

# INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural

Núm. 137 ■ Año 2004

Centro de Técnicas Agrarias



## Abonos estabilizados

Avance de resultados de ensayos en cultivo de maíz



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Orientación y de  
Garantía Agrícola



**GOBIERNO  
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura  
y Alimentación

De todos es conocido el papel que desempeña el nitrógeno en la producción del maíz, así como que en el suelo puede encontrarse este elemento fertilizante en forma orgánica, amoniacal o nítrica. La transformación del estado orgánico a amoniacal y de éste a nítrico depende de varios factores, entre los que habría que citar: la humedad, la temperatura, la actividad microbiana del suelo, etc.

El maíz, como la mayor parte de las plantas, absorbe la mayor parte del nitrógeno bajo forma nítrica. Al ser muy soluble en estado nítrico, el agua de riego o de lluvia puede lavarlo por debajo del nivel del sistema radicular, lo que puede traer consigo importantes pérdidas y reducción de la cosecha al no disponer la planta de nitrógeno suficiente.

En los años 80, este Centro de Técnicas Agrarias llevó a cabo distintos ensayos sobre el efecto del nitrógeno en la producción del maíz, llegando a unas conclusiones orientativas respecto a dosis y épocas de incorporación del nitrógeno, debiendo tener siempre presente la fertilidad del suelo en el momento de la implantación del cultivo. (Ver Información Técnica nº 10/1987).

**Respecto a las dosis**, se establecía que:

- En **tierras fuertes**, tras cultivo de cereal (trigo, cebada o maíz), el óptimo económico se obtenía con dosis de entre 275 y 325 unidades fertilizantes de nitrógeno (kg/ha). Tras hortalizas o leguminosas (guisantes o habas de verdeo, etc.) estos máximos eran menores.
- En **tierras de saso**, tras cultivo de cereal, los óptimos económicos se obtenían con 350-400 unidades de nitrógeno, e incluso se necesitaba más según la calidad de los suelos. También tras hortaliza o leguminosa las dosis requeridas eran menores.

Con relación al **momento de la incorporación del nitrógeno** se indicaba que:

- En **tierras fuertes**, la mejor respuesta se obtenía incorporando en la siembra entre el 25 y el 50% de las unidades de nitrógeno y en cobertera, con maíz a 40 cm, el 75 ó 50% restante.
- En **tierras de saso**, el número de fracciones debía ser mayor; como mínimo se recomendaban 3 aportaciones a partes iguales: 1/3 en siembra, 1/3 en cobertera, con maíz a 40 cm, y 1/3 con maíz a 1 metro de altura.

### **Aparición de los abonos con nitrógeno estabilizado.**

En los últimos años han aparecido en el mercado distintos productos encaminados a evitar algunos de los inconvenientes del comportamiento del nitrógeno en el suelo, a los que se vienen llamando “**abonos estabilizados**” y/o de “**liberación lenta**”. En general pretenden que el paso de nitrógeno amoniacal a nítrico sea mucho más lento, de modo que la liberación de nitrógeno en forma nítrica se adapte a las necesidades del cultivo, incluso con una sola aportación en sementera. El empleo de estos abonos traería entre otras las siguientes ventajas:

- Que el nitrógeno esté durante mucho más tiempo disponible para la planta.
- Que las pérdidas por lavado sean menores.
- Al haber menos pérdida por infiltración, disminuir la contaminación de las aguas freáticas y de escorrentía.
- Suprimir el gasto que representa la incorporación del abonado de cobertera.

Este nitrógeno “estabilizado” o de “lenta liberación” se puede encontrar en el mercado tanto en los abonos compuestos preparados con los tres elementos (nitrógeno, fósforo y potasio), o bien bajo forma únicamente nitrogenada.

A grandes rasgos diremos que los abonos granulados de liberación lenta, tienen parte de estos gránulos recubiertos de una materia que retrasa su absorción, por lo que un porcentaje del abono tendría una asimilación normal y la otra parte más retardada.

En los abonos estabilizados, en todos los gránulos existe una molécula inhibidora de la nitrificación, que inhibe la actividad de las bacterias encargadas del primer paso de la transformación del Nitrógeno Amoniacal a Nítrico.

## Ensayo previo. Riego a pie.

En la cosecha del **año 2000** en el término de Ejea de los Caballeros, y sobre una tierra de saso, se contrastó el abono estabilizado 18-8-13-2 MgO a razón de 1.200 kg/ha (216-96-156 Unidades Fertilizantes), con el abonado tradicional del agricultor. El abono estabilizado se incorporó en sementera y en las otras parcelas se hizo con abonado en siembra y dos coberteras. La nascencia no fue del todo uniforme por haberse producido un encostramiento del terreno en la nascencia por la lluvia, y la producción resultó ser favorable al abonado tradicional. A la vista de estos resultados se consideró que este comportamiento había que volver a contrastarlo con un planteamiento estadístico en el que se estudiase la dosis de 1.200 y 1.700 kg/ha de abono estabilizado, lo que suponen 216 y 306 Unidades Fertilizantes de Nitrógeno respectivamente.

## Ensayo 1. Tierra de saso. Cosecha 2001. Ejea. Riego a pie.

El ensayo se plantea con el abono estabilizado 18-8-13 a 1.200 (tratamiento A) y 1.700 kg/ha (tratamiento B), y se compara con las mismas unidades fertilizantes con abonos simples (urea 46% de nitrógeno, superfosfato 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y cloruro de potasa 60% K<sub>2</sub>O en presiembra) y Urea y Nitrato Amónico 33,5% de nitrógeno en cobertera, a igual número de unidades fertilizantes. La urea se incorpora con planta a unos 10 centímetros de altura y el Nitro Amónico con maíz a 90 centímetros.

El ensayo tiene 3 repeticiones con parcela elemental de 15 metros de largo por 8 líneas, de las cuales se controlaron las 4 centrales.

**El planteamiento y resultados productivos fueron los siguientes:**

Variante	Tipo de abono	kg/ha	Unidades fertiliz. en siembra	Unid. N. cobertera	Total Unidad. Fertilizantes	Producción kg/ha 14º	% humedad
A - 1	18-8-13	1.200	216-96-156	Ninguna	216-96-156	<b>7.522</b>	19,40
A - 2	Simple	-	80-96-156	136	216-96-156	<b>10.893</b>	19,63
B - 1	18-8-13	1.700	306-136-221	Ninguna	306-136-221	<b>8.715</b>	19,30
B - 2	Simple	-	80-136-221	226	306-136-221	<b>13.128</b>	19,83
Coeficiente de variación:						7,31	

### Otros controles efectuados en el ensayo:

Variante	Tipo de abono	kg/ha	Total Unidades fertilizantes	Plts/ha recolecc.	% plant. raquit.	% de rotas	% maz. raquit.	% suelo	Maz. 100 pl.
A - 1	18-8-13	1.200	216-96-156	81.802	11,12	3,64	7,83	1,30	96
A - 2	Simple	-	216-96-156	82.823	7,49	1,95	4,34	0,32	97
B - 1	18-8-13	1.700	306-136-221	82.312	8,68	3,00	7,46	0,95	98
B - 2	Simple	-	306-136-221	82.653	5,76	1,13	4,15	0,62	99
Coeficiente de variación en plantas			4,31	Coefic. variación de las mazorcas:			4,25		

**Comentario.** Los controles de plantas y mazorcas muestran que el ensayo ha sido homogéneo en cuanto a densidad final de plantas. Como puede verse, la nascencia fue muy uniforme y el número de plantas en recolección es muy similar en todas las variantes. La producción es significativamente superior a favor de los abonos simples en cada una de las dosis empleadas. Con menor diferencia se ve también que el porcentaje de plantas raquícticas, plantas rotas y mazorcas raquícticas, está a favor de los abonos simples.

A la vista de estos resultados, se pensó en plantear el mismo tipo de ensayo el año siguiente en una “**tierra fuerte**”.

## Ensayo 2. Tierra fuerte. Cosecha 2002. Tauste. Riego a pie.

Como el año anterior, el ensayo tiene 3 repeticiones, con parcela elemental de 15 metros de largo por 12 líneas, de las cuales se controlaron las 6 centrales. Como la máquina de recolección de ensayos tiene 2 líneas, al tener que dar tres pasadas por parcela elemental, se tomaron los datos por separado por lo que, en realidad, se contó con 9 repeticiones por variante.

Los cálculos para los abonos simples se hicieron pensando emplear los 1.200 y 1.700 kg/ha del complejo 18-8-13 utilizado el año anterior en Ejea, pero tras distribuir los abonos simples en presiembra no se pudo encontrar dicho abono y hubo que sustituirlo por el 20-10-10, también con nitrógeno estabilizado, por lo que el número de unidades de fósforo y potasa no se ajustan exactamente a lo previsto.

La urea en cobertera se incorpora con planta a 10 cm y el N.A. 33,5% con maíz a 90 cm.

### El planteamiento y resultados fueron los siguientes:

Variante	Tipo de abono	kg/ha	Unidades fertiliz. en siembra	Unidades N cobertera	Total Unidades fertilizantes
A - 1	20-10-10	1.200	240-120-120	Ninguna	240-120-120
A - 2	Simple	-	80-96-156	160	240-96-156
B - 1	20-10-10	1.700	340-170-170	Ninguna	340-170-170
B - 2	Simple	-	80-136-221	260	340-136-221

### Controles de uniformidad de densidad de plantas y mazorcas.

Estudio de las plantas en recolección			Estudio de las mazorcas en recolección		
Variante	Plantas/ha	Test Duncan	Variante	Mazorcas/ha	Test Duncan
A - 1	73.775		A - 2	73.272	
A - 2	73.775		B - 2	72.714	
B - 1	73.720		A - 1	71.987	
B - 2	73.328		B - 1	71.819	
Coef. Variación: 4,04 M.D.S.: 2.891			Coef. Variación: 4,46 M.D.S.: 3.139		

El análisis estadístico de las plantas/ha en recolección así como el de número de mazorcas indica que la nascencia y desarrollo fue homogéneo en todas las parcelas, lo que da más fiabilidad al resultado del ensayo.

### Diferencias apreciadas.

Producciones			Humedad		Plantas Raquí.		Mazorcas raquí.		Mazorc. 100 pl.
Variante	kg/ha	Test Duncan	Variante	Hum. %	Variante	Plantas	Variante	Mazorc.	
B - 2	14.044		A - 2	24,37	A - 1	13	A - 1	10	98
A - 2	12.745		B - 2	23,83	B - 1	9	A - 2	7	99
B - 1	10.082		B - 1	22,99	A - 2	8	B - 2	7	99
A - 1	7.957		A - 1	22,97	B - 2	8	B - 1	6	98
Coeficiente de Variación: 4,78 Mínima Diferencia Significativa: 520									

**Comentario.** Las plantas y mazorcas raquícas son en total y no en porcentaje, por lo que el ensayo en este aspecto fue totalmente uniforme. El número de plantas rotas y mazorcas en el suelo resultó ser inapreciable en todas las variantes. Como puede apreciarse, las producciones son mayores con los abonos simples que con los estabilizados y dentro de cada grupo, a mayor número de unidades fertilizantes, mayor es la producción. Para contrastar estos resultados se espera repetir el ensayo en tierra similar el próximo año.

### Ensayo 3. Cosecha 2002. Binéfar. Riego por aspersión.

Se elige para el ensayo una parcela con riego por aspersión fijo a un marco de 18 x 18 metros, siendo de este tamaño cada una de las parcelas elementales. De las 25 líneas que hay por calle y parcela elemental se controlan las números 5 a 10 y 16 a 20 de cada una de ellas. Al haber dos bloques por parcela elemental se cuenta por tanto con 6 repeticiones por variante.

El análisis del suelo, previo al ensayo, dio los siguientes datos:

Arena total	Limo grueso	Limo fino	Arcilla	Materia orgánica
52,55	9,44	18,05	19,96	1,10

El objetivo del ensayo era comprobar el efecto del abono estabilizado N.A 26%, a dosis de 250 y 325 unidades fertilizantes de nitrógeno, comparándolo con los abonos simples (urea en siembra), y Urea y Nitrato Amónico 33,5% en cobertera. Todos los tratamientos reciben en presiembra el mismo número de unidades de fósforo y potasa. Por ser frecuente en la zona incorporar todo el nitrógeno en el momento de la siembra en forma de urea, se incluye también esta variante. La urea en cobertera se incorpora con plantas a 10 cm y el N.A. 33,5% con maíz a 90 cm.

#### El planteamiento final es el siguiente:

Variante	Tipo de abono	Unidades nitrógeno	Nitrógeno en siembra (Ud.)	1ª Cobertera con Urea	2ª Cobertera con N.A. 33,5%
A	N.A. 26% estabilizado	250	250	Nada	Nada
B	N.A. 26% estabilizado	325	325	Nada	Nada
C	Urea 46%	325	325	Nada	Nada
D	Urea y N.A 33,5%	250	100	75	75
E	Urea y N.A. 33,5%	325	125	100	100

#### Controles de uniformidad de densidad de plantas y mazorcas.

Estudio de las plantas en recolección			Estudio de las mazorcas en recolección		
Variante	Plantas/ha	Test Duncan	Variante	Mazorcas/ha	Test Duncan
A	78.291		A	77.282	
E	77.759		E	76.974	
B	77.394		B	76.442	
D	77.030		D	75.938	
C	74.173		C	72.941	
Coeficiente de Variación: 2,80 M.D.S. 2.586			Coeficiente de Variación: 2,89 M.D.S. 2.630		

En cuanto al número de plantas/ha en recolección y número de mazorcas, como puede apreciarse, el ensayo resultó ser homogéneo. Sólo hubo diferencia significativa apreciable en los dos análisis con la variante C (toda la urea en siembra), cuyo número de plantas y mazorcas fue inferior. Este menor número de plantas y mazorcas podría interpretarse como debido a fitotoxicidad por una dosis tan alta de urea.

#### Resultados obtenidos.

Producciones			Mazorcas/100 Plts		Plantas Raquí.		Mazorcas raquí.	
Variante	kg/ha	Test Duncan	Variante	Mazorc.	Variante	% Raqt.	Variante	% Maz.
A	11.360		A	99	A	4,11	A	2,90
E	11.120		B	99	B	4,16	B	2,75
C	11.033		C	98	C	4,23	C	2,84
B	10.871		D	99	D	4,33	D	3,28
D	10.335		E	99	E	4,00	E	3,20
Coeficiente Variación: 8,00 Mínima Diferencia Significativa 1.644								

**Comentarios.** Debido a un fuerte ataque de taladro el número de plantas partidas fue muy alto, así como el de mazorcas en el suelo en todas las variantes, referencias que no se pudieron evaluar, si bien se recolectaron todas las mazorcas.

En cuanto a producción y como puede verse, no hubo diferencias significativas entre las cinco variantes. Por el efecto negativo que pudo suponer el daño del taladro, enmascarando quizá la respuesta real de las distintas variantes se decidió repetir el ensayo el siguiente año.

#### Ensayo 4. Tierra fuerte. Cosecha 2003. Tauste. Riego a pie.

Sobre una parcela de tierra fuerte, cuyo cultivo anterior había sido maíz se volvió a repetir el ensayo de la cosecha anterior.

La urea en cobertera se incorpora con planta a 10 cm y el N.A. 33,5% con maíz a 90 cm.

##### El planteamiento general del ensayo siguió el siguiente esquema:

Variante	Tipo de abono	kg/ha	Unidades fertiliz. en siembra	Unidades N cobertera	Total Unidades fertilizantes
A - 1	18-8-13	1.200	216-96-156	Ninguna	216-96-156
A - 2	Simple		80-96-156	160	216-96-156
B - 1	18-8-13	1.700	306-136-221	Ninguna	306-136-221
B - 2	Simple		80-136-221	260	306-136-221

##### Controles de uniformidad de densidades de plantas y mazorcas.

Estudio de las plantas en recolección			Estudio de las mazorcas en recolección		
Variante	Plantas/ha	Test Duncan	Variante	Mazorcas/ha	Test Duncan
A-2	82.271		A-2	80.650	
B-1	81.433		B-1	79.420	
B-2	80.315		B-2	78.638	
A-1	80.035		A-1	77.911	
Coef. Variación: 4,21 M.D.S.: 3.311			Coef. Variación: 4,17 M.D.S.: 3.201		

Al contar con 6 líneas por parcela elemental, se tienen 9 referencias de dos líneas, por lo que es como si hubiese 9 repeticiones.

##### Resultados productivos.

Producciones			Humedad		% Plantas Raquí.		% Mazorcas raquí.		Mazorc.
Variante	kg/ha	Test Duncan	Variante	Hum. %	Variante	Plantas	Variante	Mazorc.	100 pl.
B-1	6.904		B-1	18,31	A-1	6	A-1	4	97
A-1	6.831		A-1	18,11	B-1	5	B-1	3	98
B-2	6.820		B-2	18,40	A-2	5	A-2	3	98
A-2	6.746		A-2	18,80	B-2	4	B-2	2	98
Coeficiente de Variación: 9,05 Mínima Diferencia Significativa: 1.236									

**Comentario.** Como puede apreciarse el ensayo ha resultado ser muy homogéneo en cuanto a plantas y mazorcas en recolección. El número de plantas rotas fue muy alto en todas las variantes (del 44 al 49%) debido al taladro y los fuertes vientos. En el análisis estadístico no aparece ninguna diferencia significativa entre los distintos tratamientos. La baja producción ha sido debida al fuerte ataque de taladro que hubo y a las condiciones agroclimáticas del año.

## Ensayo 5. Cosecha 2003. Binéfar. Riego por aspersión.

La parcela donde se ubica el ensayo es la misma del año anterior: riego por aspersión fijo a 18 x 18 metros y parcela elemental de 324 metros cuadrados. El planteamiento fue el mismo. En sementera se aportaron a todas las variantes 150 unidades fertilizantes de fósforo y de potasa.

### Planteamiento y dosis fertilizantes.

Variante	Tipo de abono	Unidades nitrógeno	Nitrógeno en siembra (Ud.)	1ª Cobertera con Urea	2ª Cobertera con N.A. 33,5%
A	N.A. 26% estabilizado	250	250	Nada	Nada
B	N.A. 26% estabilizado	325	325	Nada	Nada
C	Urea 46%	325	325	Nada	Nada
D	Urea y N.A. 33,5%	250	100	75	75
E	Urea y N.A. 33,5%	325	125	100	100

### Controles de uniformidad en la densidad de plantas y mazorcas.

Estudio de las plantas en recolección			Estudio de las mazorcas en recolección		
Variante	Plantas/ha	Test Duncan	Variante	Mazorcas/ha	Test Duncan
C	68.854		E	67.583	
E	68.582		A	67.129	
B	68.082		C	66.766	
A	67.901		B	66.675	
D	67.175		D	64.859	
Coef. Variación: 4,56 M.D.S.: 2.930			Coef. Variación: 5,08 M.D.S.: 3.192		

Al contar con dos bloques de líneas controladas por parcela elemental se tienen dos referencias por parcela, es decir, como si hubiese habido 6 repeticiones.

### Resultados productivos.

Producciones			Mazorcas/100 pl.		Plantas raquíticas		Mazorcas raquíticas		% pl. rotas
Variante	kg/ha	Test Duncan	Variante	Mazorca	Variante	% Raq.	Variante	% Maz.	
E	11.660		A	99	A	6	A	4	7
A	11.013		B	98	B	8	B	6	11
D	10.771		C	97	C	9	C	6	8
C	10.514		D	97	D	9	D	6	6
B	9.959		E	99	E	7	E	5	7
Coeficiente de Variación: 3,12 Mínima diferencia significativa: 631									

**Comentario:** Como puede verse la nascencia y desarrollo fue normal, ya que no hubo diferencia significativa en la recolección ni en el número de plantas, ni en el de número de mazorcas. Así como el año anterior la variante C (toda la urea en presiembra), tenía menor número de plantas y mazorcas, este año, aun sin diferencia significativa, ha sido a la inversa.

El número de mazorcas/100 plantas y el % de plantas y mazorcas raquíticas fue similar.

La variante más productiva es la de las 325 unidades fertilizantes aportadas con abonos simples. Entre las 225 unidades de nitrógeno fraccionadas y las 325 de urea en una sola aportación no hay tampoco diferencia.

## Comentarios generales a estos ensayos.

Tras los 5 ensayos realizados a lo largo de 3 años, aunque de forma provisional, se podría decir que:

- 1º En las “**tierras de saso**” y con **riego a pie**, por las referencias del año 2000 en Ejea y los resultados del ensayo estadístico de 2001, incorporar todo el abono estabilizado en sementera no es recomendable. No sabemos el resultado que podría dar con incorporaciones más tardías.
- 2º En las **tierras fuertes** y con **riego a pie**, como han sido los ensayos de Tauste, no parece clara la respuesta positiva al abono estabilizado, ya que si bien en 2003 con producciones muy bajas no hubo diferencias significativas, sí que las hubo en el año 2002 con buena producción a favor de los abonos simples.
- 3º Del ensayo de **Binéfar**, con **riego por aspersión**, con los resultados de los 2 años, no parece que haya diferencia clara a favor de ninguna de las fuentes y formas de aplicación del nitrógeno, por lo que el aspecto económico del coste por unidad fertilizante podrá jugar un papel importante en la decisión.
- 4º Cabría pensar que en el **riego por aspersión**, al estar el agua mucho más repartida a lo largo del ciclo vegetativo, hay **menos pérdidas por filtración** de las que puede haber en el riego a pie. Ahora bien, también hay que considerar que en este tipo de riego, fraccionar el abonado nitrogenado no presenta ningún inconveniente en cualquier estado del cultivo.
- 5º **Estudiar el movimiento del nitrógeno en el suelo** a distintas profundidades a lo largo del cultivo y tras la recolección serían temas de gran interés que quedan pendientes.
- 6º Si todos los estudios sobre la nutrición del maíz, indican que aproximadamente el 15% del nitrógeno se absorbe hasta 1 mes antes de la floración, el 45% entre 3 semanas antes de la floración y 2 después de ella, y el 35% hasta la madurez, **¿cómo puede asegurarse que la respuesta de los abonos estabilizados libera nitrógeno a este ritmo?**

### Información elaborada por:

**Manuel Pérez Berges**

Centro de Técnicas Agrarias. Unidad Técnica de Cultivos Herbáceos.

**Colaboran:**

**Miguel Gutiérrez López** Centro de Técnicas Agrarias. Unidad Técnica de Cultivos Herbáceos.

**Técnicos de la Cooperativa “Joaquín Costa” de Binéfar y Cooperativa “San Miguel” de Tauste**

**Participan en los trabajos de replanteo, reparto del abono, toma de datos y recolección  
Mariano Canales López, Alejandro Ardevines Pérez y Enrique Gaudó Gaudó.**

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:  
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 41

Correo electrónico: [cta.sia@aragob.es](mailto:cta.sia@aragob.es)



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Orientación  
y de Garantía Agrícola

■ Edita: Diputación General de Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural.  
Servicio de Programas Rurales. ■ Composición: Centro de Técnicas Agrarias.  
■ Imprime: Talleres Editoriales COMETA, S.A. ■ Depósito Legal: Z-3094/96. ■ I.S.S.N.: 1137/1730.



GOBIERNO  
DE ARAGON  
Departamento de Agricultura  
y Alimentación