

Juan Ignacio Macua González, Inmaculada  
Lahoz García

INTIA

En Navarra las brassicas (coliflor, brócoli, romanesco, etc.) son un cultivo de gran importancia, destinado fundamentalmente a las industrias congeladoras instaladas en la zona, aunque también una parte de la producción se deriva al mercado en fresco. En concreto el brócoli es el cultivo hortícola con mayor superficie de cultivo de la Comunidad Foral.

Hasta hace pocos años, la mayor parte del cultivo de brócoli en Navarra se realizaba con riego por inundación o surcos. Ahora, con la entrada en funcionamiento de nuevas zonas de riego a presión hay gran cantidad de hectáreas en estas zonas, donde el brócoli ocupa un lugar muy importante en las rotaciones de estas parcelas, mayoritariamente como segundo cultivo de invierno. Cada vez es más evidente la necesidad de una mayor racionalización del agua de riego y una aplicación más eficiente de los fertilizantes, lo que justifica la utilización de estas técnicas de riego. Además, en el caso del riego por goteo existe la posibilidad de una aplicación más eficiente de los fertilizantes, con la ventaja de poder fraccionar las aplicaciones para preservar el estado nutricional del cultivo.

Si el objetivo es optimizar la fertilización nitrogenada es muy importante tener en cuenta el contenido de nitrógeno mineral (nitrítico y amoniacal) del suelo al inicio del cultivo para determinar el abono a aplicar. En este artículo se exponen los resultados de algunos ensayos desarrollados en INTIA y cuyo objetivo es determinar el efecto del nitrógeno mineral en la producción de un cultivo de brócoli en ciclo de primavera y de un cultivo de coliflor en ciclo de otoño.

Estos trabajos forman parte del proyecto INIA RTA2011-00136-C-04, cofinanciado con Fondos FEDER.

## EXPERIMENTACIÓN

# Fertilización nitrogenada en los cultivos de coliflor y brócoli en los regadíos navarros



## INTRODUCCIÓN

En España se cultivan unas 9.500 hectáreas de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*), todas al aire libre, siendo las principales zonas de cultivo Murcia y el Valle del Ebro. En Murcia, donde se cultivan variedades de ciclo corto, la producción se ha incrementado en los últimos años por el aumento del mercado en fresco para exportación.

En **Navarra** la mayor superficie de cultivo de coliflor se alcanzó a finales de los noventa, empezando luego a disminuir paulatinamente hasta 2004, año a partir del cual está estabilizada en torno a 1.000 hectáreas, siendo en la campaña 2014 de 1.072 ha con un rendimiento medio de 16,6 t/ha y una producción total de 17.792 t (datos de *Coyuntura Agraria, Navarra*). Aproximadamente el 75% de la producción se destina a la industria del congelado y el resto a fresco, principalmente a mercado nacional.

En Navarra, donde se utilizan variedades de distinto ciclo, tempranas, medias y tardías, el calendario de producción se extiende de octubre a abril (con plantaciones en verano) aunque también se puede alargar hasta mayo o junio (con plantaciones en primavera).

De brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), la producción española se concentra principalmente en las regiones de Murcia, Navarra, sur de Andalucía y Albacete. España, con 25.000 hectáreas de cultivo, es el principal productor europeo de brócoli.

Desde el año 2000 se ha mantenido como el cultivo hortícola con mayor superficie de cultivo dentro de los regadíos navarros, siendo esta superficie en 2014 de 5.061 hectáreas con una producción de 62.624 t (datos de *Coyuntura Agraria, Navarra*).

En el caso del brócoli, el ciclo de cultivo se centra principalmente en las recolecciones de octubre a marzo, aunque la campaña puede durar con plantaciones de febrero a marzo hasta inicios de julio, con un ligero hueco de producción en abril y principio de mayo.

En los últimos años, tras el cambio en la utilización de las técnicas de riego se ha implementado como objetivo en estos cultivos la optimización de la fertilización nitrogenada, para lo que es muy importante tener en cuenta el contenido de nitrógeno mineral (nitrítico y amoniacal) del suelo al inicio del cultivo para determinar el abono a aplicar ya que, en algunas circunstancias, las cantidades observadas de nitrógeno mineral en el suelo pueden ser elevadas e ignorarlas supone un despilfarro económico y un incremento de las pérdidas de nitratos por lixiviación o lavado, con las consiguientes consecuencias ambientales negativas.

## CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO EN BRÓCOLI

En brócoli, en cultivo de primavera, se realizó un ensayo de abonado nitrogenado en la finca experimental de INTIA en Sartaguda en riego por goteo. Se diferenciaron cinco dosis (0, 70, 140, 210 y 280 kg N/ha) de nitrógeno (N) aportado por fertirrigación. La dosis de N fertilizante se fraccionó en tres aplicaciones semanales de fertilizante líquido N32 (en tres semanas consecutivas). En fondo se aplicaron 100-150 kg/ha de fósforo y potasio.

Como material vegetal se utilizó la variedad de brócoli Monaco (Syngenta). El trasplante se realizó el 29 de marzo a una densidad de plantación de 31.250 plantas/ha, en mesas separadas 1,6 m entre ejes y 40 cm entre plantas y dos filas de plantas por mesa.

Se determinó el nitrógeno mineral presente en el suelo al inicio del cultivo en el perfil del suelo de 0 a 60 cm de profundidad. Debido a la homogeneidad en los resultados obtenidos de Nmin en los distintos muestreos realizados en la parcela del ensayo, se consideró un nitrógeno mineral (nitrítico y amoniacal) existente y disponible en el suelo al inicio del cultivo, y un Nmin medio para todos los tratamientos de 57 kg N/ha.

La recolección fue escalonada, cada 3 días, del 9 al 17 de junio, tras un ciclo de cultivo de 71 días. Se controló la producción total, comercial y el peso medio de la inflorescencia. El tamaño de recolección ha estado influenciado por el destino de la cosecha, en este caso, para mercado en fresco.

Para ver el estado de desarrollo de las plantas se determinó la biomasa del cultivo en tres momentos de desarrollo: inicio del cultivo, primeras inflorescencias y en recolección.

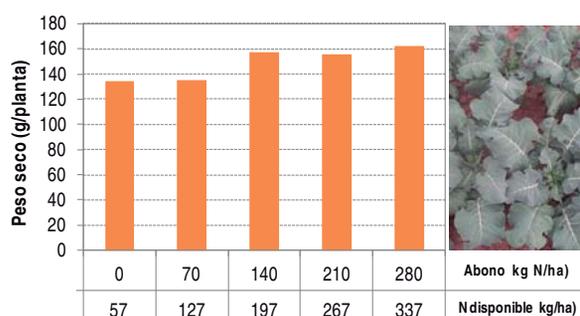
En este artículo sólo se presentan los resultados del momento de recolección, expresado en gramos por planta de hojas y tallos sobre peso seco.



## RESULTADOS EN BRÓCULI

Se ha observado una clara respuesta del brócoli al aporte de nitrógeno, tanto en desarrollo vegetativo como en producción. El menor desarrollo vegetativo en recolección se alcanzó en los dos tratamientos con menor aporte de nitrógeno (testigo sin fertilizar y aporte de 70 kg N/ha), mientras que en los tres tratamientos con mayor dosis de fertilizante nitrogenado fue muy similar (**Gráfico 1**).

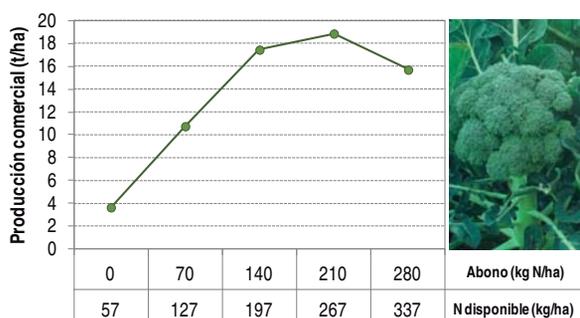
Gráfico 1. Biomasa de hojas y tallos (g/planta sobre peso seco) en brócoli (cv. Monaco)



N disponible (N min del suelo + Fertilizante); N min = 57 kg N/ha

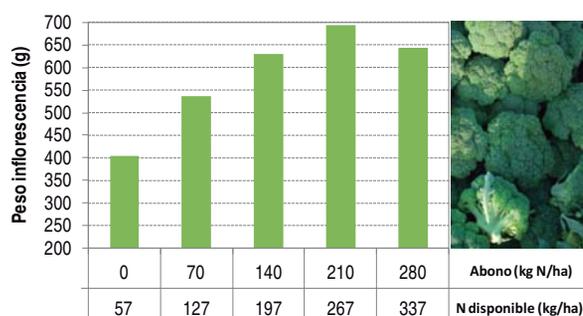
La producción comercial, expresada en t/ha, ha aumentado conforme se incrementaba la dosis de nitrógeno fertilizante hasta los 210 kg N/ha para disminuir posteriormente en la dosis máxima de 280 kg N/ha. Se ha pasado de una producción de 3,65 t/ha sin ningún aporte fertilizante a la máxima producción de 18,86 t/ha con el aporte de 210 kg N/ha (**Gráfico 2**).

Gráfico 2. Producción comercial en brócoli (cv. Monaco en cultivo de primavera) en función del N disponible



El mismo comportamiento se ha observado respecto al número de unidades comerciales y el peso medio de la inflorescencia, con valores desde 404 g en la dosis sin aporte de N a 693 g con la dosis de 210 kg N/ha (**Gráfico 3**).

Gráfico 3. Peso medio de la inflorescencia en brócoli (cv. Monaco en cultivo de primavera) en función del N disponible



No ha habido influencia del aporte de N en el ciclo de cultivo, igual para todos los tratamientos, con inicio de la recolección el 9 de junio tras 71 días de ciclo (**Tabla 1**). No obstante, se observa un menor porcentaje de inflorescencias comerciales y una menor agrupación de cosecha en el tratamiento con mayor aporte fertilizante (280 kg N/ha) que en los tratamientos con menores dosis de fertilizante, especialmente con el testigo sin fertilizar, en el que en tres días ha finalizado la recolección (**Tabla 1**).

Tabla 1. Calendario de recolección en brócoli (cv. Monaco en primavera)

ABONADO (kg N/ha)	N DISPONIBLE (kg N/ha)	UNIDADES COMERCIALES (%)				DÍAS CICLO	Nº REC	DÍAS REC
		9-JUNIO	11-JUNIO	14-JUNIO	17-JUNIO			
0	57	33	67			71	2	3
70	127	32	41	27		71	3	6
140	197	24	50	26		71	3	6
210	267	33	43	24		71	3	6
280	337	12	42	30	16	71	4	9

\*N disponible (N min del suelo + Fertilizante); N min = 57 kg N/ha

Además, hay que señalar el bajo porcentaje de inflorescencias comerciales en el tratamiento no fertilizado, menos de un 30% frente a un 65% en el tratamiento inmediatamente superior (con un aporte de 70 kg N/ha), un 85% en los dos siguientes (con 140 y 210 kg N/ha) y algo inferior del 80% de unidades comerciales en el tratamiento con mayor dosis de fertilizante nitrogenado (280 kg N/ha).

Por consiguiente, en brócoli se puede concluir que el menor desarrollo vegetativo se ha obtenido en el testigo sin fertilizar y con la menor fertilización nitrogenada, así como el menor rendimiento. Por el contrario, los mejores resultados de producción y peso medio de la inflorescencia se han alcanzado con un nivel de nitrógeno disponible para la planta de 267 kg N/ha.

## CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO EN COLIFLOR

En coliflor, cv. *Casper (Rijk Zwaan)* en ciclo de otoño, se realizó un ensayo de abonado nitrogenado en la finca experimental de INTIA en Sartaguda, en una parcela en la que se había realizado fertilización orgánica con estiércol en el cultivo precedente.

El trasplante se realizó el 2 de agosto a una densidad de plantación de 22.222 plantas/ha, en mesetas separadas 1,50 m entre ejes y 60 cm entre plantas, con dos líneas de cultivo por meseta. Se utilizó un sistema de riego por aspersión.

Se diferenciaron cuatro tratamientos con diferentes niveles de nitrógeno disponible (Nmin inicial + Nfertilizante). Al igual que en brócoli, se determinó el nitrógeno mineral (nitrítico y amoniacal) presente en el suelo al inicio del cultivo, de 0 a 60 cm de profundidad, pero en este caso se diferenció la parcela en cuatro niveles de Nmin inicial, debido a la gran variabilidad en los resultados de Nmin de los diferentes muestreos realizados. Los valores de Ndisponible, Nmin y las dosis de fertilizante empleadas en los diferentes tratamientos aparecen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Tratamientos experimentales en coliflor

TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4
Nmin inicial (kg N/ha)	259	309	432	424
N fertilizante (kg N/ha)	0	50	0	100
N disponible (kg N/ha)	259	359	432	524

El abonado de cobertera se realizó en una única aplicación de fertilizante nitrogenado en forma de nitrosulfato amónico



## ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al “Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías”

## SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA

SISTEMA QUE UTILIZA AHI VA EL AGUA



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

SISTEMA TRADICIONAL



Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por “AHI VA

EL AGUA” logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salinosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

26% el 7 de septiembre. En todos los tratamientos en fondo se aplicaron 100-150 kg/ha de un complejo P-K.

La recolección fue escalonada, en tres fechas, 30 de octubre, 6 y 9 de noviembre, tras un ciclo de cultivo de 89 días. Se controló la producción total, comercial y el peso medio de la inflorescencia. El tamaño de recolección ha estado influenciado por el destino de la cosecha, en este caso para industria, siendo habitual en nuestra zona valores entre 1.200 y 1.600 g por inflorescencia.

## RESULTADOS EN COLIFLOR

Debido al alto contenido de nitrógeno mineral inicial en el suelo no se ha conseguido una respuesta del cultivo de coliflor al nitrógeno disponible. La producción comercial obtenida entre los distintos tratamientos analizados ha sido muy similar y, en ningún caso, las diferencias han llegado a ser estadísticamente significativas. Lo mismo ha sucedido respecto al peso medio de la inflorescencia sin corona de hojas, alrededor de 1.500 gramos en todos los tratamientos.

Tanto en producción comercial como en peso medio de la inflorescencia, el mayor valor se ha alcanzado en el tratamiento T3 (432 kg Ndisponible/ha) y el menor en T2 (359 kg N/ha), 34,95 t/ha y 33,29 t/ha, y 1.573 g y 1.498 gramos por inflorescencia respectivamente (Gráficos 4 y 5), pero como se ha señalado anteriormente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de producción no han llegado a ser significativas.

Al igual que en brócoli, en coliflor tampoco se ha observado una influencia del nitrógeno disponible en el ciclo de cultivo (días desde plantación a inicio de recolección), igual para todos los tratamientos, 89 días, 3 recolecciones y 10 días de recolección (periodo de tiempo entre el inicio y final de recolección). No obstante, en el tratamiento con menor aporte de nitrógeno se ha visto un mayor número de inflorescencias recolectadas en la primera fecha de recolección, con un 50% de inflorescencias comerciales recolectadas en la primera fecha de recolección frente a un

33% en el caso de T3 y T4, tratamientos en los que se superan los 400 kg N/ha disponibles para el cultivo; por lo que se podría hablar de una cierta precocidad con la menor dosis de nitrógeno disponible (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos experimentales en coliflor

N DISPONIBLE (kg N/ha)	30-oct	06-nov	09-nov
T1-259	50	34	16
T2-359	39	55	6
T3-432	33	47	20
T4-524	33	45	22

En coliflor, los valores de nitrógeno mineral inicial (Nmin) estuvieron por encima de los valores recomendados de abonado nitrogenado para una coliflor de ciclo temprano, de 200 kgN/ha, tal como se cita en la Normativa Específica de la Producción Integrada de Crucíferas en Navarra. Esto se ha reflejado en los resultados obtenidos ya que no se han observado diferencias significativas de producción entre tratamientos; por consiguiente, en este caso concreto el abonado no ha supuesto un incremento del rendimiento pero si un gasto económico innecesario y una pérdida importante de nitratos por lixiviación, sobre todo en los niveles más altos de Nmin inicial. En concreto, en los tratamientos T2 (359 kg Ndisponible/ha), T3 (432 kg Ndisponible/ha) y T4 (524 kg Ndisponible/ha) se han producido unas pérdidas de 94 kg N/ha, 159 kg N/ha y 224 kg N/ha (por lixiviación y otros factores no controlados como volatilización del fertilizante) respectivamente, mientras que en el tratamiento T1 no hubo pérdidas.

## CONCLUSIÓN

Este trabajo confirma la utilidad del método Nmin para que el agricultor conozca la situación de partida de su parcela y en base a este conocimiento pueda realizar una aplicación más eficiente de los fertilizantes evitando excesos o déficits de nitrógeno.

Gráfico 4. Producción comercial (t/ha) en coliflor (cv. Casper) en función del N disponible

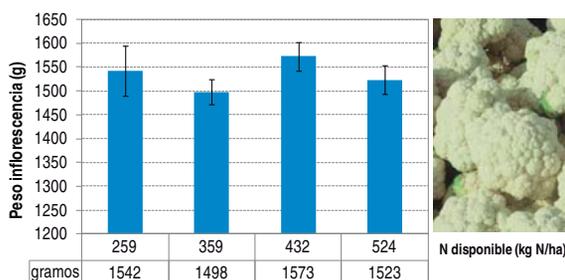


Gráfico 5. Peso medio de la inflorescencia en coliflor (cv. Casper) en función del N disponible

