

Este artículo es el segundo de una serie de tres iniciada en Horticultura 188 con "Aplicación de fertilizantes de liberación controlada en cultivo de lechuga en la Región de Murcia" y que concluirá el mes que viene con el estudio de la acción de este tipo de fertilizantes en el cultivo de la coliflor.

Aplicación de fertilizantes encapsulados en cultivo de brócoli en Murcia

JOSÉ NOLASCO BETHENCOURT⁽¹⁾, ALBERTO OUTEIRIÑO PÉREZ⁽¹⁾, JOSÉ MONZÓ BERENGUER⁽¹⁾, ALBERTO GONZÁLEZ BENAVENTE-GARCÍA⁽²⁾, JOSEFA LÓPEZ MARÍN⁽²⁾

⁽¹⁾Haifa Chemicals Ltd

⁽²⁾Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA)



Las técnicas de producción para el cultivo de brócoli varía según comarcas, utilizándose el cultivo en caballón o meseta con riego localizado en zonas como el Campo de Cartagena, mientras que en el Valle del Guadalentín, Alto y Medio se emplea aún de forma importante el cultivo en llano con riegos por inundación y localizados. Para garantizar su calidad y rendimiento es fundamental una correcta disponibilidad de nutrientes, sin llegar a un exceso de nitrógeno que podría favorecer el ahuecado del tronco.

Tipologías de fertilizantes

Convencionales: se caracterizan por su rápida disponibilidad

Vista general de las subparcelas en las que se llevó a cabo el estudio que centra la atención de este artículo.

de nutrientes. De coste menor, acarrean pérdidas importantes de nutrientes por lixiviación, lo que reduce la eficacia de la fertilización y obliga a aplicar más fertilizante del necesario para compensar las pérdidas y realizar más aplicaciones.

Como alternativa surgen los fertilizantes de liberación lenta o controlada, que aportan nutrientes de forma más eficaz y prolongada en el tiempo. Permiten reducir las unidades fertilizantes y limitar las pérdidas de nutrientes, evitando el exceso o defecto de los mismos.

Urea recubierta de Azufre (SCU): Se obtiene rociando azufre molido sobre gránulos de urea sobrecalentados. Para sellar posibles imperfecciones y orificios en

la cubierta de azufre ésta se sella con una capa de cera. Tras la liberación inicial y hasta que el resto de gránulos comiencen a liberar nitrógeno, desciende la disponibilidad de nitrógeno. Una vez que las bacterias del suelo oxidan la capa de azufre de los gránulos sin imperfecciones, comienza a liberarse el nitrógeno encapsulado. La actividad de estas bacterias se ve favorecida por la humedad del suelo, temperatura, pH neutro y alto contenido en materia orgánica.

Fertilizantes a base de isobutilidendiurea (IBDU): formados a partir de la reacción de urea con aldehídos saturados, se hidrolizan en el suelo de forma gradual formando urea que será transformada en formas de nitrógeno utilizables por la planta. La tasa de hidrólisis se ve afectada por el tamaño de la partícula. Al depender la liberación de la hidrólisis, se ve favorecida por el incremento de la humedad del suelo. La temperatura también acelera la hidrólisis de estos compuestos; a bajas temperaturas, IBDU libera nitrógeno durante más tiempo.

Metilen-urea/Urea-formaldehído: formados por la reacción de urea con formaldehído, dando lugar a mezclas de urea y cadenas de polímeros de diferentes longitudes, según condiciones de reacción y proporción entre urea y for-

Cuadro 1:
Comparativa entre las diferentes tecnologías de fertilizantes de liberación lenta y controlada.

Característica	Urea recubierta de azufre	IBDU	Metileno-urea Urea formaldehído	Inhibidores de la nitrificación	Cubierta de polímero (Cote N)
Tecnología	Fertilizante recubierto de azufre	Producto de reacción de urea	Producto de reacción de urea	Inhibidores	Fertilizante recubierto de polímero
Mecanismo de liberación	Ruptura de la cubierta	Hidrólisis	Degradación microbiana	Retardo de la oxidación del amonio	Difusión
Longevidad	2 - 2,5 meses	En función de la partícula	MU: 3 meses UF: 12 meses	-	2 - 12 meses según fórmula
Factores que afectan a la liberación	Actividad microbiana, pH y materia orgánica	Humedad del suelo, pH y temperatura	Actividad microbiana, pH humedad y materia orgánica	Actividad nitrosomas, pH	Temperatura
% de N de liberación controlada	40 - 50 %	85 %	MU: 50 % UF: 20 %	-	100 %
Otros nutrientes	-	-	-	-	N-P-K, en función de la fórmula

Cuadro 2:
Evolución del desarrollo vegetativo durante el periodo de crecimiento de brócoli.

Fechas de muestreo	P.I. ⁽¹⁾			Multigro en suelo ⁽²⁾			Multigro en meseta ⁽³⁾			
	Altura planta (cm)	Hojas > 5 cm	Ø Tallo (mm)	Altura planta (cm)	Hojas > 5 cm	Ø Tallo (mm)	Alura planta (cm)	Hojas > 5 cm	Ø Tallo (mm)	
Cultivo Invierno-Primavera	17-03-04	16,8	4,9	5,5	15,9	4,5	5,5	17,0	4,8	6,0
	31-03-04	25,2	9,9	9,2	26,1	8,7	9,5	27,5	8,8	9,8
	12-04-04	46,8	11,0	13,5	46,6	10,6	13,7	46,8	10,8	14,0
	26-04-04	51,9	16,4	19,0	60,5	21,2	19,7	55,7	18,8	19,4
	21-10-04	10,4	4,8	-	10,8	6,6	-	10,5	5,4	-
Cultivo Otoño-Invierno	03-11-04	19,4	8,2	7,1	21,6	10,4	7,4	19,0	9,9	8,1
	16-11-04	27,6	10,8	10,2	29,6	12,2	12,2	27,4	11,8	11,1
	09-12-04	59,0	14,0	15,5	64,0	15,2	17,9	63,8	16,0	17,2
	23-12-04	65,1	18,4	23,1	65,5	20,2	23,8	62,9	19,8	21,6
	05-01-05	66,6	18,6	27,0	67,8	20,3	29,3	63,5	19,9	29,4

⁽¹⁾ Producción Integrada: fertilización siguiendo las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de Producción Integrada de la Región de Murcia.

⁽²⁾ Aplicación de MULTIGRO® 17-9-17 a voleo, aportando el 85% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de Producción Integrada de la Región de Murcia.

⁽³⁾ Aplicación de MULTIGRO® 17-9-17 de forma localizada, aportando el 70% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de Producción Integrada de la Región de Murcia.

maldehído. La liberación de nitrógeno es provocada por la ruptura de estas cadenas por la acción de microorganismos, aumentando la velocidad de liberación cuanto menor es la longitud de las cadenas. Dado que la solubilidad depende de la longitud de la cadena, para medir la liberación lenta de un fertilizante se utiliza el Índice de Acti-

vidad (IA), determinado por la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Actividad} = \frac{\text{Fracción II}}{\text{Fracción I} + \text{Fracción III}}$$

siendo la Fracción I el nitrógeno soluble en agua fría, disponible rápidamente para la planta. La Fracción II está compuesta por nitrógeno soluble en agua caliente, liberado en próximas semanas

o meses. La Fracción III está constituida por el nitrógeno no soluble en agua caliente. Al depender la liberación de la actividad microbiana, va a verse afectada por factores como temperatura, pH, humedad y materia orgánica.

Inhibidores de la nitrificación: compuestos químicos que retrasan la actividad de las Nitro-

Cuadro 3:**Calidad de la producción obtenida en brócoli.**

TRATAMIENTOS		PESO MEDIO	ANCHURA	ARCO	Ø TALLO (mm)
Cultivo	P.I. ⁽¹⁾	428	13,2	39,6	3,7
Invierno-	Multigro en suelo ⁽²⁾	545	14,1	41,5	3,9
Primav.	Multigro en meseta ⁽³⁾	599	15,0	39,8	4,1
Cultivo	P.I. ⁽¹⁾	421,8	13,6	29,4	3,6
Otoño-	Multigro en suelo ⁽²⁾	476,6	15,3	33,0	3,9
Invierno	Multigro en meseta ⁽³⁾	432,1	13,3	30,0	3,6

Cuadro 4:**Rendimiento de brócoli (t/ha⁻¹)**

Tratamiento	% de plantas recolctadas	Rendimiento (t. ha ⁻¹)	
	P.I. ⁽¹⁾	87,5	24,6
Cultivo	Multigro en suelo ⁽²⁾	78,7	32,7
Invierno-			
Primav.	Multigro en meseta ⁽³⁾	88,7	29,8
	P.I. ⁽¹⁾	81,8	18,7
Cultivo	Multigro en suelo ⁽²⁾	78,8	19,3
Otoño-			
Invierno	Multigro en meseta ⁽³⁾	77,7	20,1

⁽¹⁾ PI: fertilización según recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de Región de Murcia.

⁽²⁾ Aplicación de Multigro[®] 17-9-17 a voleo, 85% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de Región de Murcia.

⁽³⁾ Aplicación de Multigro[®] 17-9-17 de forma localizada, 70% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de Región de Murcia.

somonas, responsables de la transformación del amonio en nitrito, etapa previa a su transformación en nitratos por acción de las bacterias Nitrobacter y Nitrosolobus, siendo los nitratos la forma en la que se producen las principales pérdidas de nitrógeno aplicado en la fertilización. Durante este periodo, el nitrógeno amónico seguirá disponible para la planta.

Cubiertas a base de polímeros biodegradables: nutrientes recubiertos por capas de polímero que permiten su liberación de forma controlada en función de la temperatura del suelo; a mayor temperatura, mayor liberación. Al encontrarse los nutrientes encapsulados, pueden aplicarse de forma localizada cerca del sistema radicular. En este grupo se encuentra la gama de fertilizantes de libe-

ración controlada de Haifa Chemicals Ltd (Multicote[®] para planta en vivero, Multigreen[®] áreas verdes y Multigro[®] agricultura).

Multigro[®] es un fertilizante de acción prolongada diseñado para cultivos al aire libre con fertilizantes con y sin recubrimiento, en el que todo el potasio proviene del nitrato potásico. Ha sido utilizado en los ensayos que han dado lugar a esta serie de artículos.

Material y métodos

El lugar de ensayo fue la finca experimental Torre Blanca del IMIDA, Campo de Cartagena, con un perfil climático de tipo mediterráneo. Para la correcta evaluación de la acción de los fertilizantes encapsulados se estudiaron los efectos en dos ciclos: invierno-primavera y otoño-invierno. El material vegetal utilizado en ambos ciclos de cultivo ha sido brócoli Maratón, variedad de ciclo medio, vigorosa, porte medio y bien adaptada a todo tipo de suelos y condiciones. Pellas abovedadas, densas y compactas. Color de la inflorescencia verde intenso; floretes cortos de tamaño medio y uniformes; granos muy finos de desarrollo lento y uniforme.

La plantación se realizó cubriendo la superficie del cepellón de la plántula hasta por debajo de los cotiledones, con una densidad de 5 plantas/m². Tamaño de las subparcelas: 100 m². Para evaluar el comportamiento de los fertilizantes de liberación controlada se optó por la fórmula Multigro[®] 17-9-17 + 2 MgO, con 30% de nitrógeno de liberación controlada. Partiendo de las recomendaciones de Producción Integrada (PI) para cultivo de brócoli en la Región de



Murcia, se redujo el nivel de Unidades Fertilizantes nitrogenadas a aportar 15% en aplicación a voleo y 30% en aplicación localizada.

Multigro[®] en suelo: Tras dar unos pases profundos con vertedera se procedió a la aplicación de Multigro[®] a voleo, incorporándolo a continuación dos pases cruzados de fresadora, tras lo que se levantaron las mesetas de cultivo.

Multigro[®] en meseta: se levantaron las mesetas y se abrieron dos surcos longitudinales paralelos a la manguera del riego localizado. Para poder analizar los resultados se empleó como testigo las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de la Región de Murcia, aplicadas mediante fertirrigación.

Las prácticas culturales fueron las tradicionales de la zona, realizándose tratamientos fitosanitarios con carácter preventivo limitados a materias activas autorizadas por la Normativa de PI de la Región de Murcia para cultivo de brócoli. Para su recolección se procuró que las pellas estuviesen en su momento óptimo. En el ciclo de otoño-invierno la fase de recolección se inició el 10 de enero, y duró 11 días, mientras que en el ciclo de invierno-primavera se realizó casi simultáneamente, cosechándose el cultivo en 4 días.



Sistema de fertirrigación utilizado en las subparcelas testigo de los diferentes ensayos.

Aplicación localizada del fertilizante de liberación controlada Multigro® 17-9-17 en brócoli.



Resultados y discusión

Para evaluar la evolución del desarrollo vegetativo de las plantas de brócoli en ambos ciclos de cultivo se han tomado muestras y analizado la altura de la planta, número de hojas de más de 5 cm y diámetro del tallo en distintos tratamientos. Se han obtenido mayores crecimientos de los tres parámetros en las plantas con Multigro® 17-9-17. Esto se aprecia además en el mayor vigor de las plantas que habían recibido fertilización con liberación controlada.

La calidad de la producción obtenida evidencia mejores cualidades en las plantas producidas mediante fertilización con Multigro®, destacando el arco de la pella y diámetro del pedúnculo floral. La forma de las pellas reflejada en los controles de anchura y arco ha estado siempre dentro del ideotipo y características propias de la variedad. El pedúnculo flo-



D> Camino Xamussa, s/n . Apto. 145
12530 Burriana (Castellón) España
T > (+34) 964 514 651 F > (+34) 964 515 068
M > ininisa@ininisa.es
W > www.ininisa.es

Cuadro 5:

Relación peso fresco (PF) y materia seca (PS) obtenido en brócoli en el momento de la recolección.

PESO	P.I. ⁽¹⁾		Multigro en suelo ⁽²⁾		Multigro en meseta ⁽³⁾	
	Inv.-Prim.	Otoño-Inv.	Inv.-Prim.	Otoño-Inv.	Inv.-Prim.	Otoño-Inv.
Cultivo	9,79	9,68	11,69	10,12	10,97	10,70
Relación (PF/PS)						

⁽¹⁾ PI: fertilización según recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de la Región de Murcia.

⁽²⁾ Aplicación de Multigro® 17-9-17 a voleo, 85% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de la Región de Murcia.

⁽³⁾ Aplicación de Multigro® 17-9-17 de forma localizada, 70% de las recomendaciones de abonado para brócoli que dicta la Normativa de PI de la Región de Murcia.

ral ha evolucionado según el desarrollo de la inflorescencia, siendo proporcionalmente más amplio cuanto mayor era el peso medio de la pella. Los pesos medios de las tratadas con Multigro® son mayores que los obtenidos en PI, sin quedar por ello fuera de tipo o categoría comercial.

En cuanto a los rendimientos, hay una gran diferencia entre

tratamientos. Aunque el número final de pellas recolectadas es ligeramente superior en PI, los pesos obtenidos con Multigro® son siempre mayores, obteniendo mejor rendimiento en estos últimos tratamientos, pese a que reducen un 15 - 30% las aportaciones de nitrógeno recomendadas en la Normativa de PI de la Región de Murcia para cultivo de brócoli.

Respecto a la influencia en la producción de materia seca, la mayor cantidad de peso fresco de las plantas obtenidas en los tratamientos de Multigro® ha supuesto una mayor producción de peso seco. Mediante el uso de fertilizantes encapsulados de liberación controlada como Multigro® disminuyen los aportes de fertilizantes hasta un 30% respecto a las recomendaciones de PI, y aún así obtener resultados superiores a los conseguidos mediante el uso de fertirrigación, independientemente del ciclo de cultivo. A esto se suman beneficios como mayor eficacia del sistema de fertilización, óptima disponibilidad de nutrientes en todo el ciclo de cultivo, minimización de pérdidas por lixiviación, ahorro en mano de obra y evitar posibles problemas de carencias o excesos comunes en fertilizaciones tradicionales.

Revalorice su fruta



Suministrador total

Una línea de clasificar fruta tiene que dar una solución total que incorpore un fácil manejo, sus criterios de clasificación y multifuncionalidad. Vd. lo consigue con las máquinas clasificadoras Greefa de construcción modular. Además de todos los criterios importantes de clasificación como tamaño, color, peso, apariencia externa, madurez y calidad interna. Completamos cada máquina clasificadora con una completa línea de accesorios y provisiones logísticas. Por supuesto Vd. puede contar con nuestra red comercial y de asistencia técnica mundial.



GREEFA

P.O. Box 24, 4190 CA Geldermalsen, The Netherlands, Langstraat 12, 4196 JB Tricht
 Tel: +31 345 578100, Fax: +31 345 578200, www.greefa.nl, E-mail: info@greefa.nl