

**RESPUESTA DEL BROCOLI *Brassica oleracea* var.
Italica L. Híbrido Legacy A LA FERTILIZACIÓN CON N - P - K EN EL
MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO¹**

**THE RESPONSE OF BROCOLI *Brassica oleracea* var.
Italica L. Legacy hybrid TO FERTILIZATION WITH N-P-K IN THE
MUNICIPALITY OF PASTO, NARIÑO.**

Antonio Puenayan I.², Fabio Córdoba R.² y Alberto Unigarro S.³

Fecha de Recepción: 25 de Agosto de 2009

Fecha de Aceptación: 13 de Noviembre de 2009

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental Obonuco, Fedepapa, Nariño, ubicada a 2710 msnm; se estudió la respuesta del brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. Híbrido Legacy a la aplicación de N-P-K en dosis de 150 kg ha⁻¹ N; 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ K₂O en sus diferentes interacciones además de un tratamiento sin fertilización (testigo absoluto). El diseño utilizado fue de bloques completos, para un total de ocho tratamientos y cuatro repeticiones. La fertilización con 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 150 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ K₂O, permitió obtener el mayor diámetro de la pella con 15,82 cm y 14,40 cm, respectivamente, los cuales presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo (0 kg ha⁻¹ de N-P-K) con un diámetro de la pella de 11,05 cm. Con la aplicación de 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅; 150 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ K₂O y 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ + 80 kg ha⁻¹ K₂O, se obtuvo el mayor peso de las pellas con un promedio entre 505,97 y 401,24 g, los cuales presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo absoluto con 200,34 g /pella. El rendimiento (t ha⁻¹), presentó un comportamiento similar al obtenido en el peso de la pella. Los tratamientos en los que se aplicaron N-P-K y P-K, presentaron una tasa de retorno marginal inferior al 40%, siendo no viables, económicamente.

Palabras claves. Pella, análisis económico, rendimiento, hortalizas.

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo, 2008.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail apuenayan@yahoo.es; fabioc817@yahoo.es.

³ Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail unilab@udenar.edu.co

ABSTRACT

The research was performed in the experimental field of Obonuco, Fedepapa, Nariño, this Station is located at 2710 meters above sea level, for determining the response of broccoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. Legacy hybrid during the application of N-P-K. The used design was of full blocks at random. Was evaluated with 150 kg ha⁻¹ N; 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ of K₂O in their different combinations as well as treatment without fertilization (absolute control) with a total of eight treatments with four repetitions. The fertilization with 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 150 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ of K₂O, allowed the greatest increase in the diameter of the pella with 15.82 centimeters and 14.40 centimeters, respectively, which presented statistical differences compared with the treatment without fertilization (0 kg ha⁻¹ of N-P-K) the diameter of the pella was 11.05 centimeter. With the application of 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅; 150 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ of K₂O and 150 kg ha⁻¹ N + 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ + 80 kg ha⁻¹ of K₂O, the greatest weight of pella was achieved with a mean of 505.97 and 401.24 g, which showed statistical differences compared with the treatment without fertilization with 200.34 g/ pella. The yielding (t ha⁻¹), showed similar behavior to the increase in the weight the pella. The treatments in which N-P-K and P-K, were applied presented a rate of marginal return below 40%, and therefore were not economically viable.

Key words. Pella, economical analysis, yield vegetables.

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Nariño, se cultivan más de 1000 ha. en hortalizas, de las cuales 165 ha. se dedican al brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2007), sin embargo, el área cultivada tiende a ampliarse debido al incremento en la demanda nacional, y además, los productores están interesados cada día en aumentar los rendimientos y la rentabilidad de estos cultivos, para lo cual es necesario entre otros factores, una adecuada fertilización.

El brócoli, es una crucífera nativa de Asia Occidental y de las costas del Mediterráneo oriental (Península de Anatolia, Líbano, Siria.), la cual se desarrolló a partir de un repollo salvaje que, mediante procesos de mejoramiento genético realizado desde 1920 en Estados Unidos, se transformó en el que hoy se conoce. El brócoli, tiene un alto valor

nutricional y medicinal; contiene cantidades grandes de vitamina C, caroteno beta, alto contenido de cromo y sulforafano (sustancia anticancerígena) (Cuaspa y Mage, 1994; Cuatin y Lucero, 1998).

Para una adecuada producción, el brócoli requiere un pH alto, cercano a la neutralidad, ya que es poco tolerante a la acidez. Se desarrolla en suelos francos, franco arcillosos o franco limosos, profundos, con alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de retener agua. Requiere de climas fríos y húmedos; la temperatura óptima promedio está entre 12 y 16° C, con mínimas promedio de 5 grados; temperaturas mayores a 20°C causan desuniformidad en la formación de las inflorescencias, ocasionando una menor compactación de las mismas, factor determinante de la calidad del producto; temperaturas cercanas a 0°C detienen el crecimiento de la planta. Para el desarrollo vegetativo requiere una

humedad relativa del 80% con una mínima del 70%. Según el ciclo de formación de la pella, se dividen las variedades en precoces o tempranas si se recolectan en menos de 90 días, cultivares intermedios si se cosechan entre 90 y 110 días tras su siembra. El brócoli se puede cultivar de manera adecuada en zonas comprendidas entre los 2.200 y 2.800 msnm (Cuaspa y Mage, 1994; Cuatin y Lucero, 1998).

Las hortalizas como el repollo *Brassica oleracea* var. *Capitata* L, la coliflor *Brassica oleracea* var. *Botrytis* L y el brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L, son exigentes en N, P y K (Jaramillo y leyva, 2002). La FHIA (2004) menciona que para producir 23 t de brócoli el cultivo extrae 68 kg ha⁻¹ N, 23 kg ha⁻¹ P y 56 kg ha⁻¹ K; la absorción de nutrientes según Rincón *et al.*, (1999) es de 243,9 kg de N, 28,7 de P y 240,9 de K. Granobles (1995), presenta un requerimiento por hectárea de 100 kg de N, 100 kg de P, 80 kg de K. Lestrage *et al.*, (2003), manifiestan que las aplicaciones de P pueden variar entre 56 y 280 kg ha⁻¹ P₂O₅ y las de N entre 112 y 224 kg por hectárea. En pruebas en el oriente antioqueño (www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm), se observó una buena respuesta a la adición de fertilizante compuesto en relación 1:3:1 en dosis de 500 kg ha⁻¹ aplicados 20 días después del trasplante y la adición de materia orgánica (5 t ha⁻¹).

La mayoría de los estudios en brócoli se han centrado en la fertilización nitrogenada, para obtener los máximos rendimientos, variando según las condiciones de cultivo y cultivares; así, Magnífico *et al.*, (1979) obtienen la máxima producción con 540 kg ha⁻¹ N, Greenwood *et al.*, (1980) con 400 kg ha⁻¹ y Kowalenko y Hall (1987), alcanzaron la máxima producción con 250 kg ha⁻¹, cantidad similar a los 270 kg ha⁻¹ reportados por Letey *et al.*, (1983) y a los 224 kg ha⁻¹ aportados por Hipp (1974), la FHIA (2004) reporta incrementos en los rendimientos hasta con 150 kg ha⁻¹ N, manifestando que dosis superiores a los 225 kg ha⁻¹ tienden a reducir

los rendimientos, Castellanos *et al.*, (1999) obtuvieron el máximo rendimiento de 24,5 t ha⁻¹ con 400 kg ha⁻¹ N, Rincón *et al.*, (1999) obtuvieron el mayor rendimiento de 15 t ha⁻¹ con 250 kg N por hectárea.

Para la fertilización con fósforo, la FHIA (2004), reporta los mayores rendimientos con la aplicación de 240 kg ha⁻¹ P, disminuyendo drásticamente los rendimientos con aplicaciones inferiores a los 160 kg ha⁻¹ del elemento. La respuesta a la fertilización con K se presenta hasta con 200 kg ha⁻¹, cantidades superiores a los 300 kg ha⁻¹ tienden a disminuir la producción.

La fertilización del brócoli, en el departamento de Nariño, ha sido poco estudiada, principalmente en el Altiplano de Pasto, por lo cual se realizó el presente estudio a fin de evaluar el efecto de la fertilización con N-P-K y sus diferentes interacciones sobre las variables agronómicas: diámetro, peso y rendimiento en el cultivo del brócoli.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación experimental Obonuco, Fedepapa, Nariño, ubicada a 2710 msnm, entre los meses de junio y septiembre de 2008 cuando se presentó una temperatura promedio entre 12.35 °C y 19.7 °C y una precipitación pluvial total de 125.6 mm (IDEAM, 2008). Según la clasificación de Holdridge (1979), la zona pertenece al bosque seco montano bajo (bs - MB) y los suelos se clasifican como vitric haplustand (IGAC, 2004).

Según el ICA (1992), el suelo presentó una reacción moderadamente ácida, con bajos contenidos de S, medios de Mg al igual que el contenido de materia orgánica y contenidos altos de P, Ca, K, Fe, Zn, Mn, Cu, B, al igual que la capacidad de intercambio catiónico (ICA, 1992) (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo.

pH	M.O (Walkley & Black) colorimétr.	S disponible (Ca(H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O) turbidimétrico	P aprov. (Bray II)	Ca	Mg	K	CIC	Fe	Zn	Mn	Cu	B
				NH ₄ OAC 1 N pH 7,0				DTPA pH 7,3				
1:1	%	mg kg ⁻¹		cmol (+) kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
5,7	6,5	5,2	59	6,7	2,5	0,63	20,4	22,4	3,6	17,4	2,8	0.20

Fuente. Laboratorio de suelos Universidad de Nariño 2008.

Para la evaluación se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Se trazaron cuatro bloques de 35,2 m² (12,8 m x 2,75 m), cada uno con ocho unidades experimentales de 4,4 m² (1,6 m x 2,75 m), en cada una se trazaron cuatro surcos separados entre sí 0,4 m, en los cuales se trasplantó cada 0,3 m una plántula de brócoli desarrollada en almácigo, la que presentaba de

3 a 5 hojas verdaderas (9 por surco y 36 por parcela), considerando para las evaluaciones 14 plantas por parcela útil. Se evaluó la fertilización con 150 kg ha⁻¹ N; 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ K₂O en sus diferentes interacciones además de un tratamiento sin fertilización (testigo absoluto) para ocho tratamientos, con cuatro repeticiones (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de fertilización evaluados en brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. Híbrido Legacy, en un suelo del Altiplano de Pasto, Nariño.

TRATAMIENTOS			
No	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
1	0	0	0
2	150	0	0
3	0	200	0
4	0	0	80
5	150	200	0
6	150	0	80
7	0	200	80
8	150	200	80

Como fuente de N se utilizó urea del 46% de N, de P superfosfato triple del 46% de P₂O₅ y de K cloruro de potasio del 60% de K₂O; además se realizó una fertilización complementaria de 10 kg de bórax ha⁻¹, 10 kg de ZnSO₄ ha⁻¹, 8 kg de CuSO₄ ha⁻¹ y 300 kg ha⁻¹ de Kieserita, la cual se aplicó conjuntamente con los tratamientos evaluados.

El fertilizante se aplicó en corona 15 días después del trasplante, a 0.10 m de la planta, procediendo a realizar un ligero aporque, a fin de tapar el abono.

Para el control preventivo de enfermedades se aplicó cada 15 días mancozeb en dosis de 1 kg ha⁻¹; para prevenir el ataque de chiza *Astaena* sp y trozador *Agrotis ipsilon* H carbofuran en dosis de 15 kg ha⁻¹. A los 15 días del trasplante se aplicó metaldehído, para el control de babosas y como control de perforadores de hoja se utilizó clorpirifos en dosis de 0.3 L ha⁻¹. El control de arvenses se realizó manualmente 15 días después del trasplante, luego se realizó una desyerba y "alzada de tierra" a los 40 días; de aquí en adelante, el cultivo mismo se encargó de evitar la proliferación de arvenses.

De acuerdo al balance hídrico se necesitó de riego como complemento a la precipitación pluvial. En general, se realizaron dos riegos semanales, en promedio, durante el ciclo del cultivo.

La cosecha se realizó en forma manual entre los 80 - 90 días después del trasplante cuando las pellas estuvieron firmes y compactas. Como variables de respuesta, al momento de la cosecha, se evaluó el peso individual de las pellas de la parcela útil, con la ayuda de una balanza electrónica; el diámetro de las mismas se determinó con la ayuda de una cinta métrica y el rendimiento se obtuvo a partir de los datos obtenidos para el peso de las pellas de la parcela útil el cual se llevó a $t\ ha^{-1}$.

Se realizó un análisis de varianza y para aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación de promedios de Tukey. Además, se hizo el análisis económico del rendimiento obtenido, según la metodología de Perrin *et al.*, (1976), para el efecto se tomó en cuenta el precio de venta del brócoli para la época de cosecha (septiembre 2008, \$1400 kg^{-1}). Los costos de producción por hectárea incluyeron además de la fertilización, canastillas, transporte, jornales de cosecha, entre otros. Inicialmente se listaron los niveles

promedios de rendimiento por tratamiento para la producción de brócoli, posteriormente se descontó un 10% correspondiente a supuestas pérdidas poscosecha. Para obtener el beneficio bruto se multiplicó el precio del brócoli por el rendimiento ajustado.

El costo variable calculado se lo restó al beneficio bruto y se obtuvo el beneficio neto. Posteriormente se realizó el análisis de dominancia, para eliminar tratamientos dominados. Las alternativas no dominadas se sometieron a un análisis marginal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro de la pella. Al realizar el ANDEVA (Tabla 3), se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. La prueba de Tukey, mostró que el mayor diámetro de la inflorescencia se encontró cuando se aplicó N-P (15,82 cm) el cual presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) con el diámetro de la pella obtenido en el testigo (11,05 cm) y significativas ($p < 0.05$) con el diámetro obtenido cuando se aplicó P (12,48 cm). El diámetro obtenido con la aplicación de N-K (14,14 cm), presentó diferencias estadísticas significativas con el tamaño obtenido en el testigo.

Tabla 3. ANDEVA para el diámetro, peso y rendimiento de la pella en brócoli *Brassica oleracea* var *Italica* L. Híbrido Legacy obtenidos al aplicar N-P-K, en un suelo del Altiplano de Pasto, Nariño.

FV	G.L.	C.M		
		Diámetro (cm)	Peso (g)	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)
Bloques	7	0.11 ^{ns}	1146.83 ^{ns}	7.96 ^{ns}
Tratamientos	3	8.20 ^{**}	37022.11 ^{**}	257.10 ^{**}
Error	21	1.72	5051.71	35.08
Total	31			
C.V.		9.85%	20.96%	20.96%

** : Significativo ($p < 0.01$)

ns: No significativo

Tabla 4. Prueba de Tukey para el diámetro, peso y rendimiento de la pella en brócoli *Brassica oleracea* var. Italica L. Híbrido Legacy obtenidos al aplicar N-P-K, en un suelo del Altiplano de Pasto, Nariño.

Dosis kg ha ⁻¹ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Diámetro (cm)	Peso (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
0-0-0	11,05 bc	200,34 d	16,70 d
150-0-0	12,85 abc	344,16 abcd	28,68 abcd
0-200-0	12,48 b	271,65 bcd	22,64 bcd
0-0-80	13,17 abc	304,31 bcd	25,36 bcd
150-200-0	15,82 a	505,97 a	42,16 a
150-0-80	14,14 ab	405,83 abc	33,82 abc
0-200-80	12,75 abc	279,19 bcd	23,27 bcd
150-200-80	14,00 abc	401,24 abc	33,44 abc

*Promedios con la misma letra no son significativos.

Los diámetros obtenidos (Tabla 4), concuerdan con los reportados por Cuaspa y Mage (1994) y Cuatin y Lucero (1998) quienes obtuvieron diámetros entre 8.82cm y 14.92cm; Lazcano *et al.*, (2006) reportan diámetros comprendidos entre 8 y 20 cm, los resultados pueden estar relacionados con la característica del híbrido, la fertilidad del suelo, así como también con las condiciones climáticas donde se desarrolló el cultivo.

Los resultados obtenidos indican, tal como lo manifiestan el INPOFOS (1993) y la CFA (2004) que la acidez producida durante la descomposición de la úrea como fertilizante nitrogenado favorece la absorción de P, además, el K es importante en el incremento de la eficiencia del uso del N en los cultivos (Lazcano, 2007), de ahí que los mayores diámetros de la pella obedecen a la interacción N-P, N-K y NPK.

Peso y rendimiento de la pella. El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos (Tabla 3). La prueba de comparación de medias mostró que los mayores valores del peso de la pella y el rendimiento se obtuvieron con la aplicación de N-P, con un peso promedio de 505.97 g, y un rendimiento de 42.16 t ha⁻¹, con respecto al testigo que presentó un peso y un

rendimiento promedio de 200.34 g y 16.69 t ha⁻¹, respectivamente. También se presentaron diferencias altamente significativas del peso y rendimiento obtenido con aplicación de P, P-K y significativas cuando se aplicó K. Además, el peso y el rendimiento obtenido con la fertilización de N-K y N-P-K, presentó diferencias estadísticas significativas respecto al obtenido en el testigo (Tabla 4).

El peso promedio de la pella obtenido en esta investigación, concuerda con el reportado por Rincón *et al.*, (1999). Los rendimientos obtenidos (t ha⁻¹) fueron superiores a los reportados por la FHIA (2004), Castellanos *et al.*, (1999), Rincón, *et al.*, (1999), Vidal *et al.*, (2006), Lazcano *et al.*, (2006), y afines a los reportados para Estados Unidos y Japón, los cuales superan las 30 t ha⁻¹ (Soto, 1991). Los resultados pueden estar relacionados con el cultivar, la densidad de siembra y las condiciones de suelo y clima donde se realizó el cultivo.

El peso de la pella al igual que el rendimiento mostró un comportamiento similar al obtenido en el diámetro de la pella, es decir, se presentó una respuesta positiva a la aplicación conjunta de nitrógeno con fósforo y potasio y una respuesta negativa a la fertilización solo con P-K y P o la ausencia de fertilización. Al respecto el Chirinos

y Lazcano (1993) en brócoli encontraron que aún usando dosis altas de nitrógeno, no existe respuesta al N si este no se acompaña con dosis de P, K, Mg y micronutrientes.

Análisis económico. Según el análisis marginal (Tabla 5) los tratamientos evaluados

excepto las fertilizaciones realizadas con N-P-K y P-K, presentaron una tasa de retorno marginal mayor al 40%, lo que indica que son recomendables, cuya escogencia dependerá de la disponibilidad de capital y de la aversión al riesgo por parte del agricultor.

Tabla 5. Análisis marginal de la evaluación de la fertilización con N-P-K en el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. Híbrido Legacy en un suelo del Altiplano de Pasto, Nariño.

Dosis kg ha ⁻¹ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Beneficio Neto (\$/ha)	Costo Variable (\$/ha)	Beneficio Neto Marginal	Costo variable Marginal	Tasa de Retorno Marginal (%)
150-200-0	36.561.195	16.565.655	8.400.725	2.114.500	397,29
150-0-80	28.160.470	14.451.155	4.997.825	1.477.000	338,37
150-0-0	23.162.645	12.974.155	3.404.013	780.500	436,13
0-0-80	19.758.633	12.193.655	3.060.304	369.000	829,35
0-200-0	16.698.329	11.824.655	5.145.284	2.342.000	219,69
0-0-0	11.553.045	9.482.655			

CONCLUSIONES

Existe un efecto significativo y complementario en la respuesta del brócoli a la fertilización de N con P y K, que se manifestó en un mayor diámetro y peso de la pella y por consiguiente en el rendimiento total.

La ausencia de fertilización, la aplicación de P y K en ausencia de N disminuyen el diámetro, el peso de la pella y el rendimiento.

Para la zona de estudio, la fertilización completa con N-P-K o P-K, no presenta una tasa de retorno marginal que permita su recomendación.

BIBLIOGRAFÍA

CASTELLANOS, J.; LAZCANO, I.; SOSA, A.; BADILLO, V. y VILLALOBOS, S. 1999. Monitoreo nutricional y fertilización nitrogenada: bases para altos rendimientos y calidad del brócoli

cultivado en vertisoles ricos en potasio de la parte central de México. INPOFOS. Informaciones Agronómicas 2 (17):17 - 19 p.

CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION. CFA. 2004. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. Limusa, México; D.C. 366 p.

CUASPA, S. y MAGE, N. 1994. Evaluación de cuatro materiales de brócoli (*Brassica oleracea* var *Italia* L) en diferentes agroecosistemas del municipio de Pasto. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 96 p.

CUATIN, A. y LUCERO, E. 1998. Evaluación de diferentes densidades de población en brócoli (*Brassica oleracea* var *Italica* L Híbrido Legacy) en el altiplano de Pasto. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 110 p.

- CHIRINOS, H. y LAZCANO, I. 1993. Brócoli. Mejores rendimientos balanceando su fertilización N,P,K y Mg. INPOFOS. Informaciones Agronómicas 1 (17): 7 - 9.
- FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. FHIA. 2004. Respuesta del cultivo del brócoli (*Brassica olerácea var. Itálica*) a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. Hoja Divulgativa No. 37. 2 p.
- GRANOBLER, J. 1995. Cultivo del brócoli. Peto-seed. Cali, Colombia. 4 p.
- GREENWOOD, J.; CLEAVER, J.; TURNER, K.; HUNT, J.; NIENFORD, .B. and, LOQUENS, .H. 1980. Comparison of the effects of nitrogen fertilizer on the yield, nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. Journal Agric. Sci., 95, 471-485.
- HIPP, W. 1974. Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem of broccoli. HortScience, 9, 68 - 69.
- HOLDRIDGE, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José. 216 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. ICA. 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Produmedios, Santa fé de Bogotá, D.C. 64 p.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM. 2008. Información meteorológica. Pasto.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. IGAC. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Nariño. Tomo 1. Capítulo 5. Génesis y taxonomía de suelos. CDR.
- INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO. INPOFOS. 1993. Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. INPOFOS, Quito, Ecuador. 55 p.
- JARAMILLO, J. y LEYVA, E. 2002. El cultivo de las crucíferas (Repollo - Brócoli - Coliflor). En: <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Foros/MEMORIAS.pdf>. 1 p.; consulta noviembre, 2008.
- KOWALENKO, G. and HALL, W. 1987. Effects of nitrogen applications on direct-seeded broccoli from a single harvest adjusted for maturity. Journal American. Soc. Sci., 112 (1): 9-13.
- LAZCANO, I. 2007. El potasio y el concepto de la fertilización balanceada. En: <http://74.125.47.132/search?q=cache:plf6far6CDoJ:www.ppippic.org/ppiweb/iamex.nsf/%24webindex/1B28DB4CA911C1AC06256B80006EAE5/%24file/EL%2BPOTASIO%2BY%2B%2BEL%2BCONCEPTO%2BDE%2BLA%2BFERTILIZACION%2BBALANCEADA.pdf+El+potasio+y+el+concepto+de+la+fertilizaci%C3%B3n+balanceada&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=co>. 4 p.; consulta diciembre 2008.
- LAZCANO, I.; CARRILLO, R.; VIDAL, L.; ETCHEVERS, J. y NUÑEZ, R. 2006. Nutrición potásica del brócoli (*Brassica oleracea*) con manejo convencional y fertirrigación en un vertisol en invernadero. Agrociencia 40 (1): 1 - 11.
- LESTRANGE, M.; MAYBERRY, K.; KOYKE, S. y VALENCIA J. 2003. Producción de brócoli en California. Centro de información e investigación de Hortalizas, serie producción de hortalizas. University of California - Division of Agriculture and Natural Resources Publication 7211-Spanish. En: <http://vric.ucdavis.edu/veginfo/commodity/broccoli/Broccoli-spanish.pdf>. 4 p.; consulta febrero, 2008.
- LETEY, J.; JARRELL, M.; VALORAS, N. and BEVERLY, R. 1983. Fertilizer application and irrigation management of broccoli production and fertilizer use efficiency. Agronomy Journal, 75, 502-507.
- MAGNIFICO, V.; LATTANCIO, V. y SARLI, G. 1979. Growth and nutrient removal by broccoli. Journal American. Hort.Sci., 104 (2), 201-203.

PERRIN, R.; WINKELMAN, D.; MOSCARDI, E. y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CYMMYT, México. 54 p.

RINCÓN, L.; SAEZ, J.; PÉREZ, J; GÓMEZ, M. y PELLICER, C. 1999. Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal. 13 (1-2): 111 - 120.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE NARIÑO. 2007. Consolidado agropecuario. 85 p.

SOTO, J. 1991. Efecto de la fertilización nitrogenada y la población sobre el rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) durante dos ciclos de cargo, Costa Rica. Agronomía Costarricense 15: 19-27.

VIDAL, J.; NUÑEZ, R.; LAZCANO, I.; ETCHEVERS, J. y CARRILLO, R. 2006. Nutrición potásica del brócoli (*Brassica oleracea*) con manejo convencional y fertilización en un vertisol en invernadero. Agrociencia 40, 1-11.

www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm. Cultivo de brocoli. 3 p., consultado diciembre 2008.