

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y LA POBLACION SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) DURANTE DOS CICLOS, EN CARTAGO, COSTA RICA¹

José Antonio Soto *

ABSTRACT

Effect of nitrogen and plant population on yield and quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) during two planting cycles at Cartago, Costa Rica. Two consecutive experiments were run, in 1988 and 1989, at the Carlos Durán Experiment Station in Tierra Blanca, Cartago, at 2400 masl. In 1988, 4 N rates (0, 100, 200 and 300 kg/ha) as well as 3 populations (70.000, 100.000 and 300.000 plants/ha) were evaluated in double rows 1.0 m apart, with paired rows 0.3 m apart, and in-row spacings of either 28.5, 20.0 or 15.4 cm between plants. Variables measured were: 1) export heads, 10-17 cm in diameter, weight over 125 g, excellent compactness and no hollow stems; 2) "A" quality heads, with diameter 10-17 cm and weight under 125 g; 3) "B" quality heads under 10 cm or over 17 cm diameter. At the lower N rates higher yields of export heads were obtained with lower populations, but as rates rose up to 300 kg N/ha, the highest yield (17.5 t/ha) occurred with 100.000 plants/ha; the "A quality" variable showed a similar effect, with a maximum yield 23.6 t/ha for the 300 kg N and 130.000 plants/ha interaction; for "B quality", highest yield (6.0 t/ha) was reached with 130.000 plants/ha and no N. Incidence of hollow stem was less than 1%, in spite of 50% levels for the same region in previous years. In 1989, N was tested at 200, 250, 300, 350 and 400 kg/ha in interaction with the same populations. Heads were rated as: 1) "exportable", 10-17 cm diameter, over 125 g in weight, excellently compacted and healthy; 2) "exportable without hollow stem", same as 1 plus solid stem; 3) "non-exportable", lacking one of the above export characteristics. The interaction of 100.000 plants and 350 kg/ha resulted in the highest yield of exportable heads (16.7 t/ha); exportable heads with no hollow stem were 62% of the former, and 100.000 plants plus 350 or 400 kg N/ha gave the highest yields (8.8 and 9.5 t/ha), yet differences were non-significant; non exportable heads only increased as population increased. It is concluded that 100.000 plants and 350 kg N/ha offer the best combination for export head production. Also, hollow stem incidence can not be attributed to population or high N, but to other crop factors.

INTRODUCCION

El potencial de exportación de las hortalizas como el brócoli depende de la calidad de las

inflorescencias. Por ello, desde hace 3 años, el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha orientado investigación en diversas áreas de manejo agrícola que permita desarrollar las características de tamaño, peso, forma, color y aspecto, solicitados en el mercado internacional. Dentro de dichas áreas, la nutrición mineral es un factor de suma importancia.

1/ Recibido para publicación el 6 de junio de 1990.
* Unidad de Suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guadalupe, San José, Costa Rica.

En Costa Rica, se han realizado estudios para este cultivo que contemplan la relación de factores nutricionales (azufre, boro y molibdeno), factores climáticos (altitud, temperatura y luminosidad), y el factor población de plantas (Cárdenas, 1988; Morales, 1988; Núñez, 1988). De estos estudios se concluyó que para la región norte de Cartago los elementos nutricionales estudiados no inciden en la producción y calidad de las inflorescencias; sin embargo, la población sí es un factor importante, ya que aún con 80000 plantas/ha, el diámetro y el peso son mayores al mínimo requerido para exportación (Cárdenas, 1988; Morales, 1988; Núñez, 1988).

El tallo hueco es una alteración fisiológica que origina un resquebrajamiento interno en forma elíptica en el tallo floral y deja un espacio vacío que disminuye la calidad. Este daño es visible, por lo tanto afecta la comercialización del producto fresco y está asociado con una decoloración indeseable en la preparación del producto congelado para exportación (Cutcliffe, 1972; Dufault y Waters, 1985). Se ha mencionado que la incidencia de este daño aumenta con la aplicación de N al brócoli y se presenta con mayor frecuencia en las primeras cosechas, lo que sugiere que las plantas con crecimiento más acelerado son más propensas a presentarlo. A pesar de ello, el incremento en el rendimiento por la adición del elemento es mayor que las pérdidas debidas a tallo hueco (Cutcliffe, 1972; Dufault y Waters, 1985; Hipp, 1974).

Los máximos rendimientos de inflorescencias centrales y laterales de brócoli se han obtenido con dosis de alrededor de 250 kg N/ha, siendo más favorable cuando existe un complemento adecuado de P y K (Chinchilla *et al.*, 1980; Cutcliffe *et al.*, 1968; Cutcliffe y Munro, 1976; Sánchez y Loría, 1974).

La población de plantas también incide sobre este fenómeno, ya que a mayor distancia entre las plantas se eleva el porcentaje de cabezas con características comerciales que presentan tallo hueco, mientras que el aumento de la población disminuye el peso promedio de cada unidad pero eleva la producción comercial por área (Cutcliffe, 1972; Dufault y Waters, 1985; Hipp, 1974).

El decrecimiento en el peso de las inflorescencias con el aumento de la población es proporcional a la disminución del área disponible por cada planta, y este factor contribuye a disminuir

la sobremaduración (Cutcliffe, 1971). Este aspecto se da principalmente cuando el incremento de la población se logra por reducción del espacio dentro del surco de siembra más que por la reducción del espacio entre surcos (Palevitch, 1970). Una combinación de excelente rendimiento con 12,4 t/ha de inflorescencias comerciales de 250 g de peso promedio por unidad, se alcanzó con un mínimo de 64500 plantas/ha distribuidas en doble surco de siembra, separados 30 cm entre surcos simples y entre plantas (Lancaster *et al.*, 1985).

Con el objetivo de relacionar altas poblaciones (mayores a 80000 plantas/ha) con la adición de N, y observar su efecto sobre el rendimiento y la calidad de las inflorescencias de brócoli, se establecieron experimentos en 1988 y 1989, bajo la hipótesis de incrementar la producción por área con poblaciones mayores al elevar la cantidad de N adicionada.

MATERIALES Y METODOS

Experimento de 1988

Se realizó en la Estación Experimental Dr. Carlos Durán del MAG en Potrero Grande de Cartago a 2400 msnm. Se inició el 24 de mayo con la preparación del almácigo en el que se sembró el híbrido Green Valiant, se transplantó al sitio experimental el 27 de julio, y se cosechó entre los meses de setiembre y octubre.

Se estudió la interacción de N (0, 100, 200, 300 kg N/ha) con poblaciones de 70.000, 100.000 y 130.000 plantas/ha. La combinación de ambos factores originó 12 tratamientos ordenados en un arreglo factorial dentro de un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Las parcelas constaron de 6 m², formadas por 3 surcos dobles de 2,0 m de largo, separados 1,0 m entre centros de dobles surcos y 0,3 m entre surcos simples. La distancia entre plantas fue de 28,5; 20,0 y 15,4 cm correspondiendo a 42, 60 y 75 plantas/parcela según las poblaciones a evaluar. Además de la fertilización con N, se adicionó una base general de 100 kg P₂O₅ y 100 kg de K₂O/ha. Como fuentes de elementos se emplearon el nitrato de amonio (33,5% N), el triple superfosfato (46% P) y el sulfato de potasio (50% K₂O y 17,6% S).

Se evaluó la producción de inflorescencias principales en estado fisiológico de madurez, con 15 cm de tallo. En cada inflorescencia se midió el



diámetro, el peso, la compactación y la incidencia del tallo hueco. Para el análisis de la información, la producción de las inflorescencias se dividió en categorías:

- de exportación: diámetro de 10-17 cm, peso mayor de 125 g, excelente compactación y sin tallo hueco.
- A: diámetro de 10-17 cm.
- B: diámetro menor de 10 cm o mayor de 17 cm.

La "compactación" es la observación y tacto de la agrupación de las flores individuales que forman la inflorescencia en cuanto a dureza, uniformidad, textura y forma.

Experimento de 1989

Se realizó en el mismo sitio del anterior, entre los meses de agosto y noviembre.

Se estudió la interacción de los factores: N en dosis de 200, 250, 300, 350, 400 kg N/ha, y poblaciones de 70.000, 100.000 y 130.000 plantas/ha. La combinación de los factores originó 15 tratamientos que se ordenaron en un arreglo factorial 5 x 3 dentro de un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones.

- Se evaluó las inflorescencias en 3 categorías:
- de exportación: con diámetro de 10-17 cm, peso mayor de 125 g, compactación excelente y sanas.
- de exportación sin tallo hueco: con las mismas características anteriores, pero además sin hueco en el tallo.
- no exportables: las que no reúnan una o varias de las características exportables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento de 1988

El suelo del sitio experimental presentó un adecuado contenido de nutrimentos (Cuadro 1),

Cuadro 1. Análisis químicos de los suelos de los sitios experimentales.

Año	pH	cmol(+)/L				mg/L			
		Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	
1988	5,8	0,5	4,0	1,3	1,00	72	3,0	13	
1989	5,6	0,4	6,5	0,7	0,54	+100	4,0	9	

Laboratorio de Suelos, Ing. Rodrigo J. Pinto del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

sin embargo, para asegurar la disponibilidad inmediata y uniforme, se adicionó P y K como fertilizante base.

El testigo (0 kg N/ha) no produjo ninguna inflorescencia de exportación, a ninguna de las densidades evaluadas.

El incremento en la cantidad de N adicionado (Figura 1), elevó la producción de inflorescencias de brócoli de "calidad de exportación" desde 0 hasta 16,5 t/ha con 300 kg N/ha. El mayor incremento respecto al testigo (9,0 t/ha, en promedio) se produjo con la dosis de 100 kg N/ha y a partir de ésta, el rendimiento se elevó entre 3,0 y 4,0 t/ha por cada 100 kg de N adicionados (Cuadro 2).

En esta misma calidad de inflorescencias, la población de 70.000 plantas/ha produjo el mayor

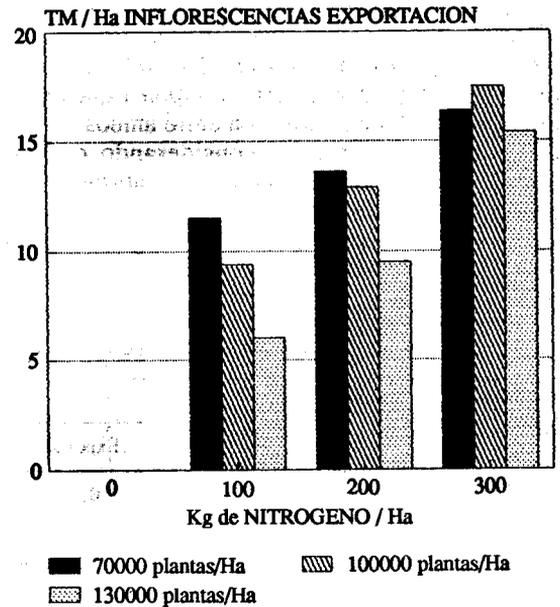


Fig. 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli de exportación, 1988.

rendimiento promedio (10,4 t/ha), superando en 0,4 y 2,65 t/ha a las poblaciones de 100.000 y 130.000 plantas/ha.

El análisis de varianza indicó un efecto significativo del N y de la población; la prueba de Duncan reunió el rendimiento de cada una de las dosis de N en un grupo significativamente diferente de los demás. El rendimiento de las poblaciones de 70.000 y 100.000 plantas/ha se mostraron como superiores y diferentes al obtenido con 130.000 plantas/ha (Cuadro 2). De acuerdo con el análisis de varianza, no existió interacción significativa entre los factores N y población, sin embargo, al observar el rendimiento promedio de inflorescencias de exportación (Figura 1) se determinó que con las dosis menores del elemento, 100 y 200 kg N/ha, las producciones mayores se obtuvieron con las poblaciones menores, como 70.000 plantas/ha; mientras que, al elevar la dosis a 300 kg N/ha, se da el mayor rendimiento (de 17,5 t/ha) con la población de 100.000 plantas/ha. Lo anterior permite suponer que existió algún grado de interacción entre ambos factores estudiados. Además, considerando que el efecto del N no alcanzó un máximo absoluto, es posible suponer que al elevar la dosis del elemento, el rendimiento mayor se obtenga aún con mayores poblaciones.

Para el mercado nacional las exigencias de calidad son mínimas y por lo general sólo se categoriza con base en el diámetro de las inflorescencias. Se consideran de mayor aceptación las inflorescencias más grandes, por lo que se agrupó en "categoría A" a las de 10-17 cm de diámetro y en "categoría B" a aquellas con menos de 10 cm de diámetro.

En la calidad de las inflorescencias A, la producción también se aumentó con el incremento del N (Figura 2). Con las dosis menores del elemento, 100 y 200 kg/ha, el mayor rendimiento se presentó con la población de 100.000 plantas/ha, pero con la dosis máxima de 300 kg/ha, la mayor producción se obtuvo con la población de 130.000 plantas/ha.

En la calidad de la inflorescencia B, la interacción entre factores fue similar a la variable anterior pero en sentido inverso; conforme disminuyó la dosis de N se elevó la producción y siempre tendió a ser mayor con las poblaciones más altas (Figura 3). Este resultado fue producto de la relación entre: población de plantas, competencia por N y disponibilidad del mismo. El mayor rendimiento de inflorescencias de esta categoría va en detrimento de la calidad A y de la de exportación. El análisis de varianza indica que la interacción entre ambos factores en estas 2 últimas variables fue significativa.

Cuadro 2. Rendimientos promedio de inflorescencias de brócoli en el experimento de 1988, en Cartago.

Nitrógeno kg/ha	Población t/ha	Inflorescencias (t/ha)					
		Exportación		Calidad A		Calidad B	
0	70000	0,0	G	0,5	E	3,1	BC
0	100000	0,0	G	0,2	F	3,7	B
0	130000	0,0	G	0,6	F	6,0	A
100	70000	11,5	DE	14,0	CD	0,2	D
100	100000	9,4	E	14,5	CD	0,9	D
100	130000	6,0	F	12,1	CD	3,5	BC
200	70000	13,6	BCD	17,8	ABCD	0,5	D
200	100000	12,9	CD	18,1	ABCD	0,9	D
200	130000	9,5	E	17,4	BCD	1,9	CD
300	70000	16,4	AB	19,2	ABC	0,1	D
300	100000	17,5	A	21,8	AB	0,3	D
300	130000	15,4	ABC	23,6	A	0,5	D
0		0	D	0,4	D	4,3	A
100		9,0	C	13,5	C	1,5	B
200		12,0	B	17,8	B	1,1	B
300		16,4	A	21,5	A	0,3	C
	70000	10,4	A	12,9	A	1,0	B
	100000	10,0	A	13,6	A	1,4	B
	130000	7,7	B	13,4	A	3,0	A

Promedios con igual letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan al 5%.

Al comparar el rendimiento de inflorescencias de calidad A con las de exportación, se puede observar una diferencia aproximada de 5 t/ha en cada una de las dosis de N. Las inflorescencias de ambas calidades tienen el mismo diámetro, pero las A no alcanzan el mínimo de 125 g o tienen compactación irregular; la diferencia no se debe al hecho de que presenten tallo hueco, ya que curiosamente la frecuencia de este fenómeno fue menor de 1%. Según Hipp (1974), es factible reducir drásticamente el tallo hueco por alargamiento del ciclo de crecimiento a más de 110 días, sin embargo, el período entre transplante y cosecha en este experimento fue de 60 a 80 días (sin incluir los 40 días del almácigo), lo que se puede considerar un ciclo corto o de crecimiento rápido y que, por lo tanto, no justifica la ausencia de tallo hueco.

Posiblemente, la gran diferencia entre la alta incidencia de tallo hueco observada en el período de crecimiento de 1987, que duró entre 67 y 85 días de transplante a cosecha (Cárdenas, 1988; Morales, 1988; Nuñez, 1988) y la ausencia de dicho problema en 1988 en la misma zona, obedeció a efectos climáticos como la precipitación, que fue más abundante y con períodos de exceso de lluvia, durante el último año. En 1988 la precipitación superó el año anterior en 341 mm,

y en los meses de agosto y setiembre en que las plantas crecieron vegetativamente, la diferencia de precipitación fue de 365 mm. Este fenómeno, indirectamente, provoca una reducción de la radiación que a la vez limita el desarrollo vegetativo, conformando plantas más pequeñas, con follaje más horizontal (menos erecto, con relación a plantas crecidas en períodos anteriores), y por ende, también, con tallos más delgados y fibrosos que no se expanden internamente.

De este experimento se concluye que en la zona norte de Cartago, el brócoli para mercado de exportación debe sembrarse en una población de 100.000 plantas/ha en surco doble y fertilizar con 300 kg N/ha; mientras que para el mercado local puede elevarse la población hasta 130.000 plantas/ha con la misma dosis de N.

Además, se podría hipotetizar que el uso de dosis mayores de N podría favorecer el rendimiento de inflorescencias de calidad exportable con poblaciones altas.

Experimento de 1989

Al igual que en el experimento anterior, el análisis de suelo indicó un estado adecuado de elementos (Cuadro 1), lo que garantizó que no existieran factores nutricionales externos al experimento que interfirieran con los resultados obtenidos.

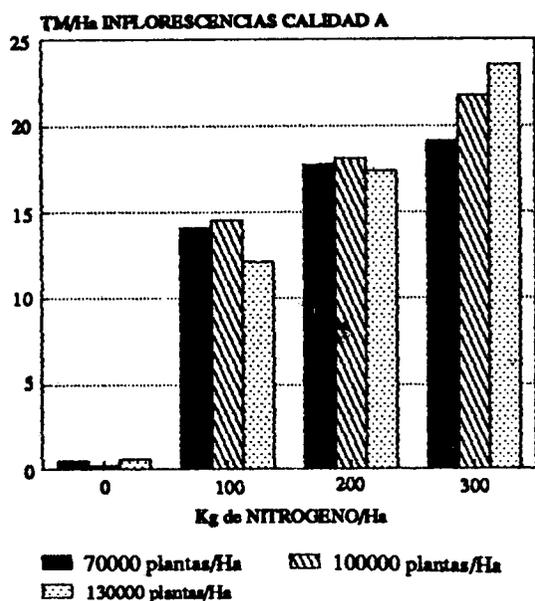


Fig. 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli Calidad A, 1988.

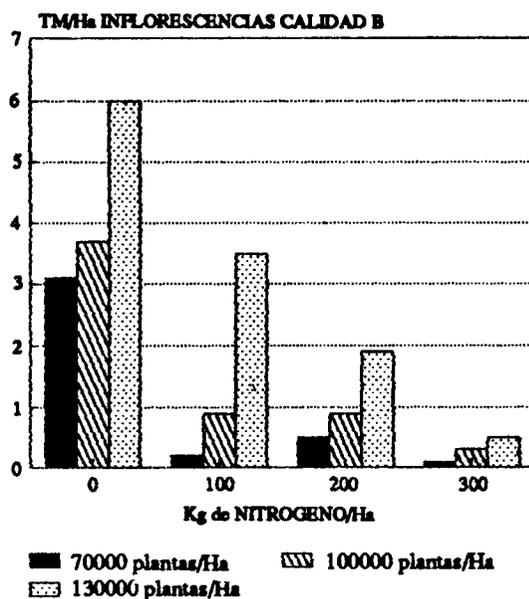


Fig. 3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli Calidad B, 1988.

El mayor rendimiento (16,7 t/ha) de inflorescencias con calidad de exportación se produjo con la población de 100.000 plantas/ha en interacción con la dosis de 350 kg N/ha (Figura 4), siendo significativamente superior al resto de los tratamientos según la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 3). Le siguieron las interacciones de la misma población con las dosis de 250, 300 y 400 kg N/ha, que en promedio produjeron 13,5 t/ha y formaron un segundo grupo.

Este resultado no permite aceptar la hipótesis planteada en la conclusión del experimento anterior, en el sentido de que con el incremento del N, la población de 130.000 plantas/ha podría ser la mejor productora de inflorescencias con calidad de exportación, sin embargo revela que dentro de la misma población de 100.000 plantas/ha, que ofreció el mayor rendimiento en 1988, el aumento de la dosis del elemento sobre 300 kg N/ha elevó la producción exportable.

La información obtenida concuerda con otros investigadores que indican que el incremento en la adición de N aumenta el peso de las inflorescencias y la producción comercial, mientras que el aumento en la población disminuye el peso promedio de cada unidad, pero eleva la producción comercial por área (Cutchiffe, 1968; 1971; Dufault, 1985).

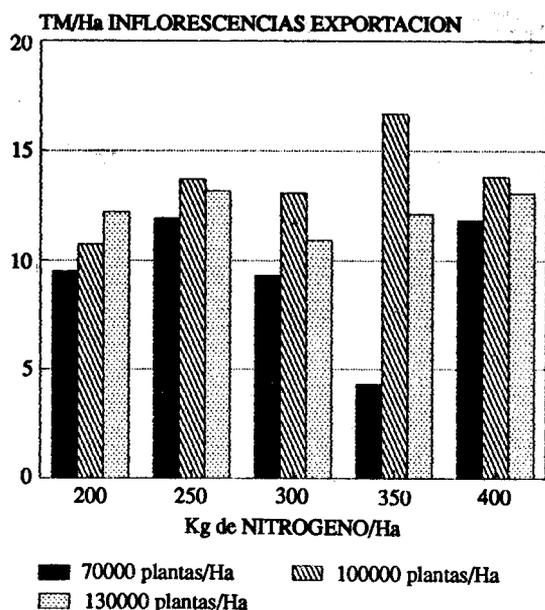


Fig. 4. Fertilización de brócoli, 1989. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli de exportación, 1989.

La variable "inflorescencias exportables sin tallo hueco" se refiere a la calidad con las mismas características de la anterior, pero que además no presenta este fenómeno fisiológico, el cual es castigado en el mercado internacional cuando se exporta el brócoli congelado y seccionado. En general, la producción exportable sin tallo hueco representó, en promedio, el 62% de la producción exportable total. Las interacciones de 100.000 plantas/ha con la adición de 350 y 400 kg N/ha ofrecieron las más altas producciones con 8,8 y 9,5 t/ha, respectivamente (Figura 5). El análisis de varianza y la prueba de Duncan no detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

El resultado obtenido contradice lo indicado por Billy (1974), en el sentido de que la mayor distancia entre las plantas, o sea, una menor población por área, eleva el porcentaje de inflorescencias con características comerciales que presentan tallo hueco; y que el N, aumenta la incidencia de tallo hueco, posiblemente por acelerar el crecimiento.

La producción de inflorescencias no exportables fue significativamente mayor con el aumento de la población, ya que, en promedio, se obtuvo 2,9; 4,1; 6,5 t/ha con las poblaciones de 70.000, 100.000 y 130.000, respectivamente. No se presentó un efecto directo del N, ni de la interacción entre ambos factores (Figura 6).

En general, se concluye que la interacción de los factores población y dosis de N en los niveles de 100.000 plantas/ha y 350 kg N/ha, ofrece la mejor combinación para la producción de inflorescencias para el mercado de exportación.

De igual forma, se concluye con base en la información obtenida en las dos investigaciones, que la presencia del tallo hueco no se puede atribuir a exceso de N o al tipo de población usado, sino que más bien se puede considerarse como una característica intrínseca del cultivo que puede aumentar o disminuir por efecto de otros factores de clima como la precipitación, la radiación y otros, directamente relacionados con la altitud.

RESUMEN

Con el objetivo de relacionar el efecto del N y la población de plantas sobre la producción y calidad de las inflorescencias de brócoli, se realizaron dos experimentos en secuencia en la Estación Experimental Dr. Carlos Durán del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en Cartago, a 2400 msnm.

Cuadro 3. Rendimientos promedios de inflorescencias de brócoli en el experimento de 1989 en Cartago.

Nitrógeno kg/ha	Población pl/ha	Inflorescencias (t/ha)					
		Exportación		Exp. sin tallo hueco		No exportables	
200	70000	9,5	BC	8,1	A	2,4	C
200	100000	10,7	BC	7,6	A	5,2	ABC
200	130000	12,2	BC	8,2	A	6,0	ABC
250	70000	11,9	BC	7,0	AB	3,2	C
250	100000	13,7	AB	8,1	A	3,6	BC
250	130000	13,2	ABC	6,4	AB	5,0	ABC
300	70000	9,3	C	7,3	A	3,8	ABC
300	100000	13,1	ABC	7,5	A	4,9	ABC
300	130000	10,9	BC	7,2	A	8,0	A
350	70000	4,3	D	2,2	B	4,0	ABC
350	100000	16,7	A	8,8	A	3,1	C
350	130000	12,1	BC	6,8	AB	6,0	ABC
400	70000	11,8	BC	8,0	A	2,1	C
400	100000	13,8	AB	9,5	A	3,9	ABC
400	130000	13,1	ABC	8,4	A	7,6	AB
200		10,8	A	8,0	A	4,5	A
250		12,9	A	7,2	A	3,6	A
300		11,1	A	7,3	A	5,5	A
350		11,0	A	5,9	A	4,4	A
400		12,9	A	8,7	A	4,5	A
	70000	9,3	B	6,5	A	2,9	A
	100000	13,6	A	8,3	A	4,1	A
	130000	12,3	A	7,4	A	6,5	A

Promedios con igual letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan al 5%.

En el primero, en 1988, se evaluaron 4 dosis de N: 0, 100, 200 y 300 kg N/ha y 3 poblaciones: 70.000, 100.000 y 130.000 plantas/ha en surco doble a 1,0 m entre sí; 0,3 m entre surcos sencillos y 28,5; 20,0; 15,4 cm entre plantas, según la población correspondiente.

Se consideraron las variables: inflorescencias de exportación con diámetro de 10-17 cm, peso mayor de 125 g, compactación excelente y sin tallo hueco; inflorescencias de calidad A con diámetro menor de 10-17 cm; inflorescencias de calidad B con diámetro menor de 10 cm.

En la calidad de exportación, con las dosis menores de N, los mayores rendimientos se obtuvieron con las poblaciones menores, pero al elevar la dosis hasta 300 kg N/ha, la mayor producción de 17,5 t/ha se dio con la población de 100.000 plantas/ha. Similar efecto ocurrió para la variable calidad A, con un rendimiento máximo de 23,6 t/ha para la interacción de 300 kg N y 130.000 plantas/ha. Para la calidad B la mayor producción (6,0 t/ha) se presentó con 130.000 plantas/ha sin la adición de N. La incidencia de

tallo hueco fue menor de 1%, aunque en años anteriores alcanzó hasta 50% en la misma región.

En el segundo experimento, en 1989, se evaluó el N en 200, 250, 300, 350 y 400 kg N/ha en interacción con las mismas poblaciones. Se analizó la producción de inflorescencias: exportables con diámetro de 10-17 cm, más de 125 g, excelente compactación y sanas; exportables sin tallo hueco, con las mismas características pero además sin hueco en el tallo; y no exportables, las que carecen de al menos una de las características requeridas para exportación.

En la calidad de inflorescencias exportables, la interacción de 100.000 plantas y la dosis de 350 kg N/ha, produjo el mayor rendimiento de 16,7 t/ha que fue significativamente superior al resto de los tratamientos. La producción de inflorescencias exportables sin tallo hueco representó un 62% de la anterior, y en ella las interacciones de 350 a 400 kg N/ha con la población de 100.000 plantas/ha ofrecieron las más altas producciones de 8,8 y 9,5 t/ha, aunque no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Las inflorescencias no

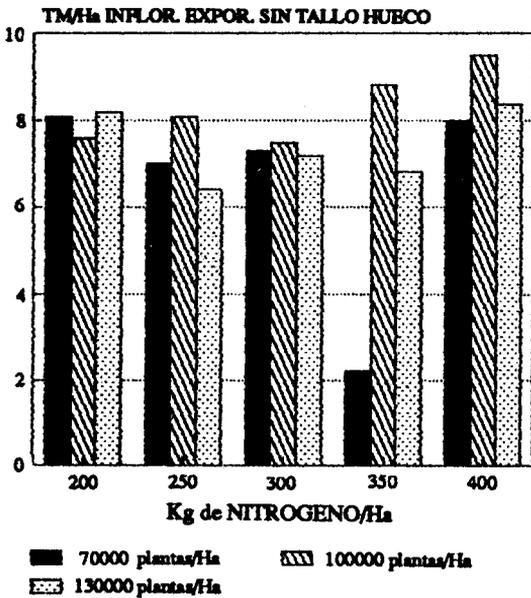


Fig. 5. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli de exportación sin tallo hueco, 1989.

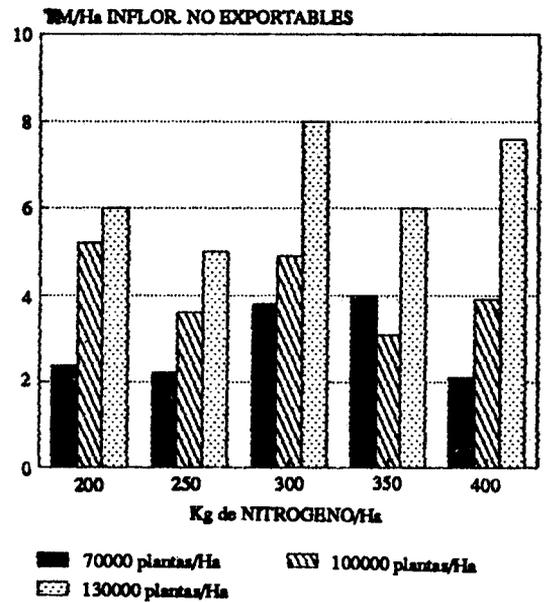


Fig. 6. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de inflorescencias de brócoli no exportable, 1989.

exportables se incrementaron sólo con el aumento de la población.

Se concluyó que la interacción de 100.000 plantas y 350 kg N/ha ofrece la mejor combinación para producir inflorescencias de exportación. Además, quedó establecido que la presencia de tallo hueco no puede atribuirse a exceso de N o a la población, sino más bien, debe considerarse como una característica intrínseca del cultivo.

LITERATURA CITADA

- CARDENAS, L.A. 1988. Efecto de la densidad de población y fertilización con azufre sobre la producción e incidencia de tallo hueco en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en tres altitudes de Costa Rica. Tesis Ing.Agr. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. 120 p.
- CHINCHILLA, M.; HERNANDEZ, J.; CANESSA, W. 1980. Efecto del N, P, B y sus interacciones en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en la zona de Zarcero. In Congreso Agronómico Nacional (4., 1980, Heredia). Resúmenes. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos. p. 91-92.
- CUTCHIFFE, J.A.; MUNRO, D.C.; MACKAY, D.C. 1968. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and

manure on terminal, lateral and total yields and maturity of broccoli. *Canadian Journal of Plant Science* 48(5):439-446.

- CUTCHIFFE, J.A. 1971. Effects of plant population, nitrogen and harvest date on yield and maturity of single-harvested broccoli. *HortScience* 6(5):483-484.
- CUTCHIFFE, J.A. 1972. Effects of plant spacing and nitrogen on incidence of hollow stem in broccoli. *Canadian Journal of Plant Science* 52:833-834.
- CUTCHIFFE, J.A.; MUNRO, D.C. 1976. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on yield and maturity of cauliflower. *Canadian Journal of Plant Science* 56(1):127-131.
- DUFAULT, R.; WATERS, L. 1985. Interaction of nitrogen fertility and plant population on transplanted broccoli and cauliflower yields. *HortScience* 20(1):127-128.
- HIPP, B. 1974. Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem in broccoli. *HortScience* 9(1):68-69.
- LANCASTER, P.M.; JOHNSON, C.E.; YOUNG, W.A. 1985. Double row cropping of broccoli for better yields. *Louisiana Agriculture* 29(1):15-16.
- MORALES, H. 1988. Efecto de la fertilización con molibdeno y la densidad de población en tres altitudes sobre la producción e incidencia de tallo hueco en brócoli. Tesis Ing.Agr. Heredia, Costa Rica,

Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. 92 p.

NUÑEZ, F. 1988. Efecto de la población y la fertilización con boro en la incidencia de tallo hueco y el rendimiento de brócoli en tres altitudes. Tesis Ing.Agr. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. 105 p.

PALEVITCH, D. 1970. Effects of plant population and pattern on yields of broccoli in single harvest. HortScience 5(4):230-231.

SANCHEZ, C.; LORIA, W. 1974. Nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de brócoli en Alajuela. El Agricultor Costarricense 32(12):400-408.