

ESTUDIO DE CINCO DOSIS DE N Y CINCO MOMENTOS DE APLICACIÓN, RESULTANDO DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

Fertilización nitrogenada de la cebada cervecera en regadío

En la producción de cebada para malta, además de la obtención de una gran cantidad de grano, se impone igualmente como objetivo la consideración de las características de calidad según la industria maltera y cervecera. En este artículo se resumen los resultados de un

estudio llevado a cabo en el sur de Portugal, para evaluar el efecto de la dosis y del fraccionamiento/época de aplicación de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del grano para malta del cultivo de la cebada en regadío.

Manuel J. Marques Patanita¹,
Luis López Bellido²

⁽¹⁾ Escola Superior Agrária de Beja (Portugal) Agrónomos.

⁽²⁾ Dpto. de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales.
Universidad de Córdoba.

La cebada es un cultivo típico de secano en las regiones mediterráneas que, a pesar de su resistencia a la sequía, sufre con frecuencia estrés hídrico en el final del ciclo, con consecuencias negativas en la producción y en la calidad del grano para la industria maltera/cervecera. Su cultivo en regadío permite rendimientos más altos y seguros, además de evitar el riesgo de altos niveles de proteína, típicos del cultivo de secano sometido a estrés hídrico.

El ajuste de los niveles de aplicación de nitrógeno y la dotación de agua de riego son los principales factores en el crecimiento de la cebada para malta, que pueden regularizar consistentemente la producción de grano con características malteras (DeRuiter *et al.*, 1999). Sin embargo, es difícil obtener una alta estabilidad interanual de la producción y de la calidad en las fluctuantes condiciones ambientales mediterráneas, en suelos con diversos niveles de fertilidad y con influencia de distintos precedentes culturales. Por eso, las relaciones entre producción, calidad, medio ambiente y técnicas culturales no están claramente definidas.

En la producción de cebada para malta, además de la obtención de una gran cantidad de grano, se impone igualmente como objetivo la consideración de las características de calidad según la industria maltera y cervecera.



Molina-Cano, 1989 y López-Bellido, 1991, entre otros, han descrito las características que debe reunir la cebada para obtener a partir de ella una malta y cerveza de calidad. La generalidad de estas características, a pesar de estar influenciadas por las condiciones medioambientales y las prácticas agronómicas, están esencialmente determinadas por el genotipo. El contenido de proteína total, en el que influyen claramente las prácticas agronómicas, especialmente la rotación de cultivos y la fertilización nitrogenada, es la principal excepción. Por esta razón, el contenido de proteína del grano de la cebada ha sido la característica comercial principal usada, tanto por los comerciantes de cebada como por los fabricantes de malta, para evaluar los lotes de cebada comercial para malteo.

La fertilización nitrogenada es claramen-

te el factor más determinante para la producción de cebada maltera de calidad. El establecimiento de la dosis de fertilizante, el fraccionamiento y la fecha de aplicación, constituyen un gran problema, y a la vez complejo y aleatorio, que cada año se plantea de forma distinta al agricultor. Para tomar tal decisión deben aunarse un conjunto de conocimientos (necesidades del cultivo, reservas del suelo, clima y fertilización, y residuos del cultivo anterior) y de observaciones (meteorología futura y potencial de rendimiento del cultivo). En el caso del cultivo de cebada para malta, hay que contar, además, con las exigencias en los parámetros de calidad definidos por la industria maltera.

En este artículo se resumen los resultados de un estudio llevado a cabo en el sur de Portugal, para evaluar el efecto de la dosis y

CUADRO I.

Rendimiento de cebada (kg/ha) según la dosis de N fertilizante y el fraccionamiento y época de aplicación (media de 2 años).

Tratamiento	Localización		Media
	Quinta Saúde	Outeiro	
Dosis (kg N ha⁻¹)			
0	2.582 d	4.010 d	3.296 d
75	5.136 c	5.390 c	5.263 c
100	5.531 b	5.527 bc	5.529 b
125	5.909 a	5.713 a	5.811 a
150	5.888 a	5.638 ab	5.763 a
Fraccionamiento			
S	4.994 bc	5.095 c	5.045 b
S+A	5.100 ab	5.202 bc	5.151 b
S+E	4.911 cd	5.278 ab	5.095 b
A+E	4.821 d	5.378 a	5.100 b
S+A+E	5.219 a	5.324 ab	5.271 a
Media	5.009 B	5255 A	5.132

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas al 95% entre los niveles de cada factor de estudio (dosis y fraccionamiento), y letras mayúsculas distintas indican diferencias entre localizaciones, según el test de mínima diferencia significativa. S (siembra), A (ahijado) y E (encañado).

CUADRO II.

Contenido de proteína del grano de la cebada según la dosis de N fertilizante, el fraccionamiento y época de aplicación (media de 2 años).

Tratamiento	Localización		Media
	Quinta Saúde	Outeiro	
Dosis (kg N ha⁻¹)			
0	8,5 e	8,9 e	8,7 e
75	9,5 d	10,5 d	10,0 d
100	10,1 c	10,7 c	10,4 c
125	10,7 b	11,3 b	11,0 b
150	11,6 a	11,8 a	11,7 a
Fraccionamiento			
S	9,6 d	10,2 d	9,9 e
S+A	9,8 c	10,4 c	10,1 d
S+E	10,2 b	10,7 b	10,5 b
A+E	10,8 a	11,2 a	11,0 a
S+A+E	10,0 bc	10,6 bc	10,3 c
Media	10,1 B	10,6 A	10,4

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas al 95% entre los niveles de cada factor de estudio (dosis y fraccionamiento), y letras mayúsculas distintas indican diferencias o entre localizaciones, según el test de mínima diferencia significativa. S (siembra), A (ahijado) y E (encañado).

del fraccionamiento/época de aplicación de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del grano para malta del cultivo de la cebada en regadío.

Metodología

Los experimentos tuvieron lugar durante dos años en suelos Vertisoles, en las fincas Quinta da Saúde y Outeiro de la Escuela Superior Agraria de Beja, en el sur de Portugal. El cultivar utilizado fue Scarlett.

La más amplia gama en siembra



y laboreo.



www.sembradorasgil.com

**EL ORGULLO DE TENER
UNA MARCA LÍDER.**

Julio Gil Águeda e hijos, S.A.
Ctra. de Alcalá-Torrelaguna, Km 10.1
28814 - Daganzo de Arriba (MADRID)
Tf. (+34)91 884 54 29/91 884 54 49
Fax. (+34)91 884 14 87
E-mail: ventas@sembradorasgil.com

Calidad rentable



Desde 1954



El efecto de la dosis de N fertilizante fue evidente en el contenido de proteína del grano. Se registraron valores más altos a medida que se incrementó la dosis de N.

La siembra se realizó con sembradora en líneas separadas 0,16 m. La dosis de siembra fue 400 semillas/m².

Una sonda de neutrones fue utilizada para la programación del riego. Durante el período de cultivo se aplicaron, mediante riego por aspersión, volúmenes de agua comprendidos entre 1.680 y 2.940 m³/ha, según año y localización, en función de la lluvia registrada.

Los factores de estudio fueron la dosis de nitrógeno fertilizante y el fraccionamiento/época de aplicación, cada uno con cinco niveles: dosis de nitrógeno: 0, 75, 100, 125 y 150 kg N ha⁻¹; fraccionamiento/época de aplicación: siembra (S), siembra+ahijado (S+A), siembra+encañado (S+E), ahijado+encañado (A+E) y siembra+ahijado+encañado (S+A+E). El diseño experimental utilizado fue un factorial en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, siendo el área de cada parcela experimental 35 m².

Para determinar la extracción de N fertilizante por el cultivo se utilizó un fertilizante marcado con el isótopo ¹⁵N, en microparcels de 2 m² dentro de cada parcela experimental. Se aplicaron siempre 150 kg N/ha, en distintos fraccionamientos y épocas de aplicación (siembra, ahijado y encañado), en un diseño en parcelas subdivididas con tres repeticiones.

La dosis de N fertilizante fue la que más condicionó el rendimiento de grano. Globalmente, las diferencias fueron significativas entre las distintas dosis de N fertilizante, salvo entre 125 y 150 kg/ha, que tuvieron un rendimiento similar

CUADRO III.

Efecto del año y del fraccionamiento en la recuperación de ¹⁵N fertilizante (%) en el grano y en la planta entera de la cebada, en la maduración (media de 2 años).

Tratamiento*	¹⁵ N recuperado (%)		¹⁵ N derivado del fertilizante (%)	
	Grano	Planta entera	Grano	Planta entera
150 ¹⁵ N-0-0	24,6 c	30,5 c	45,8 b	46,4 b
75 ¹⁵ N -75 ¹⁵ N -0	26,3 c	33,4 c	46,2 b	47,1 b
75 ¹⁵ N -0-75 ¹⁵ N	31,2 b	39,1 b	51,4 a	51,1 a
0-75 ¹⁵ N -75 ¹⁵ N	34,8 a	43,5 a	53,7 a	53,9 a
Media	29,2	36,6	49,3	49,6

*Fraccionamiento: siembra-ahijado-encañado.

*Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas al 95% entre tratamientos, según el test de mínima diferencia significativa.

Resultados

El rendimiento de grano de la cebada en el conjunto de los experimentos difirió significativamente según los factores de estudio: dosis y fraccionamiento del N fertilizante. También fueron significativas las siguientes interacciones: año×localización, año×dosis N, localización×dosis N, año×localización×dosis N, año×fraccionamiento N, localización×fraccionamiento N y año×dosis N×fraccionamiento N.

La dosis de N fertilizante fue la que más condicionó el rendimiento de grano. Tanto para el conjunto de los experimentos, como para cada localización y para cada experimento por separado, se obtuvieron rendimientos distintos en función de la dosis. Globalmente, las diferencias fueron significativas entre las distintas dosis de N fertilizante, salvo entre 125 y 150 kg/ha, que tuvieron un rendimiento similar (**cuadro I**).

El efecto del fraccionamiento de N fertilizante fue menos evidente que el efecto de la dosis. Los resultados obtenidos en el conjunto de los experimentos indican la ventaja de la aplicación repartida entre la siembra, ahijado y encañado, con respecto a los demás fraccionamientos (**cuadro I**). Esta forma de fraccionar el N fertilizante se ajusta mejor a las necesidades a lo largo del ciclo del cultivo. Los resulta-

dos de rendimiento de grano obtenidos indican que la respuesta del cultivo al N fertilizante depende fuertemente de las variaciones estacionales condicionadas por los factores ambientales.

El contenido de proteína del grano fue influido principalmente por el año y por la dosis de N fertilizante, aunque también la localización y el fraccionamiento ejercieron influencia. Cabe también destacar los efectos significativos de las interacciones año×localización, año×dosis N, localización×dosis N, año×localización×dosis N, año×fraccionamiento N y dosis N×fraccionamiento N.

El efecto de la dosis de N fertilizante fue evidente en el contenido de proteína del grano. Se registraron valores más altos a medida que se incrementó la dosis de N, observándose diferencias significativas entre las distintas dosis en el conjunto de los experimentos y en cada localización (**cuadro II**).

La aplicación fraccionada al 50% en el ahijado y el encañado (A+E) registró los mayores valores de proteína en el grano, significativamente diferentes de los demás fraccionamientos (**cuadro II**). Cuando toda la aplicación del N fertilizante fue en la siembra, se registraron los valores de proteína más bajos (**cuadro II**). Los resultados indican que el N fertilizante aplicado en los estados de crecimiento más tardíos y en mayor cantidad inducen un mayor contenido de proteína en el grano, que puede perjudicar la calidad de la cebada cuando se supera el intervalo óptimo para malteo del 10-11%.

La recuperación media del ¹⁵N fertilizante por el cultivo fue el 36,6% en la planta entera, cifra inferior a la obtenida en otros experimen-

tos de Centroeuropa, que varía entre el 45 y 57%. La proporción de N fertilizante recuperado por el grano respecto a la planta entera fue del 80% como promedio (**cuadro III**). Las aplicaciones de N más tardías registraron un mayor índice de recuperación de ¹⁵N fertilizante por el cultivo, siendo la aplicación fraccionada al 50% en ahijado y encañado la más elevada (**cuadro III**). El porcentaje derivado del ¹⁵N fertilizante en la planta tuvo el mismo comportamiento que la recuperación del N, con mayores índices en las aplicaciones más tardías; en concreto en siembra-encañado y ahijado-encañado, que no difirieron entre sí (**cuadro III**).

Conclusiones

La dosis de N fertilizante ejerció el efecto más significativo sobre los parámetros de la cebada. El rendimiento de grano más elevado se registró con las dosis más altas de N fertilizante (125 y 150 kg/ha) y con el fraccionamiento siembra+ahijado+encañado, aunque los fraccionamientos siembra+ahijado, siembra+encañado

y ahijado+encañado mostraron resultados similares en algunas localizaciones y años.

El contenido de proteína del grano aumentó conforme se incrementó la dosis de N fertilizante y cuando las aplicaciones se realizaron en las fases más tardías (ahijado y encañado). El nivel máximo establecido por la industria maltera sólo fue superado en los fraccionamientos ahijado+encañado con las dosis 125 y 150 kg N/ha, y en siembra+encañado y siembra+ahijado+encañado con la dosis 150 kg N/ha.

La utilización del ¹⁵N constató que la recuperación del N fertilizante por el cultivo aumentó con las aplicaciones fraccionadas, especialmente cuando la época de aplicación fue más tardía (encañado). El N derivado del fertilizante se acumuló en su mayor parte en el grano y su contribución al cultivo en la maduración fue similar al N del suelo.

Es recomendable, en función de los años y localizaciones, una dosis en torno a los 125 kg N/ha para evitar el riesgo de un excesivo contenido de proteína que pondría en peligro la

calidad del grano para malta, especialmente cuando no se evalúa el contenido de nitratos del suelo en la siembra. La aplicación fraccionada del N fertilizante en la siembra, ahijado y encañado parece la más adecuada, debido a que aporta el N a lo largo del periodo de crecimiento del cultivo y a medida que la demanda aumenta. Con ello disminuyen las pérdidas de N del sistema suelo-cultivo, y se mejora la eficiencia de utilización del N con un efecto positivo en el rendimiento y en la calidad del grano para malta. ●

Bibliografía ▼

- ▶ DeRuiter, J., Armitage, J. y Cameron, B. 1999. Effects of irrigation and nitrogen fertiliser on yield and quality of malting barley grown in Canterbury, New Zealand. En *Proc. 9th Aust. Barley Tech. Symp.* Australia.
- ▶ Molina-Cano, J.L. 1989. Agronomía. Patología. En *"La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales"* (Ed. J.L. Molina-Cano). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ed. Mundi-Prensa. Madrid. p. 179-198.
- ▶ López-Bellido, L. 1991. *Cultivos herbáceos vol. I - Cereales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 539 p.

¿Ganador?



¡Ganador!

ESTA® Kieserit



El todo terreno alemán. ESTA® Kieserit es la referencia Europea entre los abonos con magnesio y azufre. Sus características: alta concentración de nutrientes, completamente solubles en agua, inmediatamente disponibles para las plantas y apto para todos los cultivos, incluidos los ecológicos. Sus efectos:

- el magnesio potente para el maíz, el cereal y la colza
- favorece el desarrollo radicular y el crecimiento de la planta
- restablece los niveles óptimos de Mg y S en suelos calcáreos

ESTA® Kieserit es la solución económica para altos rendimientos, que miles de agricultores Europeos repiten todos los años. ESTA® Kieserit – es la que funciona.

