambas partes.



Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

2.- Introducción

En el arrozal, la inundación provoca un aumento del suministro y disponibilidad del nitrógeno, la inestabilidad de los nitratos y la acumulación de nitrógeno en forma amónica. Ningún otro nutriente está sometido a tantos procesos o transformaciones químicas, en su mayoría llevados a cabo por los microorganismos del suelo.



Para determinar el balance del nitrógeno en el suelo es necesario conocer las distintas fuentes de suministro, las extracciones y pérdidas. El nitrógeno puede llegar al suelo por cinco vías diferentes: mediante aporte de fertilizantes; mediante la mineralización de la materia orgánica; disuelto en el agua de riego; a través de la fijación biológica y posterior mineralización; y, finalmente, arrastrado por la lluvia. Aproximadamente, dos tercios del nitrógeno que absorben las raíces proceden de la mineralización de la materia orgánica. La disponibilidad de nitrógeno en los suelos inundados aumenta con el contenido en materia orgánica, la duración de su desecación previa y el incremento de la temperatura. Por otra parte, las pérdidas de N en el arrozal son debidas a cuatro causas principalmente: arrastre superficial, percolación, desnitrificación y volatilización.

Figura 1. Transformaciones del nitrógeno en el suelo del arrozal (Aguilar M., 2010).

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

2.- Introducción

En las Marismas del Guadalquivir el nitrógeno se aplica principalmente en forma de urea 46%, con menos frecuencia como fosfato biamónico y formando parte de algunos complejos y mezclas. Ocasionalmente se aplica sulfato amónico 21%, amoníaco anhidro y abonos en suspensión.

Los resultados de investigación muestran el valor del abonado de fondo como soporte de un adecuado ahijamiento y como proveedor del nitrógeno conveniente para lograr el número deseado de espiguillas, con un elevado porcentaje de granos llenos, así como aumentar el peso del grano y lograr, por tanto, un óptimo rendimiento final. En nuestras condiciones de cultivo, las aplicaciones en cobertera se consideran un suplemento o socorro del abonado de fondo. Sólo algunos agricultores reservan hasta un tercio del nitrógeno para aplicarlo en cobertera, que debe efectuarse no más tarde del estado fenológico de diferenciación de la panícula.



Figura 2. Momento de aplicación del abonado nitrogenado (a mano).



Figura 3. Momento de la nascencia del arroz.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

2.- Introducción



De acuerdo con la normativa de Ayudas Agroambientales, regida por la "Orden de 24 de marzo de 2011, por la que se aprueban en la Comunidad Autónoma de Andalucía las bases reguladoras para la concesión de subvenciones a las Submedidas Agroambientales en el marco del Programa del Desarrollo Rural de Andalucía 2007-2013, y se efectúa su convocatoria para el año 2011", la cual fue publicada en el BOJA de 4 de abril de 2011, las dosis máximas permitidas de abonado nitrogenado son 125 kg de nitrógeno por hectárea para las variedades Japónica y de 145 kg de nitrógeno por hectárea en el caso de las tipo Índica.

En nuestra opinión, las cantidades máximas permitidas por la Normativa de Ayudas Agroambientales se encuentran por debajo de las necesidades reales del cultivo, especialmente en suelos poco fértiles o con un alto contenido salino. Estas razones nos han motivado a plantear, en el presente estudio, diversos ensayos de respuesta agronómica de variedades, tanto japónica como tipo índica, a diversas dosis de abonado nitrogenado dentro del rango real existente en nuestra zona arrocera, y teniendo en cuenta la Normativa Agroambiental citada. Paralelamente, se pretende determinar si los análisis de nitrógeno foliar son lo suficientemente precisos para detectar pequeños incrementos (especialmente excesos) de las aportaciones nitrogenadas.

El objetivo principal de nuestro trabajo es conocer la respuesta agronómica del arroz a distintas dosis de abonado nitrogenado con el fin de determinar la dosis óptima y de establecer el lucro cesante que suponen para el agricultor las dosis actualmente permitidas. El otro objetivo, es proporcionar información agronómica (respuesta productiva del cultivo, evolución del contenido de nitrógeno foliar, etc.) fiable a los diversos agentes del sector arrocero del sur de España para poder mejorar y optimizar la práctica de la fertilización nitrogenada; y así contribuir a la sostenibilidad tanto económica y social como medioambiental del cultivo.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

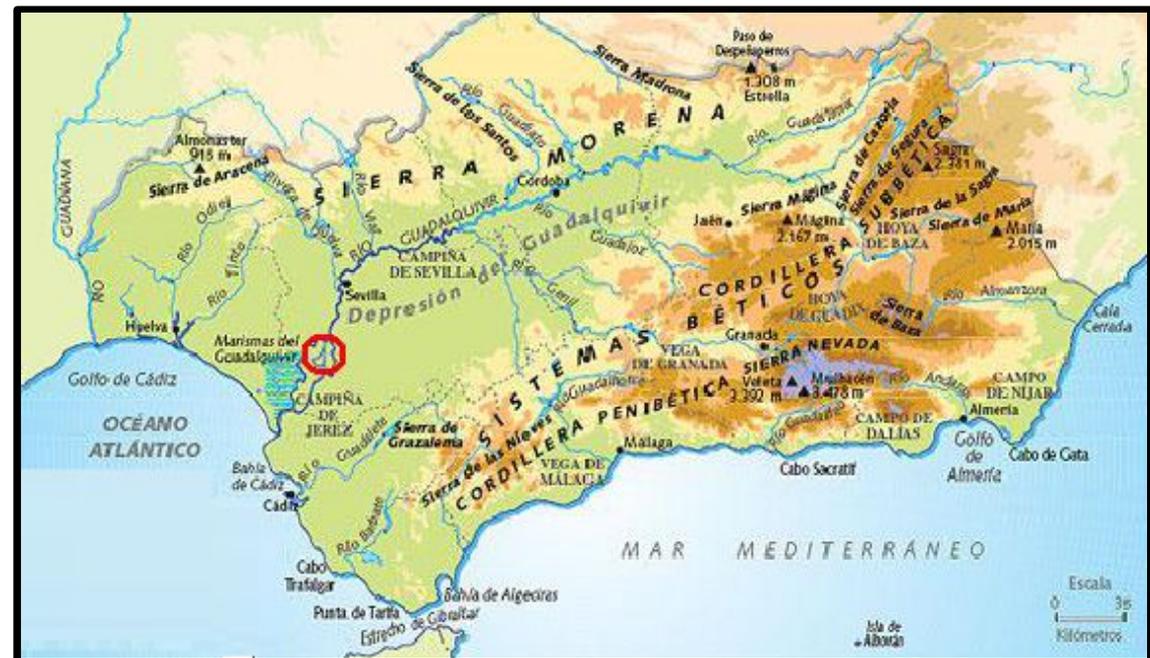
3.- Descripción de los ensayos



Localización.

Los experimentos se llevaron a cabo en la finca Casudis (Hisparroz, S.A.), ubicada en la margen izquierda del Guadalquivir, dentro del término municipal de Puebla del Río (Sevilla), durante las campañas 2011 y 2012. La explotación se sitúa en la comarca de Las Marismas del Guadalquivir, en plena zona arrocera.

Figura 4. Localización de los ensayos.



Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

3.- Descripción de los ensayos

Condiciones edafo-climáticas

Tabla 1. Análisis de suelo. Finca Casudis, Puebla del Río (Sevilla). Campaña 2011.

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDADES	RESULTADO ANÁLISIS
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g	23,2
Porcentaje de sodio intercambiable	%	15,1
Conductividad eléctrica. Ext. 1:5	mS/cm	2,2
pH	1/2.5	8,1
Materia orgánica oxidable	% P/P	2,12
Nitrógeno asimilable	ppm	16,4
Fósforo asimilable	ppm	25,6
Potasio asimilable	ppm	487
Arcilla	%	51,2
Limo	%	41,1
Arena	%	7,7
Clasificación Textura	ARCILLO-LIMOSO	

Los suelos donde se llevaron a cabo nuestros experimentos son llanos, de textura arcillo-limosa, con bajo porcentaje de elementos gruesos y escasa permeabilidad. Se trata de suelos fértiles y no salinos situados en la margen izquierda del río Guadalquivir. Poseen un elevado contenido en potasio y fósforo, así como un nivel medio de materia orgánica (Tabla 1).

En el sur de España, el arroz se cultiva en un ambiente semiárido, con menos de 150 mm. de lluvia a lo largo de su ciclo vegetativo. Los veranos son de carácter seco y cálido, con cielos despejados. No existieron grandes diferencias climáticas entre las campañas (2011 y 2012) en que se llevaron a cabo nuestros experimentos.

Es de destacar que en ambas campañas fue posible regar con agua de bajo contenido salino.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

3.- Descripción de los ensayos

Material Vegetal. Los cultivares utilizados (Tabla 2) han sido Puntal y Guadiagrán. La variedad Puntal, de tipo índica, es la más cultivada en la zona arrocerá sevillana, siendo Guadiagrán una variedad destacada entre las japónicas.

Tabla 2. Variedades ensayadas: tipo de grano y procedencia.

VARIEDAD	TIPO DE GRANO	PROCEDENCIA
PUNTAL	Largo	Hisparroz
GUADIAGRÁN	Medio	Hisparroz

Diseño Experimental. El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con tres repeticiones (dos ensayos anuales, uno por variedad). Se aplicaron cuatro dosis distintas de abonado nitrogenado, tanto en Puntal como en Guadiagrán, aplicadas en fondo manualmente en forma de urea (46%). Las dimensiones de cada parcela elemental fueron de 90 m² (4 m. x 22,5 m.). Se establecieron pasillos perimetrales y de separación entre parcelas y repeticiones. Las dosis de nitrógeno ensayadas en Puntal fueron 130, 145, 160 y 175 kg N / ha, mientras que para Guadiagrán se aplicaron 110, 125, 140 y 155 kg N / ha.

Técnicas y Procedimientos de cultivo. Las prácticas de cultivo (riego, tratamientos, etc.) fueron las habituales de la zona donde se establecieron los ensayos, procurando que todas ellas afectaran por igual a cada una de las parcelas elementales, de forma que el único elemento de variabilidad entre parcelas elementales fuese la dosis de abonado nitrogenado.

La siembra se realizó a mano, el 26 de mayo de 2011 en el primer año de ensayos y el 24 de mayo en el segundo. La cosecha se llevó a cabo con cosechadora convencional el 21 y 16 de octubre, respectivamente.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

3.- Descripción de los ensayos

Indicadores.

Parámetros a determinar (por parcela elemental).

- Ciclo a espigado: número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan espigado.
- Altura de la planta: longitud, expresada en centímetros, entre la superficie del suelo y el extremo superior de la panícula extendida (erecta).
- Encamado: porcentaje de la superficie de la parcela con plantas encamadas. Se estimó visualmente (*de visu*), inmediatamente antes de la recolección. Una planta se considera "encamada" cuando el ángulo que forma su tallo con la superficie del suelo es menor de 30°. Es un índice la tendencia a la caída de una determinada variedad.
- Rendimiento en grano: expresado en kg/ha al 14% de humedad.
- Componentes del rendimiento: se calcularon, por parcela elemental, a partir de dos muestras tomadas al azar con un aro de 0,25 m².

Número de panículas por metro cuadrado.

Número de granos por panícula. Se contaron los granos de 40 panículas por parcela elemental, considerándose sólo los granos llenos.

Porcentaje de granos vacíos.

Peso de los 1000 granos: se contaron 1000 granos procedentes de las muestras, por parcela elemental.

- Rendimiento en enteros: se determinó a partir de una muestra de arroz cáscara seco (200 g). Se efectuó con molinos *Satake* (Modelo THU 35B – 1012282, SATAKE CORPORATION, Japón, 1999).
- Incidencia de plagas y enfermedades: se realizó un seguimiento de la incidencia y severidad de plagas y enfermedades en los ensayos durante el ciclo del cultivo. Cabe destacar que no se registró ninguna incidencia significativa en este concepto.
- Evolución del contenido de nitrógeno foliar en tres estados fenológicos (medio ahijado, diferenciación de la panícula y zurrón temprano). Los muestreos se realizaron tomando el limbo de la última hoja más joven, pero totalmente desplegada, de cada planta muestreada (denominada hoja-Y, por la imagen que forma junto con la hoja aún más reciente que se encuentra todavía enrollada). El tamaño de la muestra fue de 150 hojas por parcela elemental, tomándose de éstas únicamente el limbo foliar, sin la vaina. Los limbos se introdujeron en bolsas de papel y enviados al laboratorio, donde se determinó su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl.
- Finalmente, se llevaron a cabo los correspondientes análisis de la varianza, aplicando el test de la Mínima Diferencia Significativa (M.D.S.).

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados

Respuesta agronómica.

A continuación se exponen las respuestas agronómicas de ambas variedades, en cada uno de los años de ensayo, así como los valores medios de ambas campañas.

En relación a Puntal (Tabla 3), cabe destacar un incremento significativo del rendimiento en grano, correspondiendo el máximo técnico productivo a la dosis de 160 kg N / ha, no existiendo diferencias significativas entre los rendimientos alcanzados con esta dosis y los correspondientes a la de 175 kg N / ha. Con respecto a los componentes del rendimiento, solamente fue significativa la diferencia en el número de panículas por metro cuadrado, lo que parece evidenciar la importancia que tiene un correcto abonado de fondo en la fase vegetativa, a fin de conseguir valores adecuados de dicho primer componente. En los resultados medios de ambas campañas también podemos observar un alargamiento significativo del número de días a espigado entre la dosis máxima y mínima consideradas.

Tabla 3. Respuesta agrofisiológica, rendimiento en grano y rendimiento industrial de la variedad Puntal según distintas dosis de abonado nitrogenado. Puebla del Río (Sevilla). Medias campañas 2011 y 2012.

Dosis de abonado nitrogenado (kg/ha)	Días a espigado	Altura planta (cm)	% de encamado	Componentes del rendimiento				Humedad en recolección (%)	Rendimiento industrial en enteros (%)	Rendimiento en grano (kg/ha al 14% de humedad)
				Panículas / m ²	Granos / panícula	Peso de 1000 granos (g)	% granos vacíos			
130	86 a*	98 a	3,7 a	431 a	88 a	22,5 a	5,0 a	20,0 a	63,8 a	8506 a
145	88 ab	99 a	4,5 a	444 b	91 a	23,5 a	4,9 a	20,1 a	64,0 a	9439 b
160	90 ab	101 a	5,3 a	454 c	94 a	24,1 a	4,7 a	20,4 a	64,6 a	10214 c
175	91 b	103 a	5,5 a	452 bc	95 a	24,1 a	4,7 a	20,5 a	64,8 a	10271 c
Media	89	100	4,8	445	92	23,5	4,8	20,2	64,3	9607
MDS (95%)	4,7	7,2	2,4	8,1	13,7	2,1	0,5	1,1	5,9	767
CV (%)	3,9	5,1	8,7	14,3	11,6	3,7	14,8	8,6	6,2	5,9

*Letras distintas indican valores significativamente diferentes ($P = 0,05$) entre datos.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados

Respuesta agronómica.

Con respecto a Guadiagrán, se observa también un incremento significativo del rendimiento en grano, alcanzándose el máximo técnico productivo a la dosis de 140 kg N / ha, ya que no existen diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos con esta dosis y los correspondientes a la de 155 kg N / ha. Al igual que en Puntal, y en relación a los componentes del rendimiento, solamente se obtuvieron diferencias significativas en el número de panículas por metro cuadrado. Observando los resultados medios de ambas campañas (Tabla 4), se aprecia un incremento significativo del porcentaje de encamado, entre la dosis máxima y mínima ensayadas.

Tabla 4. Respuesta agrofisiológica, rendimiento en grano y rendimiento industrial de la variedad Guadiagrán según distintas dosis de abonado nitrogenado. Puebla del Río (Sevilla). Medias campañas 2011 y 2012.

Dosis de abonado nitrogenado (kg/ha)	Días a espigado	Altura planta (cm)	% de encamado	Componentes del rendimiento				Humedad en recolección (%)	Rendimiento industrial en enteros (%)	Rendimiento en grano (kg/ha al 14% de humedad)
				Panículas / m ²	Granos / panícula	Peso de 1000 granos (g)	% granos vacíos			
110	78 a*	93 a	19,0 a	462 a	62 a	26,1 a	12,0 a	20,1 a	61,7 a	7436 a
125	78 a	96 a	21,0 a	485 b	64 a	26,7 a	11,6 a	20,4 a	62,9 a	8144 a
140	81 a	98 a	25,0 a	494 c	66 a	27,5 a	11,8 a	21,4 a	63,1 a	8899 b
155	82 a	100 a	26,0 a	499 c	66 a	27,5 a	11,5 a	21,6 a	63,5 a	9039 b
Media	80	96	22,8	485	64	26,9	11,7	20,9	63,1	8379
MDS (95%)	6,8	7,9	8,1	8,6	12,9	3,1	8,2	3,6	5,8	709
CV (%)	6,2	5,3	15,4	14,4	12,8	4,2	15,9	8,6	7,2	5,4

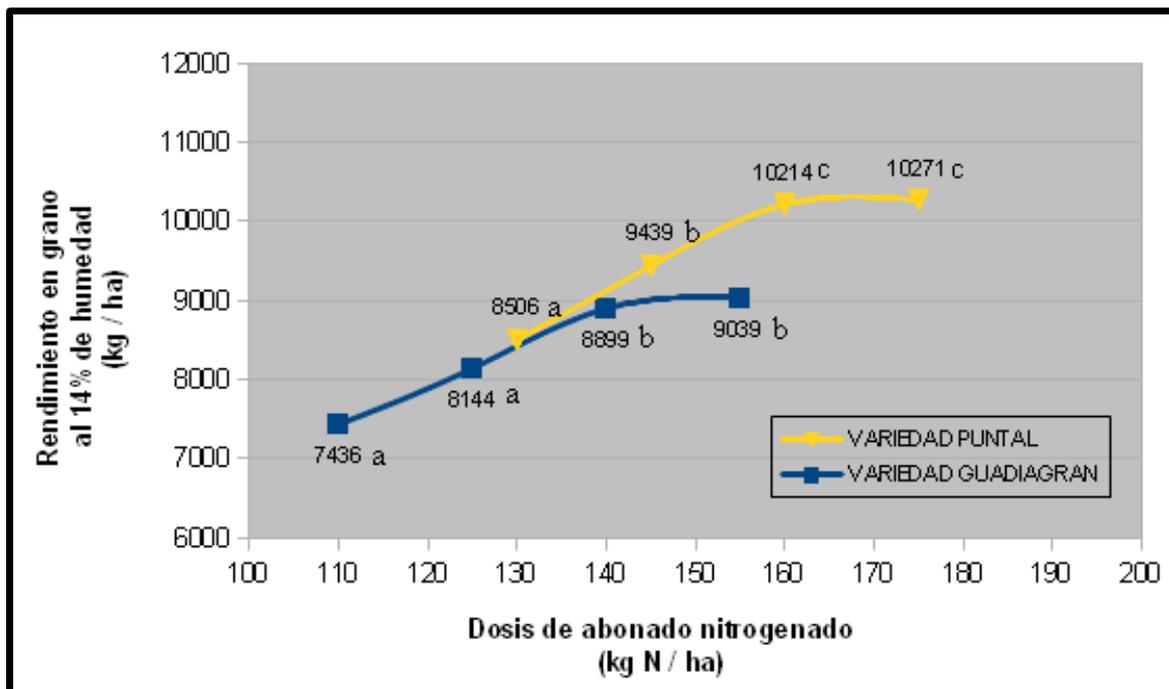
*Letras distintas indican valores significativamente diferentes ($P = 0,05$) entre datos.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados

Respuesta agronómica.

Figura 5. Respuesta productiva de las variedades Puntal y Guadiagrán a diferentes dosis de abonado nitrogenado. Puebla del Río (Sevilla). Media campañas 2011 y 2012.



La figura 5 muestra la evolución del rendimiento en grano según las distintas dosis de fertilizante nitrogenado. Los mayores rendimientos se alcanzaron con la variedad Puntal. El patrón de variación es similar en ambas variedades, en el sentido de apreciarse un incremento productivo de carácter lineal hasta alcanzarse el óptimo técnico correspondiente a cada variedad (10214 kg/ha para Puntal y 8899 kg/ha para Guadiagrán). Posteriormente, la evolución adquiere un carácter asintótico, dado que no existen incrementos significativos de rendimiento. Este comportamiento fue similar en los dos años en los que se llevó a cabo nuestro estudio.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados.

Análisis Estadístico.

Se ha realizado el análisis de la varianza para cada ensayo, determinando su coeficiente de variación (C. V. %) y la mínima diferencia significativa (M. D. S. 95 %) para cada uno de los parámetros considerados.

- El coeficiente de variación se expresa en porcentaje y es una medida de la variabilidad del ensayo y, por tanto, de la fiabilidad de los resultados. Valores bajos de este coeficiente, como los obtenidos en nuestros ensayos, indican alta fiabilidad de los resultados
- En nuestros experimentos, la mínima diferencia significativa establece la mínima diferencia que ha de existir entre los valores de un determinado parámetro de dos dosis de abonado, a fin de que estadísticamente podamos considerarlas significativamente diferentes para el parámetro considerado. En caso contrario, no habría diferencia significativa entre las dos dosis comparadas con respecto a dicho parámetro.
- En las tablas, los resultados marcados con alguna letra coincidente no son significativamente diferentes entre sí.



Figura 8. Aplicación de herbicida

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados.

Nitrógeno foliar.

Se sabe que la acumulación de nitrógeno en los órganos vegetativos es alta durante las primeras etapas de crecimiento, disminuyendo posteriormente de forma progresiva. Después de la floración, se produce una importante translocación del nitrógeno de los órganos vegetativos a los granos. Al aumentar la dosis de abonado nitrogenado se incrementa el contenido en nitrógeno foliar.

Figura 6. Evolución del porcentaje de nitrógeno foliar (limbo de la hoja-Y) según distintas dosis de abonado nitrogenado. Variedad Puntal. Puebla del Río (Sevilla). Media de las campañas 2011 y 2012.

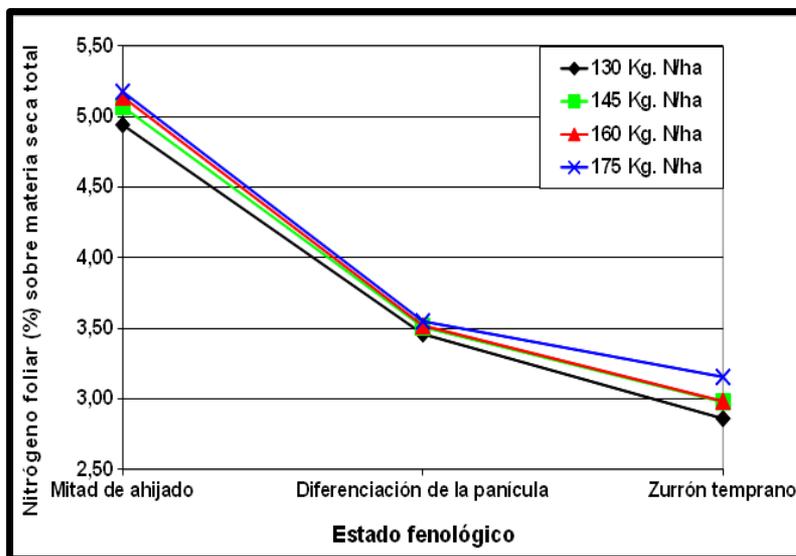
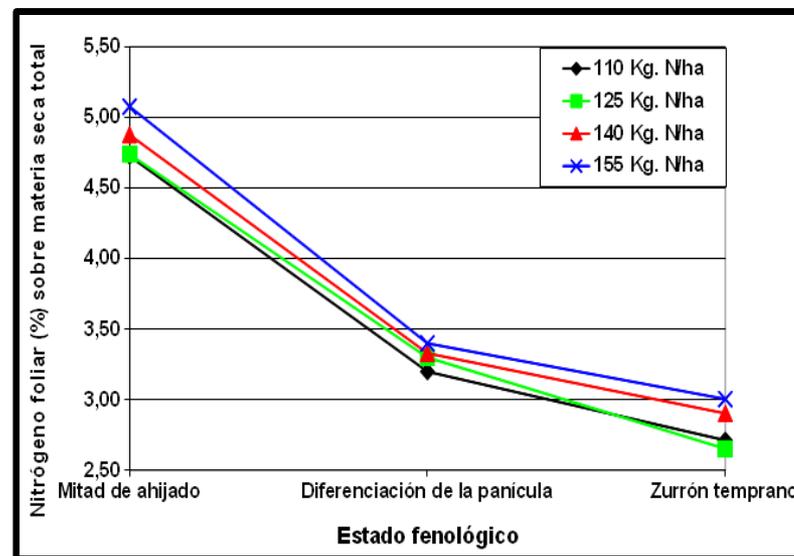


Figura 7. Evolución del porcentaje de nitrógeno foliar (limbo de la hoja-Y) según distintas dosis de abonado nitrogenado. Variedad Guadiagrán. Puebla del Río (Sevilla). Media de las campañas 2011 y 2012.



Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados.

Nitrógeno foliar.

- Los resultados medios de los dos años de estudio de análisis foliares se exponen en la Figura 6 (Puntal) y en la Figura 7 (Guadiagrán), siguiendo un patrón de evolución bastante similar en ambas variedades. Cabe destacar que, para cada variedad, los resultados obtenidos fueron similares en los dos años de ensayos.
- Durante el período considerado, y para cada una de las dosis ensayadas, el contenido de nitrógeno en el limbo de la hoja disminuye significativamente conforme avanza el ciclo vegetativo de la planta, según se aprecia en ambas figuras.
- En general, podemos observar que la evolución del contenido de nitrógeno foliar alcanza valores ligeramente superiores en la variedad tipo indica en cada uno de los tres estados fenológicos muestreados.
- Asimismo, en ambas figuras se aprecia que, en general, el incremento de la dosis de abonado nitrogenado aplicada trae consigo un cierto aumento del contenido en nitrógeno del limbo foliar en cada uno de los tres estados fenológicos; si bien dicho incremento no ha resultado significativo.
- La determinación del porcentaje del nitrógeno en limbo no ha permitido detectar diferencias, de forma significativa, entre las dosis de abonado nitrogenado aplicadas, en nuestras condiciones de ensayo. Sería conveniente continuar esta línea de trabajo.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados.

Lucro cesante.

Para el cálculo del lucro cesante derivado de las limitaciones en abonado nitrogenado que establece la normativa de Ayudas Agroambientales, se ha realizado un análisis comparativo para cada una de las variedades ensayadas,

atendiendo a las dosis máximas permitidas por dicha Normativa (125 kg N / ha en Guadiagrán y 145 kg N / ha en Puntal) y a las dosis recomendadas -u óptimas- que se han obtenido en nuestros experimentos (140 kg N / ha y 160 kg N / ha, respectivamente). Se han calculado los ingresos brutos por cosecha (a partir del precio medio de venta del arroz cosechado, de 0,2625 €/kg para ambas variedades, y de los rendimientos

obtenidos con las diferentes dosis), así como los costes variables correspondientes según el precio del fertilizante nitrogenado aplicado y el coste de la carga y transporte de la cosecha al centro de recepción.

Tabla 5. Cuantificación del lucro cesante derivado de las limitaciones impuestas por la normativa de Ayudas Agroambientales.

Variedades ensayadas	Guadiagrán		Puntal	
	125	140	145	160
Dosis de abonado nitrogenado (kg N / ha)				
Rendimiento en grano (kg / ha 14% humedad)	8144	8899	9439	10214
Precio arroz cosechado (€ / kg)	0,2625		0,2625	
Ingresos brutos por cosecha (€ / ha)	2137,8	2336,0	2477,7	2681,2

Precio urea 46% (€ / kg)	0,4470			
Costes de urea 46% (€ / ha)	121,5	136,0	140,9	155,5
Precio carga y transporte de cosecha (€ / kg)	0,0045			
Costes por carga y transporte de cosecha (€ / ha)	36,6	40,0	42,5	46,0
Costes de urea 46% + Carga y transporte cosecha (€ / ha)	158,1	176,1	183,4	201,4

Ingresos brutos – Costes (urea + carga y transporte) (€ / ha)	1979,7	2159,9	2294,4	2479,7
Lucro cesante (€/ha) entre dosis máxima permitida y dosis óptima ensayada	180,2		185,4	
Lucro cesante (%) entre dosis máxima permitida y dosis óptima ensayada	8,34		7,48	

De este modo se observa que, en las condiciones ensayadas, para la dosis máxima permitida existe un lucro cesante de 180,21 €/ha para la variedad Guadiagrán -lo que representa un 8,34 % menos de beneficio neto con respecto a la dosis óptima de abonado nitrogenado- y de 185,37 €/ha para la variedad Puntal, lo que supone en su caso un 7,48 % menos de beneficio neto.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

4.- Resultados.



Lucro cesante.

Cabe destacar en este punto que el Consejo de Europa, en 1990, estableció las estrategias básicas y directrices técnicas de la producción integrada, la cual quedó definida como un sistema de producción de alimentos de alta calidad a través de métodos sostenibles, respetuosos con el medio ambiente, que mantuvieran la rentabilidad de las explotaciones agrícolas, contemplaran las demandas sociales en relación con las funciones de la agricultura y estuvieran de acuerdo con los requisitos que se establecieran para cada producto en los correspondientes Reglamentos.

En las condiciones ensayadas, un aumento de 15 kg N / ha (12% aproximadamente) en la dosis de abonado nitrogenado permitiría conseguir unos rendimientos en grano óptimos para ambas variedades con la ganancias económicas asociadas. Este ligero aumento, al representar solo un 12% más de la dosis autorizada actualmente, no afectaría al medio ambiente, por lo menos de manera significativa, pero permitiría velar por una mejor sostenibilidad económica, y por lo tanto social del cultivo, cumpliendo de esta forma con la definición de producción integrada citada arriba.

De hecho, la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ha considerado en el nuevo Reglamento de Producción Integrada (2012) las dosis óptimas presentadas en este estudio, tras realizar consulta a varios expertos en agronomía del cultivo del arroz; aunque siguen prevaleciendo las dosis máximas establecidas por la Unión Europea en su normativa de Ayudas Agroambientales (125 kg N / ha para las variedades japónica y 145 kg N / ha para las tipo índica).

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

5.- Conclusiones

- En las condiciones ensayadas, la dosis adecuada de fertilizante nitrogenado para la variedad Puntal se situaría en 160 kg N / ha, 15 unidades de nitrógeno por encima de los 145 kg N / ha que permiten las Ayudas Agroambientales. En el caso de la variedad japónica Guadiagrán, la dosis de nitrógeno conveniente se sitúa en 140 kg N / ha, 15 unidades por encima de los 125 kg N / ha que contemplan las Ayudas Agroambientales.
- No se encontraron diferencias significativas en rendimiento en grano para dosis superiores a las mencionadas (160 y 145 kg N / ha para Puntal y Guadiagrán, respectivamente).
- En ambas variedades, el incremento de rendimiento afectó a los valores de sus tres componentes, aunque solamente el número de panículas por metro cuadrado lo fue de forma significativa.
- El incremento de la dosis de abonado alargó el ciclo a espigado de la variedad Puntal, mientras que en la variedad Guadiagrán aumentó su porcentaje de encamado. Los restantes parámetros agro-fisiológicos considerados no se vieron afectados significativamente por dicho incremento, en ninguna de las dos variedades.
- Las citadas dosis máximas permitidas (145 y 125 kg N / ha), frente a las dosis óptimas determinadas en las condiciones ensayadas (160 y 140 kg N / ha), suponen una pérdida en rendimiento en grano en torno al 8 – 8,5 %, con el correspondiente lucro cesante. Estos resultados sugieren que el óptimo económico del cultivo, en cuanto a fertilización nitrogenada, se puede alcanzar sin perjudicar al medio ambiente, puesto que el aumento en nitrógeno equivale solamente a un 12% de la dosis máxima actual permitida.
- Con respecto a la evolución del nitrógeno foliar, cabe resaltar una disminución significativa de dicho contenido en limbo, en ambas variedades, conforme avanza el ciclo vegetativo del arroz.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

5.- Conclusiones

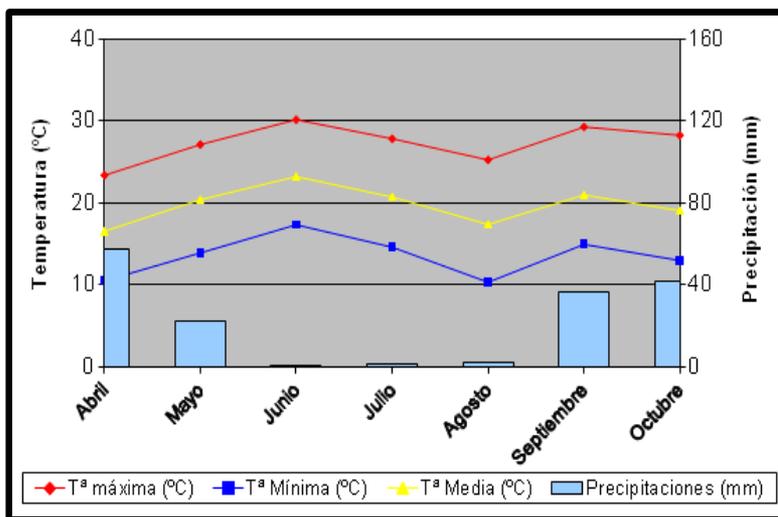
- A lo largo de dicho ciclo, se aprecian valores de nitrógeno foliar ligeramente superiores en la variedad tipo índica.
- Generalmente, a una mayor dosis de nitrógeno aplicado corresponde un mayor contenido de nitrógeno foliar, aunque no siempre ha ocurrido este hecho en las condiciones en que se ha desarrollado nuestros ensayos.
- En ninguno de los tres estados fenológicos considerados (medio ahijado, diferenciación de la panícula y zurrón temprano) se han hallado diferencias significativas que permitan detectar incrementos significativos de nitrógeno foliar entre las cuatro dosis de abonado nitrogenado, en ambas variedades. Es decir, en cada estado fenológico, aunque existe una tendencia a que los contenidos de nitrógeno foliar sean más altos para mayores dosis de abonado, dichas diferencias no han sido significativas.
- Por ello, estimamos que la determinación del porcentaje del nitrógeno en hoja no es un método lo suficientemente preciso para evidenciar pequeñas diferencias o desviaciones en las dosis de nitrógeno aplicadas, como las empleadas en nuestros experimentos.
- Queremos volver a resaltar que los resultados obtenidos, y por tanto las conclusiones, deben interpretarse "en las condiciones ensayadas". Por esta razón, sería conveniente repetir este tipo de experimentos en el espacio y en el tiempo, a fin de obtener una información aún más precisa sobre la respuesta productiva del arroz al abonado nitrogenado en nuestras condiciones de cultivo.
- Nuestro agradecimiento a Hisparroz S.A. por su valiosa y desinteresada colaboración.

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

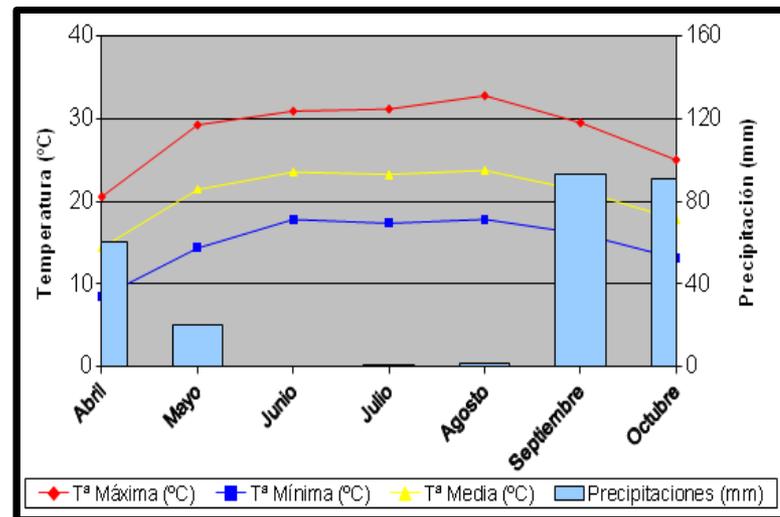
6.- Anexo

Datos climáticos.

Campaña 2011



Campaña 2012



Más información.

Información Agroclimática IFAPA.
 Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Estación Meteorológica de Isla Mayor. Sevilla.

Datos desde 01-04-2011 hasta 31-10-2011 y de 01-04-2012 hasta 31-10-2012

Coordenadas UTM	X: 755917.0	Y: 4111564.0
Latitud: 37° 06' 53" N	Longitud: 06° 07' 11" W	Altitud: 35.0

Respuesta agronómica del arrozal al abonado nitrogenado.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia, s/n.
41012, Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 593 / 954 994 666 Fax: 954 994 664
WEB IFAPA



PORTAL SERVIFAPA

La financiación necesaria para el desarrollo de este trabajo ha sido cofinanciada al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2007-2013, con código de operación AM300103320004.



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

