

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE GENOTIPOS  
MEJORADOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea L. var. Itálica*)  
SEGÚN DISTANCIA DE SIEMBRA**

**AGRONOMIC BEHAVIOR OF IMPROVED GENOTYPES OF  
BROCCOLI (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) ACCORDING  
TO PLANTATION DISTANCE**

Oscar Eduardo Checa<sup>1</sup>, Herlin Sebastián Ortega<sup>2</sup>, Vicente Andrés Mora<sup>2</sup>

Fecha de recepción: Octubre 25 de 2010

Fecha de aceptación: Enero 17 de 2011

**RESUMEN**

En el municipio de Túquerres, Departamento de Nariño, se evaluaron cinco genotipos mejorados de brócoli (Altar, Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy) y un genotipo tradicional (Deccico), bajo tres distancias de siembra 0,30 x 0,40; 0,40 x 0,40 y 0,50 x 0,40 m. Se empleó un diseño en bloques al azar, con un arreglo factorial 6 x 3, con tres repeticiones, evaluándose los componentes de rendimiento: peso y diámetro de cabeza, el rendimiento. Para peso de cabeza, bajo la distancia de siembra de 0,30 x 0,40 m, los cinco genotipos mejorados mostraron un comportamiento similar y el cultivar tradicional Deccico, presentó los promedios significativamente más bajos con relación a Altar. Para 0,40 x 0,40 m y 0,50 x 0,40 m, no se detectaron diferencias entre los genotipos evaluados y el testigo. En el caso de diámetro de cabeza no existieron diferencias significativas entre los cinco genotipos mejorados para ninguna de las tres densidades de siembra, pero sí con respecto al testigo (Deccico). Al considerar rendimiento, a una distancia de siembra de 0,30 x 0,40 m, los cultivares en estudio se comportaron de manera similar, pero exhibieron diferencias con respecto al genotipo tradicional (Deccico), mientras que para 0,40 x 0,40 m y 0,50 x 0,40 m no se observaron diferencias entre los mismos ni con el testigo. El genotipo mejorado Legacy fue el de mayor viabilidad económica a una distancia de plantación de 0,30 x 0,40 m.

<sup>1</sup> Profesor Asociado. I. A. Ph.D. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. ocheca@udenar.edu.co.

<sup>2</sup> Ingenieros Agrónomos. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

**Palabras clave:** Híbridos de brócoli, Diámetro de cabeza, Peso de cabeza, Rendimiento, Análisis Económico.

## ABSTRACT

The study was carried out in Tuquerres municipality, Nariño department. Five genotypes improved broccoli were evaluated (Altar, Coronado, Monaco, Marathon and Legacy) and a traditional genotype used in the region (Decicco), applying three plant spacing 0.30 x 0.40 0.40 x 0.40 and 0.50 x 0.40 m. It employed a randomized block design with a 6 x 3 factorial arrangement with three replications, evaluating the weight of head diameter and yield. Determined that in terms of weight, head diameter, improved genotypes that altar, Coronado, Monaco and Marathon Legacy with distances of 0.30 x 0.40, statistically behaved like one another, unlike the traditional variety Decicco, which presented the lowest averages, for distances of 0.40 x 0.40 m and 0.50 x 0.40 m, also in this variable there were no differences in genotypes. For head diameter at distances of 0.30 x 0.40, 0.40 x 0.40 m and 0.50 x 0.40 m, not statistically different between genotypes improved Altar, Coronado, Monaco and Marathon Legacy only statistical differences exist with the traditional genotype Decicco. In performance terms the Altar improved genotypes, Coronado, Monaco and Marathon Legacy distance of 0.30 x 0.40 are statistically similar, presenting statistical difference only with the traditional genotype Decicco; at distances of 0.40 x 0.40 m 0.50 x 0.40 there were no statistical differences between genotypes. The economic analysis was established that the genotype Legacy improved in the distance of 0.30 x 0.40 m.

**Keywords:** broccoli hybrids, head diameter, head weight, yield, economic analysis.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto productivo, el cultivador de hortalizas debe enfrentar dificultades que van desde la dependencia externa de la semilla, pasando por el manejo agronómico fitosanitario de los cultivos, hasta la comercialización de los productos. La respuesta de los horticultores ante los cambios en el ámbito productivo, no ha sido la adecuada. La importancia de analizar estrategias y oportunidades que permitan una mayor competitividad del sector hortícola colombiano, es uno de los caminos a seguir para un desarrollo eficiente y económicamente rentable (Jaramillo, 2002).

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), por su importancia económica y alto valor

nutritivo, tiene una amplia distribución dentro de los municipios productores del departamento de Nariño (Pasto, Ipiales, Túquerres, Potosí, Gualmatán) y es una de las hortalizas de gran acogida por los agricultores, con buena aceptación dentro de los mercados de consumo en fresco. De este modo, constituye uno de los cultivos hortícolas de mayor interés por su creciente aporte al PIB agropecuario (Jaramillo y Leiva, 2002).

Las posibilidades de expansión de esta especie hortícola en Nariño, son cada vez mayores a través de programas de gobierno que buscan convertir a este cultivo en una alternativa de exportación, sin embargo existen algunos limitantes tecnológicos que deben ser resueltos para lograr mayor competitividad en los mercados.

Los rendimientos del cultivo se ven disminuidos por deficiencias en el manejo de las labores culturales, en el control fitosanitario y el uso adecuado de los fertilizantes y en el empleo de genotipos mejorados con altos rendimientos (Yandu, 2002). La producción de Nariño, en comparación con otras regiones cultivadoras de Colombia, es cada vez más competitiva. El agricultor nariñense está interesado en el uso de nuevos genotipos entre ellos variedades mejoradas e híbridos, sin embargo es necesario realizar ajustes tecnológicos para lograr obtener el máximo potencial de producción y calidad.

En consecuencia, en el cultivo de brócoli en la región, es necesario aportar conocimiento sobre genotipos mejorados ajustados a los ambientes locales, teniendo en cuenta que más del 90% de la semilla que se produce para esta especie proviene de Estados Unidos, Holanda, Dinamarca y Francia, lo cual se convierte en un limitante de producción que influye en las áreas de siembra, oferta, cantidad y calidad de las cosechas (Yandu, 2002).

A partir de esta problemática, se ha propuesto buscar una solución frente a la falta de información respecto a materiales mejorados de brócoli existentes en el mercado y al ajuste apropiado de las labores de manejo según cada genotipo particular, tendiente a mejorar los ingresos y rentabilidad de este cultivo.

Por tal razón, los objetivos de esta investigación se orientaron hacia la evaluación de cinco genotipos de brócoli en comparación con el testigo comercial Deccico bajo tres densidades de siembra con el fin de establecer la mejor alternativa agronómica y económica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El trabajo se desarrolló en la finca denominada Tutachag, ubicada en la sabana de Túquerres, a 10°06'LN, norte, y 77°37'LO, oeste, municipio de Túquerres, departamento de Nariño, con una altura de 3.104 msnm, temperaturas promedio de 10 a 15 °C y precipitación anual de 1.227,5 mm.

Los materiales genéticos con los que se realizó el trabajo tienen las siguientes características:

**Deccico:** variedad que presenta amplia adaptación, tiene madurez homogénea; de granulometría gruesa y de crecimiento precoz. **Coronado:** Brócoli híbrido muy vigoroso y uniforme. Plantas compactas de porte medio con muy buena estructura foliar. Cabeza con domo bien formado, muy firme, de grano fino a medio, de color azul-verdoso y buen peso. Ideales para la industria de congelado con alta recuperación en el proceso. Tiene buena capacidad de campo. Ideal también para mercado fresco. Ciclo promedio de 80 a 82 días después del transplante.

**Mónaco:** híbrido de poca capacidad de brotación secundaria, ideal para mercado en fresco e industrial; cabeza verde oscuro, grande, semicóncava. Su ciclo es de 70 a 80 días aproximados desde transplante a cosecha; presenta resistencia mildeo vellosa.

**Altar:** híbrido de planta vigorosa de 66 cm a 71 cm altura, con cabeza grande compacta, semicóncava y de granulometría gruesa. Gran productora de brotes laterales, ideal para mercado en fresco. Precoz (55 a 65 días de trasplante a cosecha). **Legacy:** Híbrido usado comercialmente para mercado

en fresco o industria; posee una mínima capacidad de brotación lateral y una arquitectura de la planta de media a grande. **Marathon:** Híbrido que presenta una madurez intermedia y posee cabeza de color verde y granulometría fina; ideal para producción en temporadas de transición de frío a calor como de calor a frío (Corporación Colombia Internacional 2007).

El trasplante se realizó, a los 25 días de la emergencia de las plántulas, de los genotipos mejorados Altar, Coronado, Marathon, Legacy, Mónaco y de la variedad Deccico, tradicionalmente utilizada por el agricultor. En el momento de establecer el experimento a campo se realizó un plan de manejo consistente en fertilización, control de plagas, enfermedades y manejo del cultivo de acuerdo con Caicedo (1986), Bolea (1982) y Casseres (1980).

**Diseño del experimento y análisis estadístico.** Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 6 x 3, con tres repeticiones, en el cual se evaluaron cinco genotipos mejorados de brócoli y un genotipo tradicional utilizado en la región, a tres distancias de plantación 0,30 x 0,40 m., parcela útil de 1,98m<sup>2</sup>; 0,40 x 0,40 m., parcela útil de 1,92m<sup>2</sup> y 0,50 x 0,40 m., parcela útil de 1,80m<sup>2</sup>.

Las variables de respuesta evaluadas fueron los componentes de rendimiento: peso y diámetro de cabeza y el rendimiento propiamente dicho. Los resultados obtenidos se interpretaron mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ). (Little, y Hills, 1972 que permite establecer para cada variable evaluada, cuáles tratamientos son significativamente diferentes (Legarda *et al.*, 2001).

**Variables evaluadas:** Las determinaciones se efectuaron en el primer semestre del año 2009. Las inflorescencias fueron cosechadas cuando el cultivo llegó a su madurez comercial de tres meses.

**Diámetro de cabeza (DC):** se efectuó la medición ecuatorial de la cabeza en cm, con la ayuda de un "pie de rey".

**Peso de cabeza (PC):** se determinó mediante una balanza gramera de 2 kg de capacidad. La cabeza fue tomada cuando el tallo tenía 7 cm de longitud.

**Rendimiento (Rto):** en toneladas por hectárea, con la siguiente fórmula.

$$Rto = \frac{PPU \times 10.000}{APU}$$

Donde:

Rto: Rendimiento kg.ha<sup>-1</sup>

PPU: Peso de la parcela útil

APU: Área de la parcela útil

**Análisis económico.** Se realizó mediante la metodología de presupuesto parcial de Perrin (1976), en la cual se relaciona los costos variables y los beneficios netos parciales producidos por los diferentes tratamientos, haciendo un análisis de dominancia de los tratamientos para posteriormente establecer a través del cálculo de la Tasa de Retorno Marginal la alternativa de mejor viabilidad económica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza, para las tres variables evaluadas (Tab. 1), se observa la interacción altamente significativa entre los genotipos de brócoli

utilizados y las diferentes distancias de plantación aplicadas en el experimento, lo cual sugiere que existe un comportamiento diferencial de los genotipos de acuerdo a la distancia de plantación.

Se observa, además, la existencia de diferencias altamente significativas entre los cultivares incluidos en el ensayo y entre distancias de plantación para las tres variables evaluadas; salvo en el caso de peso de cabeza, que para distancia de siembra sólo exhibió diferencias significativas.

**Peso de cabeza.** En la comparación de los genotipos de brócoli dentro de cada una de las distancias evaluadas (Tab. 2), se observa que para la distancia de 0,30 x 0,40 m, el genotipo mejorado Altar con un peso de cabeza de 1370,7 g. es estadísticamente superior a la variedad tradicional Deccico con 598,1g. Los genotipos mejorados Altar, Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy, con promedios que oscilaron entre 1370,7 y 873,5g no presentaron diferencias significativas entre sí respecto a la variable mencionada. Con excepción del genotipo mejorado Altar, los restantes cuatro cultivares mostraron un comportamiento estadístico similar a la variedad tradicional Deccico.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los genotipos mejorados (Altar, Coronado, Marathon, Mónaco y Legacy) y el genotipo tradicional (Deccico), para distancias de plantación de 0,40 x 0,40 m (con promedios entre 1076,09 y 682,12g) y de 0,50 x 0,40 m (con promedios entre 1077,49g y 836,13g).

En la tabla 3 se presenta la comparación las tres distancias de siembra dentro de cada uno de los genotipos mejorados (Altar, Coronado, Marathon, Mónaco, Legacy) y del genotipo tradicional Deccico. Los resultados no mostraron diferencias significativas, puesto que la distancia entre plantas no afectó el comportamiento de la variable peso de cabeza (PC); se refieren al respecto, Jaramillo, Leyva (2002) y Cubero, 2003 indican que la elección de distanciamiento entre plantas debe tenerse en cuenta para las labores de cultivo y que la característica peso de la cabeza del brócoli está relacionada en mayor medida con la respuesta genética del genotipo más no con la distancia de plantación.

Mientras la Tab. 3 no mostró diferencias entre distancias dentro de genotipos, la tabla 2 si presentó diferencias entre genotipos dentro de

**Tabla 1.** Cuadrados medios del Análisis de Varianza para las variables: Diámetro de Cabeza (DC), Peso de Cabeza (PC) y Rendimiento (Rto)

F de V	GL	PC	DC	Rto
BLOQUES	2	304411,537*	58,76805NS	888390246NS
GENOTIPOS	5	1547794,05**	2062,43086**	7371575165**
DISTANCIAS	2	217783,707*	190,26273**	19195049630**
GEN*DIST	10	197211,401**	88,32582**	1499720267**
ERROR	264	67494,9	31,60124	349154959,6
MEDIA		25,82	1051,46	68.238,91
TUKEY		604,4771	13,07966	43.476,395

PC: peso de cabeza, DC: diámetro de cabeza, Rto: rendimiento, \*: diferencias significativas (  $p \leq 0,05$ ),

\*\*diferencias altamente significativas (  $p \leq 0,01$ )

**Tabla 2.** Comparación de los diferentes genotipos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), para cada una de las distancias evaluadas para la variable peso de cabeza

Peso de cabeza (g)			
Genotipos	Distancias		
	0,30 x0,40	0,40 x0,40	0,50 x 0,40
Altar	1370,7a	1076,09a	1077,49a
Coronado	1088,8ab	1212,73a	1204,2a
Mónaco	1031,5ab	1157,89a	1189,15a
Marathon	1002,3ab	1148,87a	1154,68a
Legacy	873,5ab	1072,12a	1140,93a
Deccico	598,1b	682,12a	836,13a
Comparador de Tukey = 604,48			

\*Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas.

distancias lo cual explica la interacción significativa, resultado observado para la distancia de siembra 0,30 x 0,40 m., en la cual el genotipo Altar obtuvo un peso de cabeza significativamente superior al testigo Deccico.

Posiblemente en esta densidad de plantación se presentó un interacción genotipo ambiente apropiada para Altar, expresada en gran medida en su potencial productivo. Sin embargo, no hubo diferencias para esta variable entre Altar y los cuatro híbridos en la misma distancia de transplante (0,30 x 0,40 m).

**Diámetro de cabeza:** La comparación de los genotipos dentro de cada distancia de siembra

**Tabla 3.** Comparación de las diferentes distancias de plantación dentro de cada uno de los seis genotipos de brócoli (*Brassica Oleracea* L. var. Itálica), para las variables peso de cabeza, diámetro de cabeza y rendimiento

Distancias	Genotipos					
	Altar	Coronado	Legacy	Marathon	Mónaco	Deccico
<b>Peso de cabeza</b>						
0,30 X 0,40	1370,7a	1088,88a	1031,5a	1002,3a	873,5a	598,1a
0,40 X 0,40	1076,09a	1212,73a	1157,89a	1148,87a	1072,12a	682,12a
0,50 X 0,40	1077,49a	1204,2a	1189,15a	1154,68a	1140,93a	836,13a
Comparador Tukey 604,48						
<b>Diámetro de cabeza</b>						
0,30 X 0,40	31,838a	26,335a	26,775a	25,519a	26,486a	10a
0,40 X 0,40	28,258a	27,131a	30,094a	30,188a	27,642a	10,994a
0,50 X 0,40	26,893a	29,327a	30,429a	28,638a	32,081a	16,947a
Comparador Tukey 13,08						
<b>Rendimiento</b>						
0,30 X 0,40	11422a	90733a	85958a	83526a	72789a	49839a
0,40 X 0,40	67256b	75796a	72368a	71804a	67007a	42632a
0,50 X 0,40	53875b	60210a	59457a	57734a	57046a	41806a
Comparador Tukey 43476,40						

\* Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas

para esta variable, permitió establecer que Altar, Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy, en las tres distancias de plantación estudiadas (0,30 x 0,40; 0,40 x 0,40 y 0,50 x 0,40 m) presentaron un comportamiento estadístico similar, superando significativamente a la variedad tradicional Deccico (Tab. 4).

La comparaciones de las distancias de siembra dentro de cada genotipo, no se presentaron diferencias significativas entre ellas (Tab. 3). Como para peso de cabeza, los resultados sugieren que el diámetro de cabeza es una variable que depende más del material genético utilizado, que de las distancias de plantación.

**Tabla 4.** Comparación de los diferentes genotipos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en cada una de las distancias evaluadas para la variable diámetro de cabeza

Diámetro de cabeza			
Genotipos	Distancias		
	0,30 x0,40	0,40 x0,40	0,50 x 0,40
Altar	31,838a	28,258 a	26,893 a
Coronado	26,335a	27,131 a	29,327 a
Mónaco	26,775a	30,094 a	30,429a
Marathon	25,519a	30,188 a	28,638a
Legacy	26,486a	27,642a	32,081a
Deccico	10b	10,994b	16,947b
Comparador de Tukey = 13,08			

\* Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas

Según Jaramillo y Leyva (2002), la distancia de plantación se establece de acuerdo al cultivar, lo que determina la forma y tamaño de la cabeza de brócoli, sin embargo en el presente estudio y para los genotipos mejorados evaluados no fue posible confirmar dicha afirmación, pues

en peso de cabeza y el diámetro no se observaron diferencias para las tres distancias en que fueron evaluadas. Por otra parte, los mismos autores indican que el tipo de planta, a una distancia apropiada, puede ser más compacta, permitiendo una mayor densidad de plantación y por ende mayores rendimientos y mejor calidad de las cabezas.

**Rendimiento.** Los genotipos mejorados Altar, Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy, para la distancia 0,30 x 0,40 m, con promedios que oscilan entre 114.229 kg.ha<sup>-1</sup> y 72.789 kg.ha<sup>-1</sup>, mostraron un comportamiento estadísticamente igual entre sí, superando significativamente al genotipo tradicional Deccico que alcanzó un promedio de 49.839 kg. (Tab. 5).

**Tabla 5.** Comparación de los diferentes genotipos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*), en cada una de las distancias evaluadas para la variable rendimiento

Rendimiento (Kg.ha <sup>-1</sup> )			
Genotipos	Distancias		
	0,30 x0,40	0,40 x0,40	0,50 x 0,40
Altar	114229a	67256 a	53875a
Coronado	90733a	75796 a	60210a
Mónaco	85958a	72368 a	59457a
Marathon	83526a	71804 a	57734a
Legacy	72789a	67007 a	57046a
Deccico	49839b	42632 a	41806a
Comparador de Tukey = 43476,40			

\* Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas

No se presentaron diferencias significativas para rendimiento entre los genotipos mejorados (Altar, Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy) y el testigo Deccico para la distancia de plantación de 0,40 x 0,40 y 0,50 x 0,40 m. (Tab. 5).

Las diferencias observadas entre los genotipos mejorados y el genotipo tradicional Deccico a la distancia de plantación de 0.30 x 0.40 m, no se mantuvieron a 0.40 x 0.40 m y 0.50 x 0.40 m debido a que el genotipo Deccico expresó mejor su genotipo con el incremento de la distancia de plantación, mientras que los genotipos mejorados expresaron su potencial fenotípico y genotípico sin necesidad de realizar ajustes en las distancias de plantación. Francescangeli, *et al.* (2001) afirman que se pueden mejorar los rendimientos de algunos genotipos tradicionales, a partir del mejoramiento de las condiciones agronómicas.

En la comparación de las distancias de plantación dentro de cada uno de los genotipos para la variable rendimiento (Tab. 3), únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas dentro del genotipo Altar, el cual a una distancia de 0,30 x 0,40 m alcanzó un promedio de 114.229 kg.ha<sup>-1</sup>, superando significativamente a los resultados obtenidos para las distancias de 0,40 x 0,40 m y 0,50 x 0,40 que presentaron promedios de 67.256 y 53.875 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Según lo anterior este cultivar reduce significativamente sus rendimientos a mayores distancias entre surcos. Los genotipos Coronado, Mónaco, Marathon y Legacy y el cultivar tradicional Deccico presentaron el mismo comportamiento estadístico en rendimiento para cada distancia de plantación (Tab. 3). Al respecto, Palacios (1992), afirma que es de gran importancia realizar ensayos en campo para el ajuste de paquetes tecnológicos dirigidos a los agricultores, debido a que muchos materiales no presentan buenas características en diferentes ambientes, lo cual explica aparentes fracasos en genotipos mejorados.

El análisis de correlación de Pearson, mostró alta correlación entre el peso y el diámetro de cabe-

za ( $r=0,77$ ) lo cual sugiere que el incremento del peso de cabeza contribuye a un aumento en el diámetro; de igual forma, se presentó una correlación altamente significativa entre peso de cabeza y rendimiento, lo cual indica que existe una relación directamente proporcional entre estas variables ( $r=0,80$ ). Vicuña (1993), expresa que valores de correlación que sobrepasan el 60% son indicadores de un alto grado de asociación entre las variables; razón por la cual, es lógico pensar que, al incrementar peso de cabeza en brócoli (variable de mayor asociación), su efecto se vea reflejado en el rendimiento. El diámetro de cabeza por su parte, presentó una correlación altamente significativa con el rendimiento, sin embargo el valor del coeficiente de correlación ( $r=0,57$ ) sugeriría que la misma es, en realidad, intermedia.

Wien y Wurr, (1997), afirman que plantas sembradas a distancias amplias presentan mayor cantidad de hojas y una distribución radical mejor, sumado a una más eficiente utilización de sistemas de riego y planes de fertilización propios del cultivo, lo cual puede incidir en la calidad de la cabeza de brócoli, que será mejor valorada al momento de la comercialización. Sin embargo, en el presente estudio, no pudo comprobarse que las mayores distancias de plantación hayan aportado favorablemente a características como peso y diámetro de cabeza.

**Análisis económico.** Los tratamientos incluidos en este análisis fueron seleccionados a partir de la comparación de medias para rendimiento (Tab. 5). Se tuvo en cuenta como criterio las diferencias estadísticas observadas entre los genotipos dentro de cada distancia evaluada. En aquellos casos en los que no existieron diferencias significativas, se seleccionó entre los tratamientos el de menor costo, para hacer dicha selección, por lo tanto fue necesario utilizar la información de los costos de los tratamientos estudiados (Tab. 6)

Con base en dichos resultados se seleccionaron para el análisis de presupuesto parcial los tratamientos Deccico 0,30 x 0,40m, Deccico 0,40 x 0,40 m y Deccico 0,50 x 0,40 m y el genotipo mejorado Legacy 0,30 x 0,40 m. El análisis de dominancia (Tab. 7) indica que, de los cuatro tratamientos seleccionados, el correspondiente a Deccico 0,40 x 0,40 m. fue dominado al existir otro genotipo con mayor beneficio neto y menor costo, por lo tanto no se tuvo en cuenta para determinar la tasa de retorno marginal (TRM).

El análisis de TRM (Tab. 8) indica que el genotipo mas económico es Deccico a una distancia de 0,50 x 0,40 m. que requiere de un costo variable de \$ 1.413.177,78/ha para alcanzar un beneficio neto parcial de \$ 4.776.723,72/ha. Para pasar de este tratamiento a Deccico 0,30 x 0,40 m. se necesita incrementar los costos en \$ 908.814/ha, lo cual representa un aumento adicional de \$ 456.571.36 en el beneficio neto y una TRM de 50,23%; en este caso a pesar de que

el incremento en el beneficio es positivo el aumento en costos resulta muy alto y poco atractivo; sin embargo si se pasa de Deccico 0,30 x 0,40 m. al tratamiento Legacy 0,30 x 0,40 m. se debe hacer un aumento adicional de costos variables de \$ 694.444/ha pero el incremento en beneficio neto es de \$ 10.023.986/ha lo cual ofrece una TRM de 1.443,45 %, siendo este el tratamiento de mayor viabilidad económica. No obstante cualquier cambio realizado a partir del tratamiento Deccico 0,50 x 0,40 m. hacia Deccico 0,30 x 0,40 m. o Legacy 0,30 x 0,40 m. requiere aumentar los costos de producción y la decisión dependerá de la situación económica del agricultor.

Maroto (1983) establece que son más recomendables distancias de plantación cortas para los genotipos mejorados, debido a que compensa en gran medida, los aumentos en los costos por la implementación; favoreciendo los beneficios netos parciales.

**Tabla 6.** Costos variables por hectárea de los genotipos evaluados bajo tres distancias de plantación

Genotipos	0,30 x 0,40	0,40 x 0,40	0,50 x 0,40
Altar	3.757.177,11	2.823.611,11	2.274.288,89
Coronado	3.618.288,22	2.719.444,44	2.190.955,56
Legacy	3.016.436,37	2.268.055,56	1.829.844,44
Marathon	3.479.399,33	2.615.277,78	2.107.622,22
Mónaco	3.479.399,33	2.615.277,78	2.107.622,22
Deccico	2.321.991,92	1.747.222,22	1.413.177,78

**Tabla 7.** Análisis de dominancia para cuatro tratamientos de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) seleccionados luego de la evaluación por rendimiento

Genotipo	Distancia	Beneficio neto	Costos Variables
LEGACY	D30x40	15.257.281,13 ND	3.016.436,37
DECCICO	D30x40	5.233.295,08 ND	2.321.991,92
DECCICO	D50x40	4.776.723,72 ND	1.413.177,78
DECCICO	D40x40	4.607.521,78 D	1.747.222,22

ND: No Dominado,

D: Dominado

**Tabla 8.** Tasa de retorno marginal (tmr), para el análisis económico de la evaluación de genotipos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica*), en la sabana de Túquerres. Semestre B de 2008

Genotipo	Distancia	Beneficio Neto	Costos Variables	Incremento Beneficio neto	Incremento Costos Variables	trm (%)
Legacy	D30x40	15.257.281,13	3.016.436,37	10.023.986,06	694.444,44	1.443,45
Deccico	D30x40	5.233.295,08	2.321.991,92	456.571,35	908.814,15	50,24
Deccico	D50x40	4.776.723,72	1.413.177,78			

## CONCLUSIONES

Los genotipos Altar, Coronado, Marathon, Mónaco, Legacy no presentaron diferencias entre sí para la variable diámetro de cabeza, pero si superaron significativamente a la variedad tradicional Deccico. El híbrido Altar presentó mayor peso de cabeza que Decicco en la distancia 0,30 x 0,40 m.

En el caso de rendimiento sólo existen diferencias entre los genotipos mejorados en estudio y el testigo Deccico a una distancia de plantación de 0,30 x 0,40 m. Dichos cultivares son similares entre sí para la variable, independientemente de la distancia de plantación.

Los genotipos estudiados no son afectados por las diferentes distancias de plantación, para la variable peso de cabeza, diámetro y rendimiento, con excepción del genotipo mejorado Altar el cual supera en rendimiento al testigo Deccico a una distancia de 0,30 x 0,40 m. con un promedio de 114.229 kg.ha<sup>-1</sup>.

La distancia de plantación no influye sobre las tres variables en estudio, salvo en el caso de rendimiento para el genotipo Altar, que se comporta de manera notablemente superior a distancias de 0,30 x 0,40 m.

El genotipo de mejor viabilidad económica es Legacy en las distancias de plantación de 0,30 x 0,40 m.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, M. 1989. Estudio sobre el comportamiento bioagronómico de 30 cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) en la zona de Gatazo, provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba Ecuador. Escuela de politécnica de Chimborazo. Facultad de Agronomía, 120 p.
- BOLEA, J. 1982. Cultivo de coles, coliflores y brócoli. Barcelona, Sierras, 139-147p.
- BOARD, J. E. y B. G. HARVILLE. 1992. Explanations for greater light interception in narrow vs wide-row soybeans. Crop Sci. 32:198-202.
- CAICEDO, L. A. 1986. Hortalizas. Universidad Nacional de Colombia. 4 ED. Palmira. 246 p.
- CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ED. San José de Costa Rica. IICA, 129-171p.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL - PHN - Brocoli. 2007. Disponible

en: [http://www.cci.org.co/cci/cci\\_x/datos/PHN/7%20PHN\\_cap\\_7\\_o5\\_brocoli.pdf](http://www.cci.org.co/cci/cci_x/datos/PHN/7%20PHN_cap_7_o5_brocoli.pdf)

CUBERO, J. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. Segunda edición. . Mundiempresa. Barcelona, España, 557 p.

FRANCESANGELI, N., M. I. STOPPANI, R. WOLFF Y H. R. MARTÍ. 2001. Relación entre temperaturas de aire y variables productivas de dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica Plenck*). XXIV Congreso Argentino de Horticultura, 17 al 21 de septiembre de 2001, San Salvador de Jujuy.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1996. En: primer concurso nacional de hortalizas. Conferencias/el instituto. Mosquera, Bogotá: ICA, 285p.

JARAMILLO, J. LEYVA, E. 2002 El cultivo de las crucíferas (Repollo - Brócoli - Coliflor). En: Taller de hortalizas productividad-Mercadeo. Tibaitatá, CORPOICA, 2002. 14-32p.

LEGARDA, L.; LAGOS, T.; VICUÑA, L. 2001. Diseño de experimentos agropecuarios. Universidad de Nariño - Cepun. Pasto, Colombia. 256p.

LIMONGELLI, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial Buenos Aires, Hemisferio Sur, 76-115p.

LITTLE, M.T y HILLS, F.J. 1972. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Trillas. 180p.

LOPERA, J. y LOPERA, H. 1986. Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología. Medellín, Instituto Colombiano

Agropecuaria. ICA. . Manual de asistencia técnica No. 37. 110p.

MAROTO, J. V. 1983. Horticultura herbácea espacial. Madrid, Mundi Prensa, 533p.

PALACIOS, Y. 1992. Preparación de semilleros y observaciones sobre la producción de plántulas en condiciones controladas. En: primer curso nacional de hortaliza clima frío en Colombia. Mosquera, Colombia, ICA 23-24p.

PERRIN, R.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI E.; y ANDERSON J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Mexico D.F., CIMMYT. 54 p.

VALLEJO, C. y ESTRADA, E. 2002. Mejoramiento de plantas. Ed. Universidad Nacional. Palmira. Colombia. 402p.

VICUÑA, L. 1993. Biométrica aplicada a la producción agrícola. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 151p.

WIEN, H y WURR, D. 1997. Cauliflower, cabbage and brussels sprouts. In: Wien, H. ed. The physiology vegetable crops. Wallingford, CAB International. 511- 582p.

YANDÚ, R. 2002. Evaluación participativa y grado de aceptación de algunas características agronómicas en hortalizas en el Corregimiento de Santa Brígida, Departamento de Nariño, Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 85p.