

**Crecimiento y acumulación de materia seca de berza (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC cv Georgia sureña).**

**Growth and dry matter accumulation of collards (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC cv Georgia sureña).**

**Autores:** Dr. C. Fernando Vicente Barraza-Alvarez<sup>1</sup>, M Sc. Yonger Tamayo-Aguilar<sup>2</sup>, Dra. María Esther González-Vega<sup>3</sup>

**Organismo:** Facultad de Ciencias Agrícolas, Córdoba, Colombia<sup>1</sup>. Facultad Agroforestal (FAF). Universidad de Guantánamo, Guantánamo, Cuba<sup>2</sup>. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba<sup>3</sup>.

**E-mail:** [fbarraza@correo.unicordoba.edu.co](mailto:fbarraza@correo.unicordoba.edu.co), [yongertamayo@cug.co.cu](mailto:yongertamayo@cug.co.cu), [esther@inca.edu.cu](mailto:esther@inca.edu.cu)

**Resumen.**

Para conocer el crecimiento, acumulación de materia seca total y el rendimiento del cultivo de berza, se investigó en diseño de Bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones, consistiendo en tres densidades de población: T1 (40.000 plantas·ha<sup>-1</sup>), T2 (66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>) y T3 (28.570 plantas·ha<sup>-1</sup>). Estudiando las variables altura de la planta, número de hojas, área foliar, acumulación de materia seca total y rendimiento, a partir de los datos de materia seca total se calculó la tasa absoluta de crecimiento y tasa relativa de crecimiento. Como resultado el tratamiento 2 superó de manera significativa a los demás tratamientos en cuanto a altura de la planta entre los 30-120 días después del trasplante (ddt), número de hojas entre los 15-30 y 60-135 ddt, área foliar entre los 30-120 ddt y acumulación de materia seca total entre los 15-120 ddt. Con el tratamiento 2 se lograron mayores valores y mejor rendimiento.

**Palabras clave:** col de hojas; materia seca; tasa absoluta de crecimiento; tasa relativa de crecimiento; producción de hortalizas.

**Abstract.**

For growth, accumulation of total dry matter and crop yield cabbage, was investigated in design randomized block with three treatments and four replications, consisting of three densities: T1 (40,000 plants · ha<sup>-1</sup>), T2 (66,666 plants · ha<sup>-1</sup>) and T3 (28,570 plants · ha<sup>-1</sup>). Variables studied plant height, number of leaves, leaf area, dry matter accumulation and yield data from total dry matter absolute and relative growth rate was calculated growth rate. As a result treatment 2 significantly outperformed the other treatments so as to plant height between 30-120 days after transplanting (DAT), number of leaves between the 15-30 and 60-135 ddt, leaf area between the 30-120 dDT and total dry matter accumulation between 15-120 dAT. With treatment 2 values greater and better performance was achieved.

**Keywords:** cabbage leaves; dry matter; absolute growth rate; relative growth rate; vegetable production.

## **Introducción.**

La berza (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC) es una importante hortaliza crucífera producida en todo el mundo para consumo humano y animal. Algunas variedades se utilizan como plantas ornamentales (Cao *et al.*, 2005, Barraza, 2014).

En la Costa atlántica colombiana, la berza sobresale como cultivo anual muy apetecido por sus hojas comestibles, las cuales se utilizan en la preparación de tamales, sopas y recetas de cocina estilo árabe, principalmente en el departamento de Córdoba, donde las principales zonas de producción se encuentran en los corregimientos de El Retiro de los Indios, Buenavista, El Quemao, Berenjena, Pelayito y Los Garzones, entre otros.

Dicho cultivo, se siembra de manera tradicional con genotipos criollos que son propagados por estacas. También se siembra el cultivar Georgia sureña por medio de semillas sexuales. Este último se caracteriza por sus hojas de color azulado y gran tamaño, que son comercializadas en las plazas de mercado de ciudades como Sincelejo, Cartagena y Barranquilla, con buenos precios de venta para el agricultor, que reditúan en buenas ganancias económicas (Barraza, 2000).

En Cuba la berza presenta buen crecimiento en invierno y tiene potencial como planta de forraje para la ganadería durante el período de sequía, ya que de acuerdo con la Escuela de Agronomía de La Habana, pueden obtenerse hasta 100 toneladas de follaje por hectárea, que aportan alrededor de 200 kg de proteínas crudas, independiente del contenido de minerales y vitaminas (Güenkov, 1974).

En términos generales el manejo agronómico del cultivo no cuenta con la implementación de una adecuada planificación de labores, principalmente debido a que existen pocos estudios locales y básicos que muestren resultados de investigación en los diferentes tópicos como manejo de plagas, enfermedades, malezas, fertilización, riegos y prácticas culturales, entre otros.

Por otra parte, hay cultivos establecidos con diferentes densidades poblacionales, lo cual conlleva al desconocimiento de cómo crece y se desarrolla la planta en un marco de plantación adecuado que permita la mejor utilización de los terrenos con la obtención del más óptimo rendimiento.

Teniendo en cuenta los criterios antes descritos, se realizó la presente investigación con el objetivo de conocer el comportamiento fisiológico del cultivo de berza a través del estudio de variables del crecimiento (altura de la planta, diámetro del tallo principal, número de hojas, área foliar y acumulación de materia seca total), además de los índices fisiológicos del crecimiento (tasa absoluta de crecimiento y tasa relativa de crecimiento) en diferentes densidades poblacionales, para determinar en cuál de estas se obtiene el mayor rendimiento.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

La investigación se realizó en período comprendido entre el 25 de julio al 4 de diciembre de 2014, en el Campo Experimental de Cultivos de Hortalizas de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia, ubicada a 8°49' N, 75°51' W, altitud de 25 m.s.n.m., temperatura ambiente promedio de 28 °C, precipitación promedia anual de 1.249 mm y humedad relativa promedio de 78% (Weatherbase, 2013).

### **Genotipo y siembra**

Se utilizaron semillas de la variedad Georgia sureña, que fueron sembradas en vasos de polipropileno, de 250 cc de capacidad, llenados con sustrato de turba. Las plantas fueron trasplantadas a sitio definitivo a los 20 días después de la siembra.

### **Diseño experimental y tratamientos**

Se utilizó diseño de Bloques al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres densidades poblacionales: T1: 0.50 m entre surcos por 0.50 m entre plantas (40.000 plantas·ha<sup>-1</sup>), T2: 0.50 m entre surcos por 0.30 m entre plantas (66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>) y T3: 0.50 m entre surcos por 0.70 m entre plantas (28.570 plantas·ha<sup>-1</sup>). Cada repetición se sembró en una parcela de 6.0 m por 6.0 m (36 m<sup>2</sup>). La separación entre parcelas fue de 1.0 m y el área total del experimento fue de 540 m<sup>2</sup>.

### **VARIABLES ESTUDIADAS**

A partir del momento del trasplante y hasta los 130 días posteriores se tomaron datos cada 15 días de las siguientes variables: altura de la planta: a tres plantas marcadas en las tres hileras centrales de cada repetición (se midió en cm la longitud desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más larga); número de hojas: se hizo el conteo de hojas verdaderas completamente expandidas a tres plantas en cada repetición; Área foliar: mediante procesamiento digital con software DDA (Ferreira *et al.*, 2008) y scanner HP ScanJet<sup>®</sup> 3400 C, a tres plantas seleccionadas al azar de las tres hileras centrales de cada repetición, expresada en cm<sup>2</sup>; Materia seca total: a tres plantas en cada repetición mediante secado en horno eléctrico Memmert<sup>®</sup> U10 a 85 °C hasta obtención de peso constante; Rendimiento: Para esta variable se marcaron 3 plantas en los 3 surcos centrales en cada una de las repeticiones, donde se cosechaban hojas con madurez hortícola cada 8 días, a partir de los 35 días después del trasplante (ddt) y se pesaron. Al final de la cosecha se sumaron los pesos frescos de las hojas cosechadas, para obtener el rendimiento en cada uno de los tratamientos y se expresó en kg·ha<sup>-1</sup>.

A partir de los datos de materia seca total, se calcularon la tasa absoluta de crecimiento (TAC) y la tasa relativa de crecimiento (TRC) del cultivo, de acuerdo con las ecuaciones indicadas en la Tabla 1 por Gardner *et al.* (1990).

A los datos obtenidos en todas las variables se les realizó análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) mediante el software SAS versión 10,0 (SAS Institute, 2008).

Tabla 1. Ecuaciones para el cálculo de los valores de los índices de crecimiento del cultivo.

Índice de crecimiento	Ecuación	Unidades
Tasa absoluta de crecimiento (TAC)	$(P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$	$g \cdot día^{-1}$
Tasa relativa de crecimiento (TRC)	$(\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1)$	$g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$

$P_2$ =peso final,  $P_1$ =peso inicial,  $t_2$ =tiempo final,  $t_1$ =tiempo inicial.

## Resultados y discusión

Para las variables altura de planta, número de hojas, área foliar y acumulación de materia seca total se observó una tendencia a aumentar su magnitud a través del tiempo, con mayores valores en los tratamientos de mayor densidad poblacional (T1: 40.000 plantas·ha<sup>-1</sup> y T2: 66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>). Además se obtuvo una trayectoria gráfica simple sigmoide (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Por otra parte, la altura de planta presentó mayores valores para el tratamiento 2 en comparación con los demás tratamientos, entre los 90 y 120 días después del trasplante (ddt) (figura 1). Para el caso de número de hojas, los tratamientos T1 y T2 se comportaron de forma similar y superiores al tratamiento T3 (figura 2). Situación que pudo estar dada por la capacidad del cultivo para cambiar la expresión de sus características en sus estructuras vegetativas y por el efecto de la variación ambiental que propician las diferentes densidades poblacionales utilizadas como tratamientos, resultados que están en correspondencia con los obtenidos por (Kohashi, 1990; Quintero y Barraza, 2009).

Respecto al área foliar (figura 3), su incremento a través del tiempo, así como la trayectoria curvilínea de simple sigmoide coincide con lo encontrado por Uzun y Kar (2004) en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *Italica*, quienes plantean que el estado fisiológico y el número de hojas por planta, junto con las condiciones ambientales tienen marcada influencia en la calidad de la cosecha.

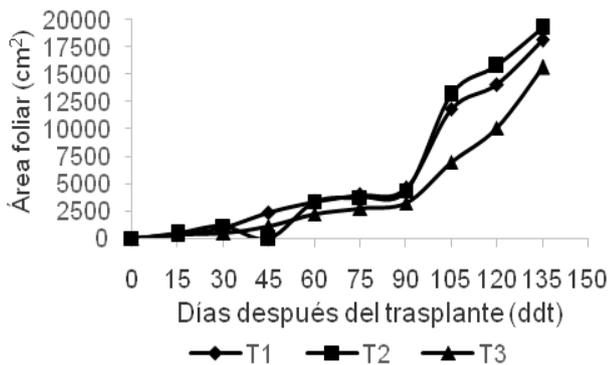


Figura 3. Área foliar de plantas de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

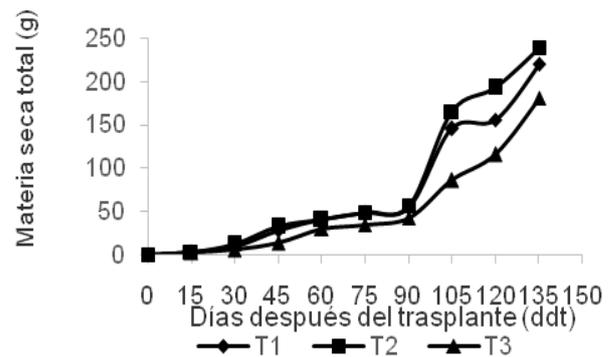


Figura 4. Acumulación de materia seca total de plantas de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

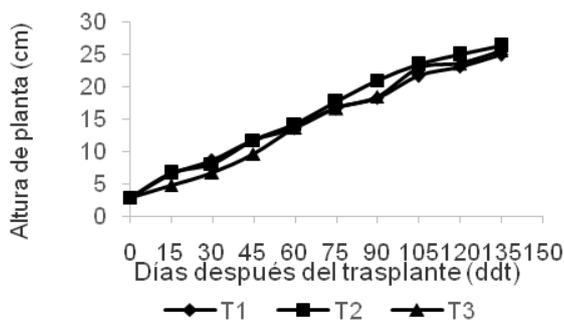


Figura 1. Altura de plantas de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

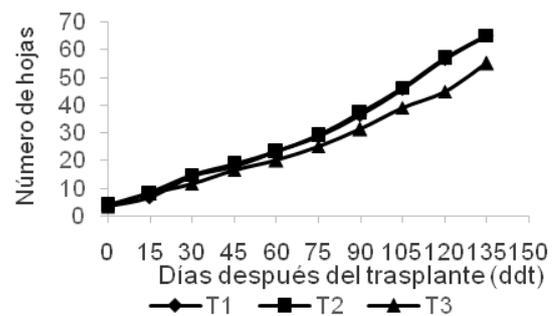


Figura 2. Número de hojas de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

En este orden, el mayor período de incremento en área foliar se observó entre los 105 y 135 ddt, con mejores resultados en el T2. Aspecto que pudo estar influenciado por el período de mayor cosecha de hojas. Coincidiendo con Nanda *et al.*, (1995) quienes informaron que la apariencia de la hoja en cuanto a ausencia de senescencia refleja el mejor estado fisiológico del cultivo y es fundamental en la obtención de mayor rendimiento y mejor calidad de las especies del género *Brassica*.

Por otra parte, la menor área foliar obtenida en el T3 puede estar relacionada con la consecuente menor cantidad de intercepción de luz, que resulta en una desproporcionada partición de asimilados, en comparación con los tratamientos que tuvieron mayor área foliar T1 y T2, lo cual fisiológicamente afecta el rendimiento del cultivo por la reducción en la tasa de crecimiento, como se ha encontrado en *Brassica oleracea* var. *Capitata* L. por los autores Shanmuganathan y Benjamin (1992).

Con relación a la acumulación de materia seca total (figura 4), se puede observar que el T2 (66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>) aumentó en el período comprendido entre los 105 y 135 ddt con respecto a los demás tratamientos, lo que puede explicarse en términos fisiológicos teniendo

en cuenta que la proporción de la materia seca acumulada que se distribuye hacia las diferentes partes de la planta y la duración del crecimiento son dos importantes parámetros en los que se fundamenta el mejor crecimiento y rendimiento del cultivo según Uzun y Kar (2004).

En la figura 5 se muestra que la TAC aumentó a través del tiempo una vez que el cultivo fue trasplantado, alcanzando valores máximos a los 45 y 105 ddt para todos los tratamientos. Con el T3 se obtuvieron valores negativos de TAC a los 120 ddt, lo que pudo estar debido a la menor acumulación de materia seca y menor área foliar que hubo con dicha densidad poblacional, que se refleja posteriormente en menor eficiencia productiva de biomasa (Charles *et al.*, 1986; Hunt, 1990).

Por su parte, la Figura 6 se observa que la TRC al inicio del cultivo alcanzó valores máximos y posteriormente decreció a través del tiempo. Dicho comportamiento se repitió a los 45 y 105 ddt en todos los tratamientos. Lo anterior muestra que el cultivo en las fechas señaladas presentó la capacidad de asimilar nueva biomasa a partir de la biomasa acumulada con anterioridad y que dicho proceso fue más eficiente a mayor densidad poblacional.

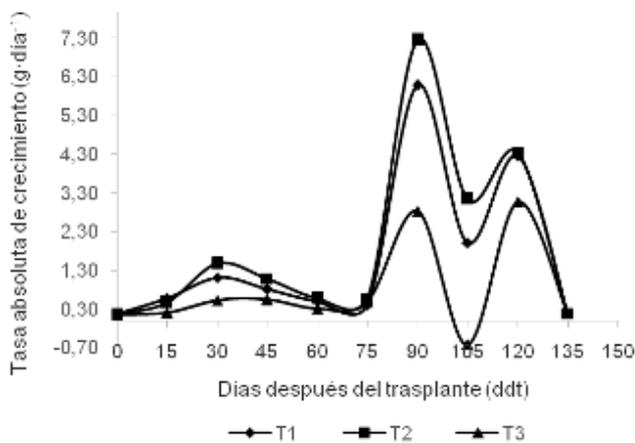


Figura 5. Tasa absoluta de crecimiento del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

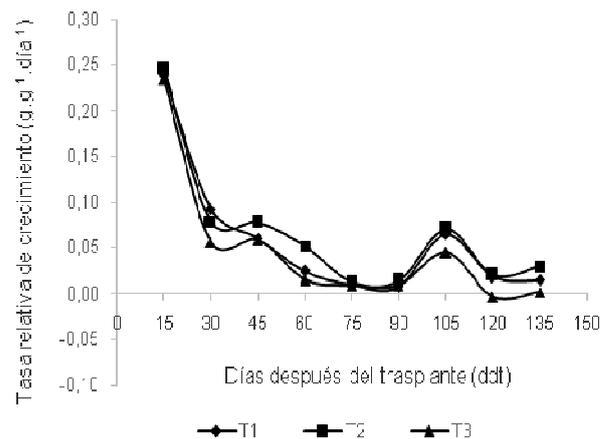


Figura 6. Tasa relativa de crecimiento del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC. cv Georgia sureña. Montería, Colombia, 2013

Por otra parte, conociendo que la acumulación de materia seca total es el suceso fisiológico en el cual se basa el proceso biológico fundamental del crecimiento, este se vio influido por los cambios medioambientales propiciados a través de las diferentes densidades poblacionales. Lo que se reflejó sobre la respuesta de los índices fisiológicos de eficiencia fotosintética del cultivo y del rendimiento al incrementar el número de plantas por unidad de superficie, principalmente por la mayor cantidad de radiación interceptada por el cultivo (Figura 7). No obstante, con densidades más elevadas es posible que el rendimiento se disminuya como consecuencia de la competencia por la luz en el cultivo, así como la pérdida excesiva de agua por transpiración y severos ataques de plagas y enfermedades (Cayón, 1992).

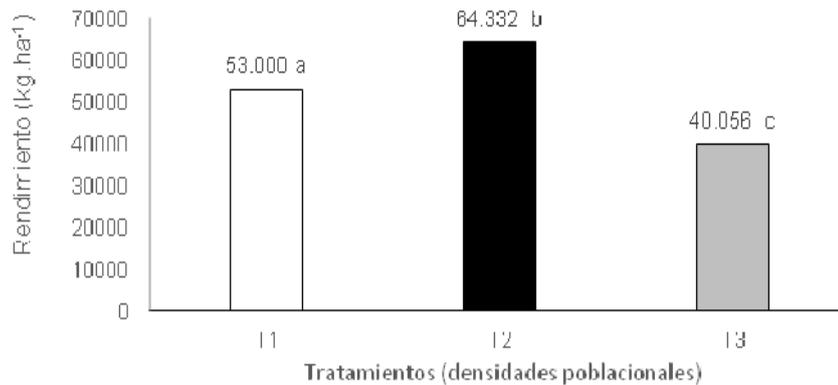


Figura 7. Rendimiento del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC cv *Georgia sureña* en tres densidades poblacionales. Montería, Colombia, 2013.

## Conclusiones.

1. Con la densidad poblacional de 66.666 plantas·ha<sup>-1</sup> se obtuvo mayor crecimiento del cultivo de berza reflejado en las variables altura de la planta, número de hojas, área foliar y acumulación de materia seca total.
2. Los índices de eficiencia fisiológica del cultivo de berza presentaron el mejor comportamiento con la densidad poblacional de 66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>.
3. La densidad poblacional más adecuada para la obtención de altos rendimientos en la zona de estudio corresponde a 66.666 plantas·ha<sup>-1</sup>.

## Bibliografía.

- Barraza, F. V. (2000). *El cultivo del col común (Brassica oleracea L. variedad acephala DC) en el Valle del Sinúmedio*. Montería. Departamento de Publicaciones Universidad de Córdoba.
- Barraza, F. V. (2014). *Índices fisiológicos del crecimiento de berza (Brassica oleracea L. var. Acephala DC cv Georgia sureña) en tres densidades poblacionales*. Poster presentado en el Segundo Congreso Cubano de Horticultura, La Habana, Cuba.
- Cao, A. M.; Shelton, E.; Earle, D. (2005). Development of transgenic collards (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) expressing a cry1Ac or cry1C Bt gene for control of the diamond back moth. *Crop Protectio*, 24, 804-813.
- Cayón, D. G. (1992). Fotosíntesis y productividad de cultivos. *COMALFI*, 19, 23-31.
- Charles, E.; Doley, D.; Rimmington, G. (1986). *Modelling Plant Growth and Development*. Australia. Academic Press.
- Ferreira, O.; Rossi, F.; Andrighetto, C. (2008). *DDA-Determinador digital de áreas. Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho de lombo. Versão 1.2*. Farroupilha.
- Gardner, F.; Pearce, R.; Mitchell, R. (1990). *Physiology of crop plants* (2<sup>a</sup> ed.). AMES, USA: Iowa University Press.

- Güenkov, G. (1974). *Fundamentos de La Horticultura Cubana*. Instituto Cubano del Libro. La Habana.
- Hunt, R. (1990). *Basic growth analysis: Plant growth analysis for beginners*. London: Unwin Hyman Ltd.
- Kohashi, S. J. (1990). *Aspectos de la morfología y fisiología del frijol Phaseolus vulgaris L. y su relación con el rendimiento*. Montecillo: Ediciones Colegio de posgraduados.
- Nanda, R.; Bhargava, S.C.; Rawson, H.M. (1995). Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and areas in *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata*. *Field Crops Researc*, 42, 125-134.
- Quintero, I.; Barraza, F. (2009). Densidad poblacional y plasticidad fenotípica del ají picante (*Capsicum annuum* L.) CV Cayenne Long Slim. *Intropical*, 4, 55-66.
- SAS Institute Inc. (2008). *Statistical analysis system. The SAS<sup>®</sup> system for Windows<sup>®</sup> version ten. The Power to Know*. Cary, NC: USA.
- Shanmuganathan, V.; Benjamin, L.R. (1992). The influence of sowing depth and seed size on seedling emergence time and relative growth rate in spring cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Ann Bot.* 69: 273-276.
- Uzun, S.; Kar, H. (2004). Quantitative effects of planting time on vegetative growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica). *Pak. J. Bot.* 36: 769-777.
- Weatherbase. (2013). *Montería*. Disponible en <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=36008&refer=&units=metric.05-04-13>.

**Fecha de recibido: 25 oct. 2014**

**Fecha de aprobado: 13 dic. 2014**