

Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor

L. Rincón Sánchez *, C. Pellicer Botía, J. Sáez Sironi, A. Abadía Sánchez,
A. Pérez Crespo, C. Marín Nartínez

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA). La Alberca, Murcia. Estación
Sericícola. C/ Mayor, s/n. 30150 La Alberca, Murcia.

luisf.rincon@carm.es

RESUMEN

Se ha estudiado y cuantificado el crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor (*Brassica oleracea L. var botrytis subvar coliflora*) cv Profil con una densidad de plantación de 5 plantas/m². Las plantas se muestrearon cada 14 días durante el ciclo comercial de cultivo para determinar la materia seca y el contenido de macronutrientes. La producción total de materia seca en el período de muestreo fue de 6,96 t/ha donde la mayor contribución sobre la materia total producida corresponde a las hojas con un 55,4 %, los frutos contribuyen con un 35,8 % y los tallos con un 8,8 %. El índice de área foliar fue de 6,5, consiguiéndose la mayor eficiencia foliar expresada como asimilación neta media entre 0 y 26 días después del trasplante. Las cantidades totales de macronutrientes absorbidos por el cultivo fueron en kg/ha: 313 de N, 32,5 de P, 305,3 de K, 118,6 de Ca y 35,1 de Mg. Las mayores tasas de absorción de nutrientes se produjeron durante el período de máximo crecimiento de las pellas.

PALABRAS CLAVE: *Brassica oleracea L. var botrytis*
Coliflor
Crecimiento vegetativo
Nutrientes
Concentración
Absorción

INTRODUCCIÓN

La aportación de fertilizantes en fertirrigación mejora la eficiencia del uso de los fertilizantes y la productividad en el género *Brassica* (Letey *et al.*, 1983; Demchak y Smith, 1990; Beberly *et al.* 1986; Hipp, 1974). Las ventajas de la fertirrigación se basan en la po-

* Autor para correspondencia
Recibido: 24-4-00
Aceptado para su publicación: 14-9-00

sibilidad de aplicar los nutrientes directamente a la zona radical, permitiendo dosificarlos de acuerdo con la demanda de la planta. Para ello, es necesario disponer de las curvas de absorción de nutrientes en función del tiempo en condiciones de producción óptima (Bar-Yosef, 1986), para lo cual la materia seca y concentración de nutrientes en la planta deben ser también conocidos.

El desarrollo vegetativo de la planta de coliflor ha sido ampliamente estudiado, diferenciándose tres fases vegetativas durante el ciclo de cultivo comercial (Wurr *et al.*, 1981; Booij, 1990): la primera de ellas es la fase juvenil, en que la planta produce únicamente hojas, variando el número entre 12 y 20, según cultivar y temperatura del período (Wiebe, 1975; Wurr *et al.*, 1981; Booij y Struik, 1990); la segunda corresponde a la fase de inducción a la floración, que no está ligada claramente con el final de la fase juvenil (Booij y Struik, 1990), produciéndose cuando las temperaturas se mantienen entre 9° y 9,5 °C (Wurr *et al.*, 1993) y la tercera fase es la de crecimiento de la inflorescencia (fruto), fase que requiere de altas temperaturas para conseguir frutos gruesos (Wiebe, 1975; Wurr *et al.*, 1990). La mayoría de estos estudios relacionan en forma de modelos matemáticos la duración de las fases juvenil y de inducción a la floración con los grados-día acumulados > 0 °C (Wurr *et al.*, 1990; Grevsen y Olesen, 1994; Booij y Struik, 1990; Kage y Stutzel, 1999).

Sobre la fertilización de la coliflor, los estudios se han centrado principalmente en la fertilización nitrogenada, tratando de evaluar la cantidad de nitrógeno a aplicar para obtener los máximos rendimientos. Las cantidades de nitrógeno necesarias para llevar el cultivo a máxima producción dependen del cultivar y de las condiciones de cultivo. Así, Csizinsky (1996) obtuvo la máxima producción con 294 kg/ha de N aportado y Batal *et al.*, (1997), con 269 y 384 kg/ha dependiendo del cultivar. Sánchez *et al.* (1996) en una combinación de agua y nitrógeno, encontraron la máxima producción para 640 mm de agua y 336 kg/ha de nitrógeno aportado.

La absorción y acumulación de nutrientes en las diferentes etapas del crecimiento de la coliflor han sido muy poco estudiadas, en nuestras condiciones de cultivo en Murcia, para las que no se conocen trabajos de este tipo.

El objetivo del presente trabajo ha sido analizar la evolución del crecimiento vegetativo y determinar de las curvas de absorción de macronutrientes de un cultivo de coliflor con fertirrigación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca experimental «Torreblanca» del Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, situada en la comarca del Campo de Cartagena (37°40'N - 0°58'W) en Murcia, zona característica del cultivo de la coliflor. Las plantas de coliflor (*Brassica oleracea L. Var. botrytis*) cv. Profil se obtuvieron en semillero aparte y se trasplantaron el 10 de septiembre de 1999, a una densidad de plantación de 5 plantas/m² (1 m entre líneas; 0,4 m entre las plantas de cada línea). La superficie total de cultivo fue de 1.500 m², dentro de la cual se estableció un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Las características del suelo de cultivo a la profundidad de 40 cm fueron: textura franco-arcillosa; carbonatos totales 37,4 %; P (Olsen) 96,4 ppm; K (Ac-NH₄) 689,6 ppm.

En el sistema de riego por goteo se instaló una tubería emisora por cada fila de plantas con emisores de 1 l/h de descarga unitaria cada 20 cm. La incorporación de fertilizantes se realizó a través del sistema de riego mediante la técnica de la fertirrigación. La evapotranspiración del cultivo se calculó diariamente multiplicando la evaporación producida en tanque Clase A, por los coeficientes de cultivo (K) previamente determinados para cultivo de brócoli (Rincón *et al.*, 1996).

La fertilización consistió en la aplicación de 325 kg/ha de N, 65,5 kg/ha de P, 550 kg/ha de K, 150 kg/ha de Ca y 20 kg/ha de Mg. El fósforo se aportó como $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, el potasio como KNO_3 , el calcio como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, el magnesio como MgSO_4 y el nitrógeno no aportado en los fertilizantes anteriores, como NH_4NO_3 . La dosificación de los fertilizantes se realizó en cada riego, tomando como base la evolución en porcentaje de la absorción de nutrientes del brócoli (Rincón *et al.*, 1999).

Las plantas se muestrearon inicialmente en la fecha del trasplante, a los 26, 40, 54, 68, 82 y 96 días después del trasplante. El número de plantas muestreadas en cada bloque fue de 20 en el primer muestreo, seis en el segundo y dos en el resto. Las plantas muestreadas se fraccionaron en hojas, tallos, y pellas (frutos); se lavaron y desecaron en estufa de aire forzado a 70 °C hasta peso constante. Se pesaron las distintas fracciones y se prepararon para el análisis químico. El área foliar específica (AFE) se determinó en 100 círculos de hoja fresca de 20 mm de diámetro, relacionando la superficie de los círculos con su peso seco (cm^2/g). La superficie total de hoja se obtuvo multiplicando el área foliar específica por el peso seco total de hoja. El índice de área foliar (IAF) se obtuvo dividiendo la superficie total de hoja por la superficie de suelo que corresponde a cada planta según el marco de plantación. Los parámetros de crecimiento del cultivo se obtuvieron según Rafford (1967). En cada fracción vegetal se determinaron N, P, K, Ca y Mg. La extracción de los elementos minerales constituyentes del material vegetal se realizó vía seca según Chapman y Pratt (1979). El nitrógeno se determinó mediante el método Dumas (equipo LECO FP 528); el fósforo mediante desarrollo de color con el vanadato-molibdato y medida espectrofotométrica en el visible; el potasio, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (Chapman y Pratt, 1979; Martín Prevel *et al.*, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción del cultivo

El período de muestreo y de recolección de pellas se realizó durante 96 días después del trasplante, tiempo en el que se recolectaron 31,3 t/ha de pellas (frutos) comerciales en dos recolecciones. En la Tabla 1 se presentan los rendimientos comerciales, número de pellas y peso medio de las mismas para cada recolección. La producción obtenida es considerada superior a la media del cultivo, superando a las encontradas por Batal *et al.* (1997), Cszinsky (1996) y Sánchez *et al.* (1996).

Tabla 1
Parámetros de producción de la coliflor

Inicio recolección (días después de la plantación)	Número de frutos/m ²	Peso medio del fruto (g)	Producción Periódica kg/m ²	Producción total kg/m ²
91	1,5 ± 0,3	0,7 ± 0,1	1,1 ± 0,4	1,1
96	2,9 ± 0,5	0,8 ± 0,0	2,0 ± 0,5	3,1

Crecimiento vegetativo del cultivo

El peso total de materia seca (MST) acumulada por el cultivo fue de 6.959 kg/ha, contribuyendo las hojas con el 55,4 %, las cabezas con el 35,8 % y los tallos con el 8,8 % (Tabla 2). La materia seca tuvo un crecimiento de tipo polinómico de la forma: $y = 0,67 x^2 + 7,58x - 36,6$ ($R^2 = 0,98$), siendo «y» la materia seca producida y «x» los días transcurridos después del trasplante, coincidiendo con el tipo de evolución presentada en brócoli por Beberly *et al.* (1986). La materia seca total obtenida resultó ser superior a la reflejada por Csizinsky (1996) e inferior a la obtenida en brócoli por Magnífico *et al.* (1979) y Shepl y Liu (1992). Respecto a otros cultivos, la biomasa producida por la coliflor es inferior a la del tomate (Rincón *et al.*, 1991), pimiento (Rincón *et al.*, 1995) y melón (Rincón *et al.*, 1997) y ligeramente superior a la del brócoli (Rincón *et al.*, 1999). El área foliar específica (AFE) presentó el valor máximo en el momento del trasplante, disminuyendo posteriormente. El índice de área foliar (IAF) aumentó durante todo el período del cultivo, alcanzando el valor de 5,7, superior a la del tomate (Rincón *et al.*, 1991), pimiento (Rincón *et al.*, 1995), melón (Rincón *et al.*, 1997) y brócoli (Rincón *et al.*, 1999).

Tabla 2

Peso total de materia seca (TMS) y contribución de hojas, tallo y fruto para cada fecha de muestreo, área foliar específica (AFE) e índice de área foliar (IAF) de la coliflor

Días después del trasplante	TMS (kg/ha)	Porcentaje de materia seca (kg/ha)			AFE (cm ² /g)	IAF
		Hoja	Tallo	Fruto		
0	10,7	61,1 ± 26,6	40,8 ± 2,6		311,2 ± 36,5	0,01 ± 0,0
26	399,1 ± 19,9	77,5 ± 8,2	22,5 ± 8,2		185,5 ± 11,5	0,6 ± 0,02
40	1.663,3 ± 141,1	91,0 ± 6,7	9,0 ± 6,7		175,3 ± 18,7	2,6 ± 0,2
54	2.615,5 ± 211,3	89,6 ± 1,0	10,0 ± 0,8	0,4 ± 0,1	128,3 ± 15,1	3,0 ± 0,4
68	3.185,4 ± 190,3	82,2 ± 4,5	13,3 ± 2,2	4,5 ± 2,4	126,2 ± 9,6	3,3 ± 0,5
82	5.237,4 ± 984,4	74,7 ± 6,6	11,4 ± 1,4	15,2 ± 7,1	141,2 ± 11,4	5,4 ± 0,9
96	6.959,1 ± 317,9	55,6 ± 13,3	8,8 ± 1,3	35,8 ± 14,6	145,9 ± 3,1	5,7 ± 1,7

La Tabla 3 presenta los parámetros de crecimiento. El máximo crecimiento relativo (CGR) ocurre entre los 68 y 82 días después del trasplante como consecuencia del mayor incremento producido en la tasa de crecimiento foliar (LGR). La máxima eficiencia foliar expresada como asimilación neta (NAR) se produjo en las primeras fases de crecimiento del cultivo (0-40 días después del trasplante), coincidiendo con lo encontrado en pimiento, melón y brócoli (Rincón *et al.*, 1995, 1997, 1999). El crecimiento foliar (LGR) aumentó hasta la aparición de las primeras inflorescencias (54 días después del trasplante), a partir del cual decrece durante unos 30 días debido a la competición con las inflorescencias por fotoasimilados. El mayor crecimiento de las inflorescencias ocurre entre el 82 y 96 día tras el trasplante, en los que se acumula el 68 % de la biomasa total de las inflorescencias, coincidiendo con lo encontrado en brócoli por Rincón *et al.* (1999).

Tabla 3

Evolución de los parámetros de crecimiento en el cultivo de la coliflor

Intervalo de muestreo (días)	RGR ¹ mg/m ² y día	CGR ² g/m ² y día	LGR ³ cm ² /m ² y día	FGR ⁴ g/m ² y día	NAR ⁵ g/m ² y día
0-26	139,3 ± 1,9	1,5 ± 0,1	212,4 ± 7,9		9,1 ± 0,5
26-40	101,8 ± 2,7	9,0 ± 0,9	1.474,1 ± 144,3		6,7 ± 0,7
40-54	32,3 ± 0,6	6,8 ± 0,5	263,5 ± 81,3	0,1 ± 0,01	2,4 ± 0,4
54-68	14,2 ± 1,7	4,1 ± 0,3	230,7 ± 82,4	0,7 ± 0,3	1,3 ± 0,8
68-82	34,2 ± 10,9	14,7 ± 5,8	1.478,8 ± 372,2	4,7 ± 1,5	3,5 ± 1,9
82-96	21,6 ± 14,4	12,3 ± 7,0	798,4 ± 190,5	12,1 ± 4,3	2,2 ± 0,9

RGR: tasa crecimiento relativo; CGR: tasa crecimiento cultivar; LGR: tasa crecimiento foliar; FGR: tasa crecimiento fruto; NAR: tasa asimilación neta.

Concentración y extracción de nutrientes

Nitrógeno

El contenido de nitrógeno más elevado se encontró en las hojas (Fig. 1), presentando una evolución creciente durante los primeros desarrollos vegetativos (26 días después del trasplante), para disminuir posteriormente hasta el final del cultivo. La concentración foliar en la etapa media de cultivo (54 días después del trasplante) fue del 5,5 % en materia seca, mayor que la obtenida en brócoli por Magnífico *et al.* (1979) y Rincón *et al.* (1999). En la recolección la concentración en materia seca fue del 5,25 %, ligeramente inferior al 5,5 % encontrado por Csizinsky (1996), aplicando 296 kg/ha de nitrógeno. En tallos el contenido es muy bajo en relación con las hojas, manteniéndose alrededor del 3,5 % en materia seca, con ligeras variaciones a lo largo del ciclo de cultivo. En los frutos el contenido tuvo el valor más alto en el inicio de la inflorescencia (54 días después del trasplante), disminuyendo posteriormente hasta la recolección, como consecuencia del efecto de dilución.

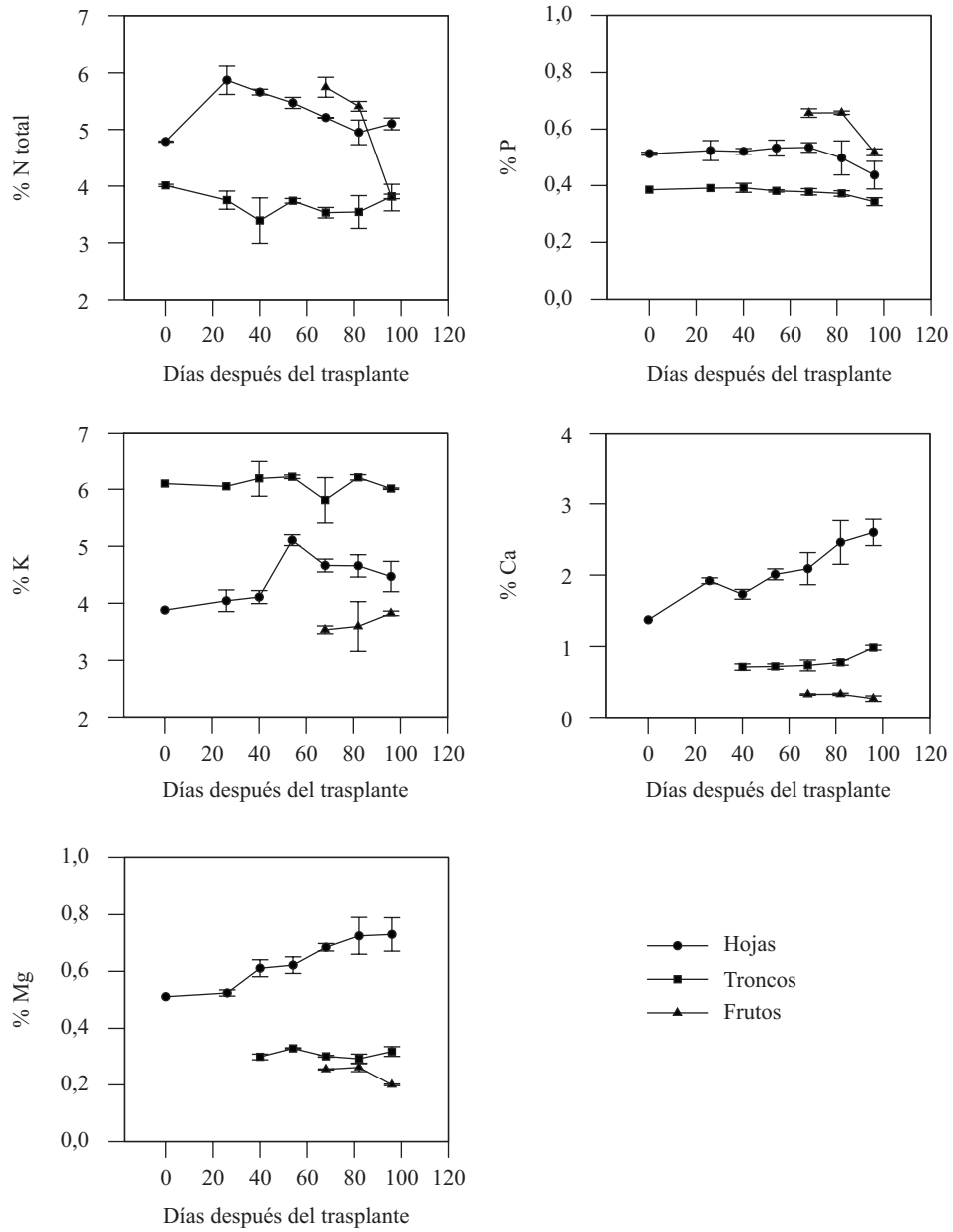


Fig. 1.—Concentración de N, P, K, Ca y Mg en hojas, tallos e inflorescencias de coliflor en función del tiempo

La cantidad total de nitrógeno absorbido por el cultivo (Tabla 4) en el período de muestreo fue de 313,1 kg/ha, contribuyendo las hojas con el 63 % y los troncos con el 7,5 %. Los frutos contribuyen con el 29,5 % (Fig. 2), valor inferior al encontrado en brócoli por Magnífico *et al.* (1979) y Rincón *et al.* (1999). La tasa de absorción de N (Tabla 5) presentó los valores más elevados en el período de mayor crecimiento del fruto (FGR), con el 48,9 % del total (Figura 2), valor ligeramente superior al encontrado en brócoli por Rincón *et al.* (1999). La tasa más alta de acumulación específica de N (Tabla 6) se produjo en las primeras fases de crecimiento del cultivo (0-26 días después del trasplante), coincidiendo con la mayor asimilación neta media (NAR), posteriormente disminuyó hasta la recolección. La absorción de N por la coliflor fue inferior a la del tomate (Rincón *et al.*, 1991) y pimiento grueso (Rincón *et al.*, 1995) e inferior a la del melón (Rincón *et al.*, 1997) y brócoli (Rincón *et al.*, 1999).

Tabla 4
Acumulación total de N, P, K, Ca y Mg en el cultivo de la coliflor

Días después del trasplante	kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
0	4,6 ± 0,02	0,5 ± 0,0	6,9 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,32 ± 0,0
26	24,1 ± 2,1	2,1 ± 0,2	20,5 ± 1,4	5,9 ± 0,4	2,0 ± 0,2
40	90,7 ± 9,5	8,1 ± 0,7	71,3 ± 5,0	26,2 ± 2,7	8,2 ± 0,9
54	137,7 ± 7,8	13,5 ± 1,2	119,1 ± 4,9	43,1 ± 1,0	15,4 ± 0,7
68	159,9 ± 4,6	16,6 ± 1,0	151,8 ± 0,4	62,2 ± 5,1	19,9 ± 1,7
82	252,4 ± 4,5	25,3 ± 3,8	244,4 ± 57,2	97,7 ± 10,5	32,0 ± 4,5
96	313,0 ± 8,8	32,5 ± 1,3	305,3 ± 8,2	118,6 ± 14,2	35,1 ± 2,3

Tabla 5
Tasa de absorción de nutrientes en el cultivo de la coliflor

Días después del trasplante	kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
0-26	19,4 ± 2,5	1,6 ± 0,2	12,2 ± 0,3	5,2 ± 0,1	1,7 ± 0,2
26-40	71,6 ± 6,0	6,3 ± 0,5	58,9 ± 5,2	20,3 ± 0,8	6,2 ± 0,8
40-54	47,0 ± 5,2	6,9 ± 1,2	65,7 ± 6,2	16,9 ± 3,8	7,2 ± 0,5
54-68	22,2 ± 2,3	3,1 ± 3,2	14,8 ± 1,8	19,1 ± 5,2	4,5 ± 1,1
68-82	92,5 ± 4,5	8,7 ± 0,8	96,4 ± 8,9	35,5 ± 1,2	12,1 ± 2,3
82-96	60,6 ± 4,8	7,2 ± 2,1	57,0 ± 5,7	20,9 ± 2,6	3,1 ± 0,8

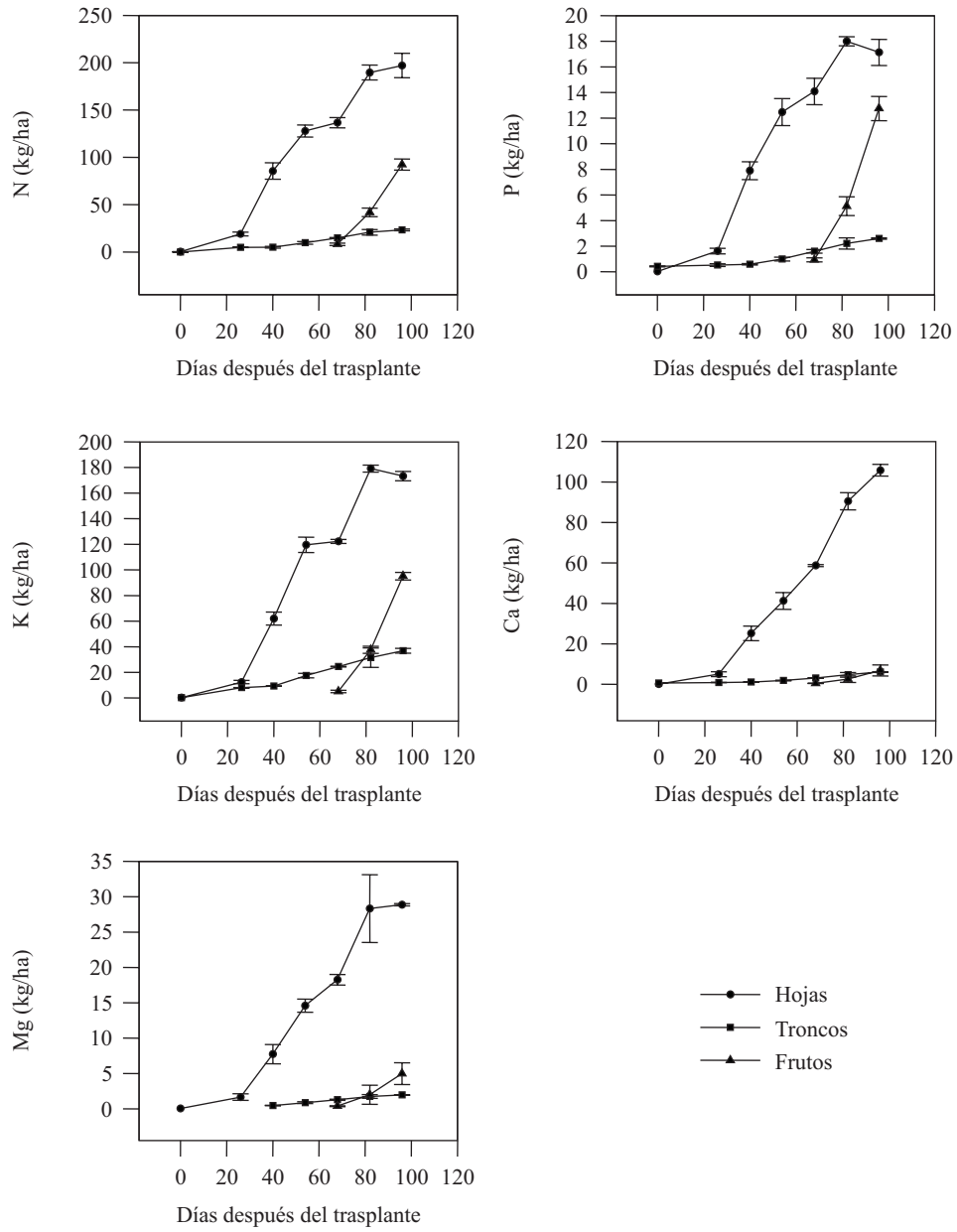


Fig. 2.—Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en hojas, tallos e inflorescencias de coliflor en función del tiempo

Tabla 6
Tasa de acumulación específica de nutrientes en el cultivo de coliflor

Días des- pués del trasplante	mg/g de m.s. y día				
	N	P	K	Ca	Mg
0-26	8,0 ± 0,30	0,70 ± 0,05	6,2 ± 0,70	2,9 ± 0,20	0,80 ± 0,10
26-40	2,9 ± 0,10	0,30 ± 0,01	2,3 ± 0,20	1,5 ± 0,20	0,30 ± 0,02
40-54	1,0 ± 0,20	0,10 ± 0,02	1,2 ± 0,50	0,5 ± 0,08	0,02 ± 0,00
54-68	0,3 ± 0,05	0,05 ± 0,01	0,2 ± 0,06	0,1 ± 0,02	0,03 ± 0,00
68-82	0,8 ± 0,10	0,10 ± 0,04	0,9 ± 0,04	0,2 ± 0,07	0,10 ± 0,03
82-96	0,4 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,4 ± 0,02	0,1 ± 0,03	0,03 ± 0,05

m.s. = materia seca

Fósforo

Es el macronutriente absorbido en menor cantidad por el cultivo. El contenido de fósforo en hoja se caracterizó por una tendencia creciente hasta el período de mayor FGR, descendiendo posteriormente hasta la recolección. En tallo sigue una pauta similar a la de las hojas y en los frutos la concentración más alta se produjo al inicio de la inflorescencia, disminuyendo posteriormente en el período de mayor crecimiento de las inflorescencias (FGR) como consecuencia del efecto de dilución (Fig. 1). El contenido de P en hoja en el periodo medio de cultivo fue del 0,5 % en materia seca, inferior al reflejado por Csizinsky (1996) y similar al obtenido en brócoli por Peck y McDonald (1986), Tremblay y Senecal (1990) y Rincón *et al.* (1999). En la recolección, el contenido de fósforo en materia seca del fruto fue del 0,52 %, superior a lo reflejado por Csizinsky (1996).

La absorción total de fósforo por el cultivo fue de 32,5 kg/ha (Tabla 4), exportando las hojas el 52,8 % y los tallos el 8 %. Los frutos almacenan el 39,2 %, valor similar al encontrado en brócoli por Rincón *et al.* (1999) y Magnífico *et al.* (1979). La tasa de absorción de fósforo (Tabla 5) aumentó durante el ciclo de cultivo hasta el período de mayor crecimiento del fruto (FGR), produciéndose la máxima extracción en el intervalo de mayor LGR (68-82 días después del trasplante). La tasa más alta de acumulación específica de P (Tabla 6) se produjo en las primeras fases de crecimiento del cultivo (0-26 días después del trasplante), coincidiendo con el período de mayor asimilación neta media (NAR), disminuyendo posteriormente hasta la recolección. Respecto a otros cultivos, la absorción de fósforo por la coliflor es inferior a la del tomate, pimiento, melón (Rincón *et al.*, 1991, 1995, 1997) y superior a la del brócoli (Rincón *et al.*, 1999).

Potasio

La absorción del potasio por la coliflor fue prácticamente igual que la de nitrógeno, coincidiendo con lo encontrado en brócoli por Rincón *et al.* (1999). Respecto a otros cultivos las cantidades absorbidas de potasio por la coliflor son inferiores a las del tomate, pimiento grueso y melón, respectivamente (Rincón *et al.*, 1991, 1995, 1997). El contenido de potasio en hoja alcanzó el valor máximo a los 54 días después del trasplante (Fig. 1),

disminuyendo posteriormente hasta la recolección. La concentración de K en el período medio de cultivo es del 5 % en materia seca, superior al reflejado por Csizinsky (1996) y superior a lo encontrado en brócoli por Magnífico *et al.* (1979), Peck y McDonald (1986), Tremblay y Senecal (1990) y Rincón *et al.* (1999). En las inflorescencias (frutos) la concentración en la recolección fue del 3,6 % en materia seca.

La absorción total de potasio por el cultivo fue de 305,3 kg/ha (Tabla 4), almacenando las hojas el 56,7 % y los frutos el 12,1 % (Fig. 2). Los frutos (*pellas*) contribuyen con el 31,2 % valor inferior al reflejado en brócoli por Rincón *et al.* (1999) y Magnífico *et al.* (1979). La tasa de absorción (Tabla 5) alcanzó los valores máximos en el período de engorde de las cabezas (FGR). La tasa más alta de acumulación específica de K (Tabla 6) se produjo en las primeras fases de crecimiento del cultivo (0-26 días después del trasplante), coincidiendo con la mayor eficiencia foliar (NAR), disminuyendo posteriormente hasta la recolección.

Calcio y Magnesio

Las hojas fueron los órganos de mayor concentración de calcio y magnesio durante todo el ciclo de cultivo, presentando las *pellas* los porcentajes más bajos (Fig. 1). Las concentraciones en materia seca en el período de recolección fue del 2,74 % de calcio y del 0,73 % de magnesio, superiores a las reflejadas en brócoli por Peck y McDonald (1986), Tremblay y Senecal (1990) y Shelp y Liu (1992).

Las cantidades totales absorbidas por el cultivo fueron de 118,6 kg/ha de calcio y 35,1 kg/ha de magnesio (Tabla 4), siendo las hojas las que acumularon la mayor cantidad, el 89,2 % de calcio y el 80,3 % de magnesio (Fig. 2). Los troncos almacenaron el 5,1 % de Ca y el 5,5 % de Mg. Los frutos contribuyeron con el 5,7 % de Ca y el 14,5 % de Mg. Las máximas velocidades de absorción de calcio y magnesio se produjeron en períodos donde el LGR es máximo (68-82 días después del trasplante). La velocidad más alta de acumulación específica de Ca y de Mg (Tabla 6) coincidió con las primeras fases de crecimiento del cultivo (0-26 días después del trasplante), período de mayor asimilación neta media (NAR), posteriormente disminuyó hasta la recolección. Respecto a otros cultivos, la absorción de Ca es inferior a la del tomate, pimiento grueso, melón y brócoli (Rincón *et al.*, 1991, 1995, 1997, 1999).

CONCLUSIONES

Las condiciones del medio, ciclo estacional de cultivo y técnica de cultivo son factores determinantes de la productividad. El cultivo de la coliflor permite obtener elevadas cantidades de materia seca por planta, debido al gran desarrollo vegetativo, donde las hojas almacenan cantidades superiores al 60 % del total de nutrientes absorbidos, contribuyendo los frutos con el 35 %. De la materia seca total, más del 50 % se sintetiza durante el período de mayor crecimiento de frutos (FGR).

La concentración mineral en planta varía durante el ciclo de cultivo para cada nutriente y órgano vegetativo. Las hojas presentan las concentraciones más altas en N, Ca y Mg, los frutos en P y los tallos en K. Durante el ciclo de cultivo, la concentración foliar

más elevada de N se produce entre los 20-30 días después del trasplante, en P entre los 60-80 días tras el trasplante y en K al inicio de la inflorescencia.

La absorción total de macronutrientes realizada por el cultivo para una producción comercial de 31,3 t/ha de cabezas han sido en kg/ha: 313 de N, 32,5 de P, 305,3 de K, 118,6 de Ca y 35,1 de Mg. La mayor velocidad de absorción de nutrientes se da en el período de mayor crecimiento vegetativo del cultivo (CGR).

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria Agroalimentaria (INIA) por su financiación al Proyecto SC95-026.

SUMMARY

Vegetative growth and nutrient absorption in cauliflower

Vegetative growth and nutrient absorption of cauliflower (*Brassica oleracea L. botrytis*) cv. Profil was studied and quantified at a density of 5 plants m⁻². Fertilisers were incorporated in the irrigation water following the percentage of nutrient uptake for broccoli. Plants were sampled, fractionated (leaves, stems and curds), dried and weighed and the macronutrient content was analysed every 15-20 days. Sampling was carried out over a period of 96 days after transplanting and during this time 31,3 t ha⁻¹ of curds were picked. The total amount of dry matter produced was 6,96 t ha⁻¹. Curds constituted 55.4 %, leaves 35.8 % and stems 8.8 % of the total dry matter. The leaf area index was 6.5 at 96 days after transplanting, and the highest leaf efficiency, expressed as net assimilation rate (NAR), was obtained between days 0 and 26 after transplanting. The maximum growth rate of (CGR) occurred between days 68 and 82 after transplanting. Leaf growth rate (LGR) increased until the swelling of the first head. The highest curd growth rate (FGR) occurred between days 68 and 96 after transplanting.

The total amount of nitrogen extracted by the crop during the sampling period was 313 kg ha⁻¹, 29.5 % of which was contributed by the head. The total amount of phosphorus extracted by the crop was 39.2 kg ha⁻¹, 32.5 % of which accumulated in the curds. The quantity of potassium accumulated by the crop was 305.3 kg ha⁻¹, 31.3 % of which was accumulated by the curd. The total amount of Ca absorbed by the crop was 118.6 kg ha⁻¹, 89.2 % of which was accumulated by the leaves. The total quantity of Mg absorbed by the crop was 35.1 kg ha⁻¹, 80.3 % of which was accumulated by the leaves.

In summary, the highest concentrations of N, Ca, and Mg were accumulated in the leaf, K in the stem, and P in the curd. The highest uptake rates of N, P, K, Ca and Mg took place in the period of highest curd growth. The highest specific accumulation of N, P, K, Ca and Mg occurred during the initial stages of growth, when the leaf efficiency is highest.

KEY WORDS: Cauliflower
Growth
Nutrients
Concentration
Uptake

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAR-YOSEF B., 1986. Fertirrigation as a technique to optimize crop yield with special reference to vegetables. Proceedings of the third International Conference of Irrigation. Tel-Aviv, pp. 87-97.
- BATAL K.M., GRAN BERRY D.M., MULLINIX B. G., 1997. Nitrogen, magnesium, and boron applications affect cauliflower yield, curd mass and hollow stem disorder. HortScience 32 (1), 75-78.

- BEVERLY R.B., JARREL W. M., LETEY J., 1986. A nitrogen and water response surface for sprinkler-irrigated broccoli. *Agron. J.* 78, 91-94.
- BOOIJ R., 1990. Cauliflower curd initiation and maturity: Variability within a crop. *Journal of Horticultural Science* 65, 167-175.
- BOOIJ R., STRUIK P.C., 1990. Effects of temperature on leaf and curd initiation in relation to juvenility of cauliflower. *Scientia Horticulturae* 44, 201-214.
- CSIZINSKY A.A., 1996. Optimum planting time, plant spacing, and nitrogen and potassium rates to maximize yield of green cauliflower. *HortScience* 31 (6), 930-933.
- CHAPMAN H., PRATT P., 1979. *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. Ed. Trilla. México.
- DEMCHAK K.T., SMITH C.B., 1990. Yield responses and nutrient uptake of broccoli as affected by lime type and fertilizer. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 (5), 734-740.
- GREVSEN K., OLESEN J. K., 1994. Modelling development and quality of cauliflower. *Acta Horticulturae* 371, 151-160.
- HIPP B.W., 1974. Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem of broccoli. *HortScience* 9, 68-69.
- KAGE H., STUTZEL H., 1999. A simple empirical model for predicting development and dry matter partitioning in cauliflower (*Brassica oleracea*, L. botritis). *Scientia Horticulturae* 80, 1-2, 19-38.
- LETEY J., JARRELL M., VALORASS N., BEBERLY R., 1983. Fertilizer application and irrigation management of broccoli production and fertilizer use efficiency. *Agronomy Journal* 75, 502-507.
- MAGNIFICO V., LATTANCIO V., SARLLI, G 1979., Growth and nutrient removal by broccoli. *J. Amer. Hort. Sci.* 104 (2), 201-203.
- MARTIN PREVÉL P., GACNARD J., GAUTIER P., 1984. L'analyse végétale dans le control de l'alimentation des plantes. *Technique et Documentation-Lavoisier*. Paris.
- PECK N., MC DONALD G., 1986. Cauliflower, Broccoli, and Brussels sprouts responses to concentrated superphosphate and potassium chloride fertilization. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 (2), 195-201.
- RAFFORD P., 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7 (3), 171-175.
- RINCÓN L., GÓMEZ M.D., BELOQUI E., 1996. Necesidades hídricas y fertilización del brócoli y de la lechuga. *FECOAM*. Marzo, n.º 7.
- RINCÓN L., PELLICER C., SÁEZ J., 1991. Necesidades de macroelementos del tomate de crecimiento indeterminado en invernadero. *Agrícola Vergel* 112, 211-216.
- RINCÓN L., SÁEZ J., BALSALOBRE E., PELLICER C., 1995. Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso en cultivo bajo invernadero. *Investigación Agraria: Producción Vegetal* 10 (1), 47-59.
- RINCÓN L., SÁEZ J., PÉREZ J.A., GÓMEZ M.D., PELLICER C., 1999. Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. *Investigación Agraria. Producción y Protección de los Vegetales* 14 (1-2), 225-236.
- RINCÓN L., SÁEZ J., PÉREZ J.A., PELLICER C., GÓMEZ M.D., 1997. Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal* 13 (1-2), 111-120.
- SÁNCHEZ C.A., ROTH R.L., GARDNER B.R., AYER H., 1996. Economic responses of brócoli and cauliflower to water and nitrogen in the desert. *HortScience* 31 (2), 201-205.
- SHELP B.J., LIU L., 1992. Nutrient uptake by field-grown broccoli and net nutrient mobilization during inflorescence development. *Plant and Soil* 140, 151-155.
- TREMBLAY N., SENECALE M., 1990. Effects du mode d'irrigation et du contenu en urée de la solution fertilisante sur les caractéristiques de jeunes plants de brocoli, celeri et laitue. *Agronomie* 10, 15-21.
- WIEBE H. J., 1975. Effect of temperature on the variability and maturity date of cauliflower. *Acta Horticulturae* 52, 69-75.
- WURR D. C. E., AKEHURST J. M., THOMAS T. H., 1981. A hypothesis to explain the relationship between low-temperature treatment, gibberellin activity, curd initiation and maturity in cauliflower. *Scientia Horticulturae* 15, 321-330.
- WURR D. C. E., FELLOWS, J. R., PHELPS, K., READER, R. J., 1993. Vernalization in summer/autumn cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.). *Journal of Experimental Botany* 44, 1507-1514.
- WURR D. C. E., FELLOWS J. R., SUTHERLAND R. A., ELPHINSTONE E. D., 1990. A model of cauliflower curd growth to predict when curds reach a specific size. *Journal of Horticultural Science* 65, 555-564.

Nota corta: Primera identificación de *Colletotrichum dematium* sobre aglaonema y de *C. gloeosporioides* sobre singonio en el nordeste de la Argentina

M.G. Cabrera de Álvarez, R.E. Álvarez *

Cátedra de Fitopatología, Dpto. de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Sargento Cabral 2131, 3400 Corrientes-Argentina

cabrera@agr.unne.edu.ar

RESUMEN

Desde 1997 se observaron plantas de *Aglaonema pictum* Kunt, *A. pictum* «pseudobracteatum», *A. treubii* y *Syngonium podophyllum* Schott. con síntomas típicos de antracnosis en cultivos protegidos de ornamentales en las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (nordeste de la Argentina). Los síntomas observados en hojas de aglaonema y singonio fueron manchas irregulares, de aspecto y consistencia apergaminada, color castaño claro y bordes oscuros, iniciándose en cualquier parte de la lámina foliar, confluentes, y rodeadas de un halo clorótico. En el centro de las lesiones se observaron puntuaciones oscuras de donde se aislaron cepas que se identificaron como *Colletotrichum dematium* y *C. gloeosporioides*, respectivamente. No se encontraron antecedentes de ambos patógenos sobre estos huéspedes en Argentina.

PALABRAS CLAVE: Antracnosis
Colletotrichum
Aglaonema
Syngonium
Ornamentales

La producción de plantas ornamentales ha cobrado un gran impulso en los últimos años en las provincias del nordeste de la Argentina (NEA), significando un importante rubro en la economía de la región. Desde principios de 1997, en reconocimientos de cultivos en localidades de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa, se observó un número elevado de plantas de aglaonema y singonio presentando manchas foliares del tipo antracnosis, que deterioraban notablemente su calidad comercial. La revisión bibliográfica

* Autor para correspondencia
Recibido: 3-12-99
Aceptado para su publicación: 16-11-00