

## Producción y residuos en dos materiales comerciales de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Banc) en Boyacá (Boyacá)

### Evaluation of production and commercial residues of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Banc) in Boyacá-Boyacá

Daisy Guerra Ávila<sup>1</sup>, Fabiola González Melo<sup>2</sup>, Álvaro Alvarado Gaona<sup>3</sup>

#### Resumen

Colombia es el primer productor mundial de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Banc), con una producción, en 2008, de 76.657 t; Boyacá es el tercer departamento productor de arracacha en el ámbito nacional; el municipio de Boyacá (Boyacá), para el mismo año, presentó áreas cultivadas que ascienden a 130 ha, con rendimientos de 10.930 kg.ha<sup>-1</sup>, de acuerdo con las estadísticas de la MADR (2008). Aunque la arracacha se distingue por sus altos contenidos nutricionales, no ha tenido la misma importancia que otros cultivos de clima frío; por tanto, surgió la necesidad de cuantificar la producción para los materiales comerciales PaliVerde y Cajamarca; al mismo tiempo, se evaluó el tipo y cantidad de residuos, con el fin de brindar al productor herramientas en la toma de decisiones. Hay que destacar que la bibliografía y los estudios al respecto son escasos en el país, por lo cual este trabajo está basado en la observación, junto con la estadística descriptiva.

#### Abstract

Colombia is the first Arracacha producer in all over the world; in 2008 its production achieved 76.657 Tons. Boyacá is the third Arracacha producer department in Colombia, Boyacá municipality at the same year had cultivated areas rising to 130 Ha. with an excellent performance of 10.930 kg.ha<sup>-1</sup>, according to URPA 2008 statistics. Although Arracacha is known for its highest nutritional contents, it had not the same importance than other cold weather crops, hence, arises the need for quantify production for commercial materials: Paliverde y Cajamarca, at the same time kind and amount of waste was evaluated giving to the producer tools for making decisions, highlighting that bibliography and studies about the subject are scarce in our country, this project is based on observation and descriptive statistics. Quantifying production hectare by hectare for commercial materials Paliverde and Cajamarca in producing farms of Boyacá's municipality, with seeding

<sup>1</sup> Ingeniera agrónoma. [daisiguerra@yahoo.es](mailto:daisiguerra@yahoo.es) .

<sup>2</sup> Ingeniera agrónoma. [fabiolagonzalezmelo@gmail.es](mailto:fabiolagonzalezmelo@gmail.es)

<sup>3</sup> Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Alvaro. [alvarado@uptc.edu.co](mailto:alvarado@uptc.edu.co)

Al cuantificar la producción por hectárea para los materiales comerciales Paliverde y Cajamarca, en fincas productoras del municipio de Boyacá, para una densidad de siembra de 25.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, la producción obtenida fue de 4.545 kg.ha<sup>-1</sup> para Paliverde y de 3.026 kg.ha<sup>-1</sup> para Cajamarca, lo que difiere considerablemente de datos reportados en 2008. También se realizó la evaluación de la cantidad de los residuos, y se obtuvo un peso de rama de 5.498 kg.ha<sup>-1</sup> para Paliverde y de 931 kg.ha<sup>-1</sup> para Cajamarca, mientras que el troncho o cepa ascendió a 1.833 kg.ha<sup>-1</sup> para Paliverde y de 1.086 kg.ha<sup>-1</sup> para Cajamarca.

**Palabras clave:** Arracacha, Producción de arracacha, Residuos de arracacha, Arracacha Paliverde, Arracacha Cajamarca, Materiales comerciales de arracacha.

density around 25000 plants.ha<sup>-1</sup>, the production obtained was 4.545 kg.ha<sup>-1</sup> to Paliverde and 3026 kg.ha<sup>-1</sup> to Cajamarca, differing considerably with data provided by URPA in 2008; also an assessment about amount of waste was made obtaining a weight of branch of 5.498 kg.ha<sup>-1</sup> to Paliverde and 931 kg.ha<sup>-1</sup> to Cajamarca 3975 kg.ha<sup>-1</sup> while stem or strain amounts to 1.833 kg.ha<sup>-1</sup> to Paliverde and 1.086 kg.ha<sup>-1</sup> to Cajamarca.

**Key Words:** Arracacha, Arracacha Production, Arracacha Waste, PaliVerde Arracacha, Cajamarca Arracacha, Commercial Materials of Arracacha.

## Introducción

La Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza brancroft*) era cultivada por los aborígenes andinos desde antes del descubrimiento de América; hoy se utiliza como materia prima para fabricar dulces y bebidas y como alimento para animales, por su alto contenido de vitaminas A, B y E, Carotenoides y minerales, como calcio y fósforo. Según Rodríguez et al. (2000), la planta tiene cuatro fragmentos vegetativos o estructuras principales: las raíces de almacenamiento (o apio), la cepa, los tallos aéreos y las hojas; de estas estructuras, la más importante es la raíz, con la cual se establece la producción de almacenamiento, que constituye el principal producto económico de la planta, pues allí se acumula la mayor parte del almidón y de los demás nutrientes.

La arracacha es cultivada en los países andinos y en Brasil. Colombia sobresale por su volumen productivo, con un 45%; en el contexto nacional, el municipio de Cajamarca, Tolima, es el mayor productor, aporta el 60% del volumen nacional; mientras que Boyacá se ubica como el tercer departamento productor. En este departamento, el municipio de Boyacá se revela como un fuerte productor de arracacha; en el año 2006, presentó áreas cultivadas de 130 ha, con rendimientos de 8581 kg.ha<sup>-1</sup>, de acuerdo con las estadísticas aportadas por la URPA (2008).

Una situación que hay que destacar en cuanto a la producción de arracacha en Boyacá (Boyacá) es que se basa en el conocimiento tradicional del agricultor, el cual ha sido transferido de generación en generación, y que existe en el país una fuerte carencia de literatura e investigación sobre este cultivo; por ello es necesario realizar un estudio en este municipio que le proporcione al agricultor datos más precisos acerca de la producción de arracacha, que le permitan tomar decisiones acertadas con respecto a la comercialización y al manejo eficiente que le pueda dar a los residuos de cosecha, de acuerdo con su tipo y cantidad. Igualmente, es necesario cuantificar la producción por hectárea para las variedades comerciales Cajamarca y Paliverde, por ser estas las más aceptadas en el mercado y en las fincas productoras de Arracacha en el municipio de Boyacá (Boyacá), y, al mismo tiempo, conocer los tamaños comerciales de dichas variedades y evaluar el tipo y cantidad de sus residuos de cosecha.

## Materiales y Métodos

El municipio de Boyacá (Boyacá), donde se realizó la presente investigación, está ubicado a 05°27'15.1" de latitud Norte y 073°21'48.6" de longitud Oeste; su temperatura promedio es de 14 °C, y la altitud oscila entre 2.200 y 2.900 msnm. Según el EOT (2003), la economía de este municipio se basa en la agricultura y en la ganadería; el renglón agrícola consta principalmente de cultivos de maíz, papa, legumbres, verduras, arracacha y frutales.

Los principales utensilios utilizados en esta investigación fueron peso o balanza; GPS, para determinar las ubicaciones y alturas sobre el nivel del mar, y cámara fotográfica; además se apoyó con información secundaria tomada del Plan de Ordenamiento Territorial.

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, específicamente muestreo intencional, designando a cada unidad según características que, para efectos de este proyecto, fueron relevantes. Se empleó, por lo tanto, el conocimiento y el juicio personal en la identificación de los elementos que debían ser incluidos en la muestra. De esta forma, se tomaron 18 lotes en cosecha, a los cuales se les hizo la respectiva medición de área, y se procedió a seleccionar 6 plantas completas en cada uno de los cultivos. El productor realizó la separación del material comercial según tamaños y características organolépticas, quedando así lo que se denomina residuos, como: tallos, hojas, troncho o cepa, además de las raíces demasiado pequeñas o no comerciales.

Para el procesamiento de los datos tomados en campo, se dividieron en cuatro variables relevantes y se realizó un análisis de varianza para determinar la presencia de diferencias estadísticas; además, se utilizó la prueba de comparación de promedios de Duncan, con una confiabilidad del 95%, con el fin de establecer las diferencias en cada caso; el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SAS v. 8.1e (Cary, N.C.).

## Resultados y Discusión

### Producción y distancias de siembra

En el municipio de Boyacá, las distancias de siembra son diferentes; para este trabajo se tomó una densidad de siembra de 25.000 plan.ha<sup>-1</sup>, por ser la más utilizada por los productores; este aspecto tiene variaciones directamente relacionadas con las tradiciones del productor (Tablas 1 y 2).

Para el material **Paliverde**, la producción con dicha densidad fue de 45.458 t.ha<sup>-1</sup>; para los residuos de cosecha en rama se obtuvo un resultado de 54,98

t.ha<sup>-1</sup>, mientras que el troncho o cepa ascendió a 183,35 t.ha<sup>-1</sup> (Tabla 1).

**Tabla 1.** Densidad de siembra vs. producción y residuos de cosecha para material paliverde

Distancia entre surcos	Distancia entre plantas	N.º Plan.ha <sup>-1</sup>	Producción t.ha <sup>-1</sup>	Residuos t.ha <sup>-1</sup>	
			Apio	Rama	Troncho
40	70	35714	64,94	78.52	261.92
50	80	25000	45.45	54.98	183.35
40	80	31250	56.82	68.72	229.18
50	70	28571	51.95	62.83	209.53

Para el material **Cajamarca o yema de huevo**, con la misma densidad, la producción fue de **30,26** t.ha<sup>-1</sup>. En cuanto a los residuos de cosecha

en rama, se obtuvo un resultado de **9,31** t.ha<sup>-1</sup>, mientras que el troncho o cepa ascendió a **108,6** t.ha<sup>-1</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Densidad de siembra vs. producción y residuos de cosecha para material Cajamarca

Distancia entre surcos	Distancia entre plantas	N.º Plan.ha <sup>-1</sup>	Producción t.ha <sup>-1</sup>	Residuos t.ha <sup>-1</sup>	
			Apio	Rama	Troncho
40	70	35714	43.23	13.30	155.14
50	80	25000	30.26	9.315	108.6
40	80	31250	37.83	11.64	135.75
50	70	28571	34.58	10.64	124.11

Con respecto a las distancias de siembra, estudios realizados en Antioquia mostraron que se cultiva en surcos distanciados a 83 cm., y con 70 cm. entre plantas. En Tibaitatá, los resultados de ensayos realizados recomiendan distancias de 90 cm. entre surcos, y 50 cm. entre plantas (Higuita, 1968).

Según Vázquez y Perdomo (2000), la distancia de siembra más adecuada para la zona productora del Tolima es de 1 metro entre surcos y 0,5 metros entre

plantas, con la cual se obtuvieron rendimientos promedios de 7.200 kg.ha<sup>-1</sup> en todas las localidades. Así mismo, este estudio demostró que los mayores rendimientos en bajas densidades de siembra estarían relacionados con un mayor desarrollo de las raíces de acumulación; sin embargo, el uso de distancias amplias favoreció la presencia de chizas en el cultivo, debido al comportamiento de ataque del insecto, en focos, y permitió una mayor concentración de larvas por planta.

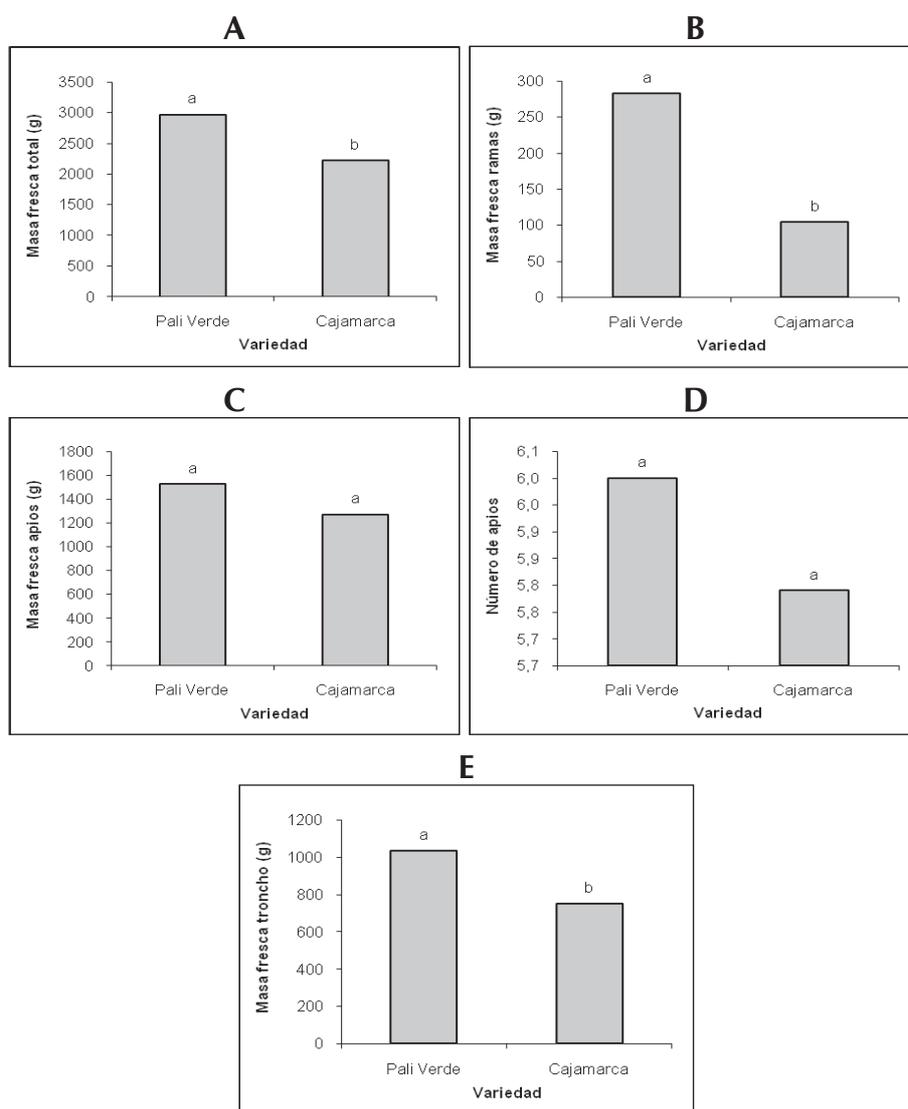
En el municipio de Boyacá no se presenta problema de chizas en el cultivo; pero es de anotar que allí las distancias de siembra no están unificadas, y pueden variar de un lote a otro, dado que las nociones sobre las labores propias del cultivo son transmitidas oralmente de generación en generación, y están directamente relacionadas con el criterio personal del agricultor.

Según la URPA (2008), el rendimiento del cultivo de arracacha en el municipio de Boyacá era de 8.581 kg.ha<sup>-1</sup> en el 2008, mientras que los datos tomados en campo para el presente estudio

demonstraron rendimientos de 45.450 kg.ha<sup>-1</sup>, en el caso de Paliverde, y 30.260 kg.ha<sup>-1</sup>, para el material Cajamarca.

### Efecto de las variedades

Se presentaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0,01$ ) en la masa fresca total de ramas y troncho. La variedad Paliverde se caracterizó por tener los mayores valores en todos los parámetros fisiológicos medidos, incluyendo aquellos que no mostraron diferencias estadísticas: masa fresca y número de apios (Figura 1: A, B, C, D y E).



**Figura 1.** Efectos de las variedades sobre la masa fresca y el número de apios de plantas de arracacha en el municipio de Boyacá, Boyacá: A. Masa fresca total; B. Masa fresca de ramas; C. Masa fresca de apios; D. Masa fresca de troncho; E. Número de apios.

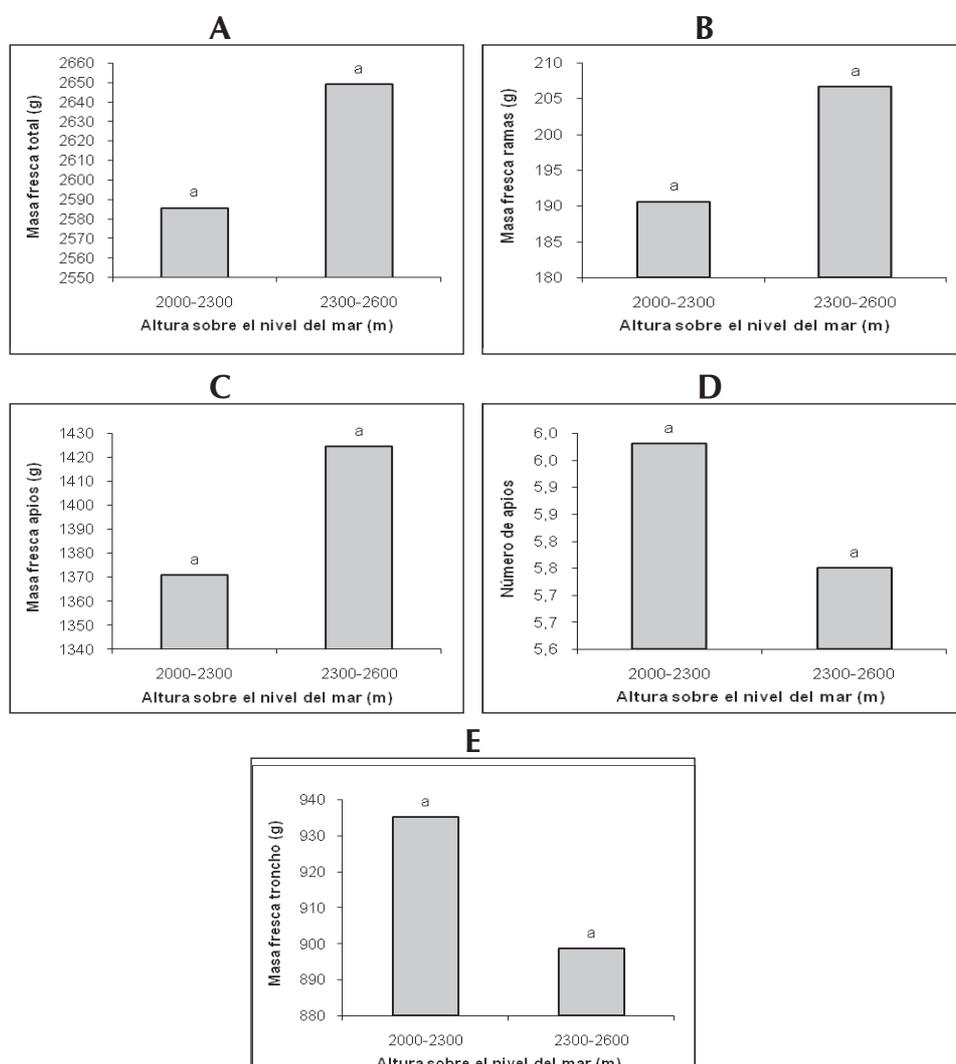
Chamorro y Tirado (2009) afirman que la composición de la arracacha en Boyacá es más alta que en Cajamarca (Tolima) y en otros países, superándolos en fibra, con 2.83 g; en el extracto etéreo, con 0.62 g; en fósforo, con 91.23 mg, y en el ácido ascórbico, con 28.57 mg, lo cual significa que las características de la planta varían de acuerdo con la zona en la cual se encuentre.

El efecto de las variedades muestra que el material Paliverde presenta mayor producción, sin embargo, en Colombia no se cuenta con un estudio que clasifique los distintos materiales de arracacha ni la productividad de cada uno de ellos,

de tal forma que no se tienen investigaciones que permitan establecer una comparación.

### Efecto de la altitud

La ubicación de los lotes respecto de la altura sobre el nivel del mar no generó diferencias estadísticas en las diversas masas frescas y en el número de apios de arracacha (Figura 2: A, B, C, D y E); no obstante, las plantas sembradas entre 2300 y 2600 msnm presentaron mayor masa fresca total (Figura 2A), de ramas (Figura 2B) y de apios (Figura 2C); mientras que aquellas plantas que fueron sembradas entre los 2000 y 2300 msnm fueron superiores en la masa fresca del troncho (Figura 2D) y número de apios (Figura 2E).

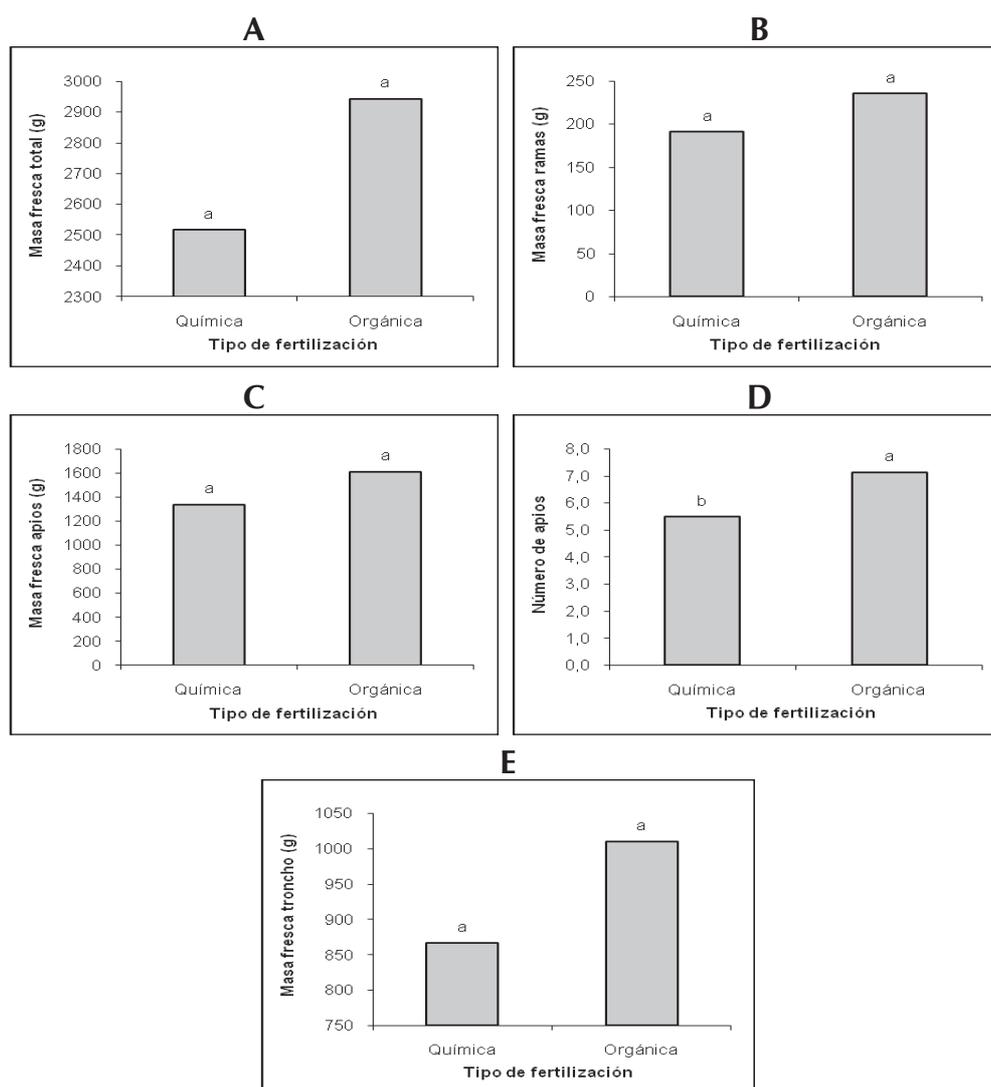


**Figura 2.** Efecto de la altitud sobre la masa fresca y número de apios de plantas de arracacha en el municipio de Boyacá, Boyacá. A. Masa fresca total; B. Masa fresca de ramas; C. Masa fresca de apios; D. Masa fresca de troncho. E. Número de apios.

Jaramillo (1984) menciona que la temperatura óptima para el cultivo es de 15 a 16 °C, y aunque se cultiva hasta los 22 °C en zonas cafeteras, este producto no acumula suficientes carbohidratos, y sus raíces son muy delgadas. Es preciso que la planta disponga de temperaturas bajas durante todo el período de crecimiento, de 8 a 10 meses; de esta forma, plantas cultivadas por debajo de los 2300 msnm tienen un desarrollo más rápido, pero a mayor altitud se encuentra mayor peso de la planta.

### Efecto del tipo de fertilización

La fertilización orgánica generó mayor respuesta en todas las variables fisiológicas evaluadas respecto de la fertilización química; sin embargo, solo hubo diferencias estadísticas ( $P \leq 0,01$ ) en el número de apios (Figura 3).



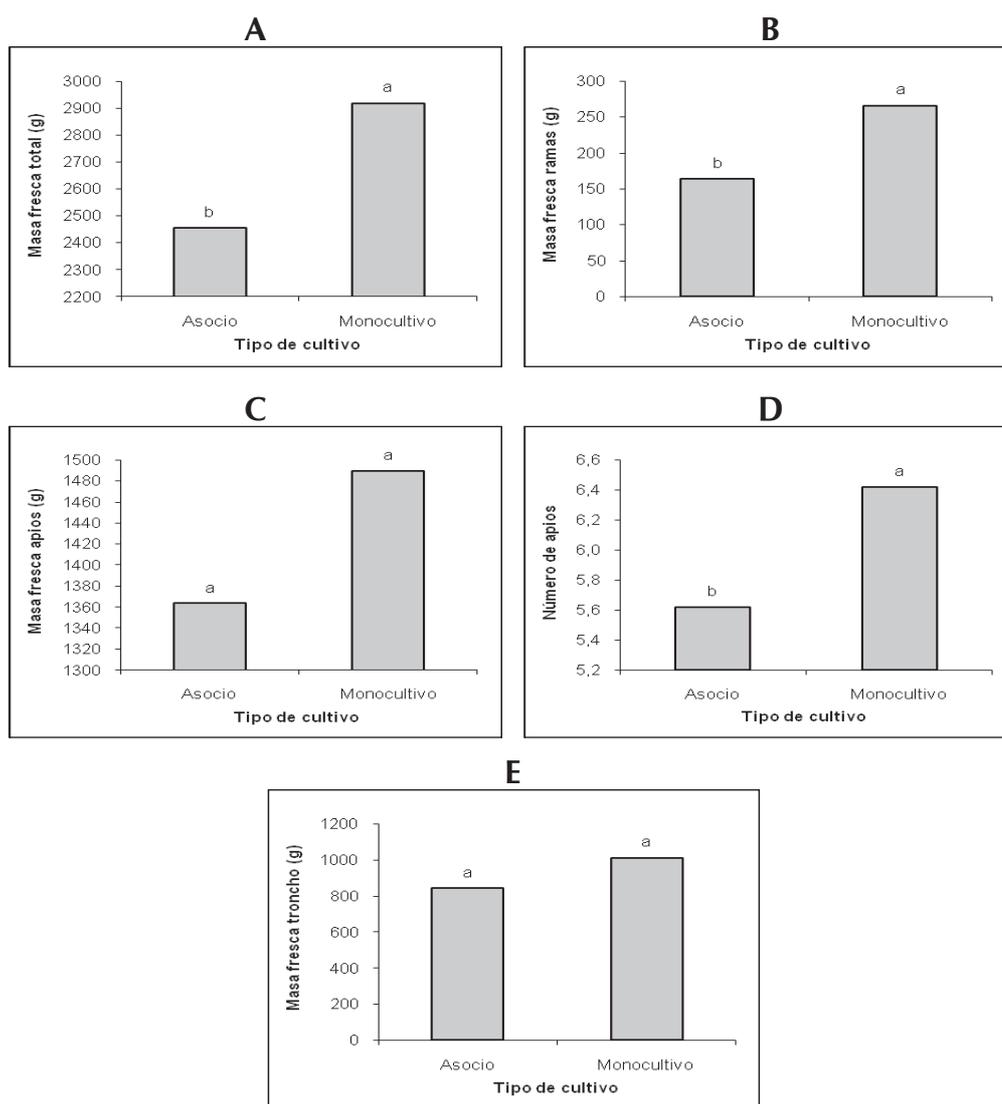
**Figura 3.** Efecto del tipo de fertilización sobre la masa fresca y número de apios de plantas de arracacha en el municipio de Boyacá, Boyacá. A. Masa fresca total; B. Masa fresca de ramas; C. Masa fresca de apios; D. Masa fresca de troncho. E. Número de apios. Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según prueba de Duncan (5%).

Se encontraron agricultores que reemplazaban la fertilización química por la orgánica, lo cual mostró diferencias en un mayor número de apios en la planta, pero no mayor peso. Según Seminario y Coronel (2004), en Perú, en su mayoría, se siembra la arracacha en lotes pequeños, de hasta 1000 m<sup>2</sup>, tipo huerta, que son ricos en materia orgánica, ante lo cual la fertilización se reduce a mantener los suelos con estiércol; sin embargo, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio comparativo de fertilización para este cultivo,

puesto que aún no se conocen sus requerimientos nutricionales.

#### Efecto del tipo de cultivo

Se presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la masa fresca total (Figura 4A), en ramas (Figura 4B) y número de apios (Figura 4E); las demás variables fueron estadísticamente similares. A pesar de esto, las plantas de arracacha sembradas en monocultivo presentaron mayor respuesta en todos los parámetros medidos (Figura 4).



**Figura 4.** Efecto del tipo de cultivo sobre la masa fresca y número de apios de plantas de arracacha en el municipio de Boyacá, Boyacá. A. Masa fresca total; B. Masa fresca de ramas; C. Masa fresca de apios; D. Masa fresca de troncho. E. Número de apios. Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según prueba de Duncan (5%).

El cultivo de arracacha en la modalidad de monocultivo presentó mayor desempeño, pues la baja competencia con las arvenses y un mejor laboreo aseguran buenas cosechas; sin embargo, en forma de asociación con otros cultivos el desempeño es bajo, dada la alta competencia por nutrientes y luz, entre otros, asunto que requiere estudios específicos. Teniendo en cuenta que en el municipio de Boyacá se establecen asociaciones desde leguminosas hasta caducifolios, sería necesario realizar estudios para cada caso, ya que las condiciones de fertilización son diferentes.

### Tamaños comerciales

Rodas (1992) describe el apio, o cuerpo de la raíz, recto o encorvado, aplanado a menudo en su parte superior por la presión de otras raíces y terminado en un ápice delgado que emite fibras de escasa longitud; su superficie, casi lisa, está cubierta por una delgada película que presenta cicatrices transversales, como las raíces de la zanahoria. Aunque las raíces más jóvenes tienen una epidermis lisa, las raíces viejas desarrollan unas capas corchosas de color pardo, que dan a las raíces cosechadas una ligera apariencia de yucas.

La anterior descripción concuerda con las características observadas en campo; sin embargo, al realizar las visitas a las fincas de los productores se observó que no se encuentran tamaños comerciales específicos de los apios, y estos carecen de una clasificación, lo cual significa que, en el momento de cosechar, la mayoría son empacados para la venta, excepto aquellos que tienen un tamaño menor a 11 cm., aproximadamente, aunque esta medida puede variar, puesto que depende del criterio y la tradición del productor.

### Conclusiones

Los rendimientos en ton.ha<sup>-1</sup> de arracacha en el municipio de Boyacá, Boyacá, son considerables tanto en el material Paliverde como en Cajamarca, lo cual crea una representación importante con respecto a la producción departamental, y justifica el desarrollo de investigaciones posteriores, que permitan conocer más de la fisiología y manejo agronómico de dicho cultivo.

En el material Paliverde fue notorio el incremento en las producciones, respecto del material Cajamarca; sin embargo, los dos materiales son siempre superiores a los datos que muestra el URPA hasta el 2008.

La fertilización orgánica mostró mayores resultados en el número de apios, pero no en el peso de ellos, aunque se desconocen los elementos empleados en la preparación de los abonos orgánicos que utiliza el productor; por lo tanto, resultaría interesante establecer estudios comparativos al respecto, evaluando el ciclo completo del cultivo.

La arracacha tiene un excelente desempeño como monocultivo, situación en la que alcanza su máximo potencial, debido a la baja competencia; sin embargo, el pequeño agricultor establece asociaciones, dado que como vive del autoconsumo, y el ciclo fenológico de esta planta es largo, se ve obligado a sembrar en su escasa tierra diversidad de productos para subsistir. En consecuencia, se necesitan estudios que permitan encontrar herramientas para acelerar procesos de enraizamiento en la planta.

Es importante analizar con mayor profundidad los efectos de las variedades, de la altitud, del tipo de fertilización y del tipo de cultivo, para establecer posteriores evaluaciones.

### Literatura Citada

- Chamorro, A. y Tirado, E. (2009). *Elaboración de productos alimenticios procesados a base de harina y fécula de arracacha cosechada en Turmequé y Boyacá, departamento de Boyacá*. Tesis de grado para optar el título de Químico de Alimentos Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas, Escuela de Química de Alimentos, Tunja.
- Higuaita, F. (1968). "El cultivo de la arracacha en la sabana de Bogotá". *Agricultura tropical*, ICA, 24(3), 139-147, separata de la revista.
- Jaramillo, J. (1984). "El cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)". *Curso de actualización en tecnología agrícola*, ICA regional 4, Distrito de Rionegro, Documento de trabajo N.º 14. pp. 179-189.
- Municipio de Boyacá (2003). *Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) 2003*. Diagnóstico Territorial.
- Rodríguez, G.; García, H.; Camacho, J.; Arias, F.; Rivera, J. y De la Torre, F. (2000). *La harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Manual técnico para su elaboración. Corporación

- Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA–.
- Rodas, R. (1992). *Obtención y caracterización de la harina de arracacha amarilla obtenida por secado en túnel de aire caliente*. Lima: Universidad Nacional Agraria.
- Seminario, J. y Coronel, T. (2004). *Aspectos etnobotánicos y económicos de la arracacha en Mollebamba, Huambos*. Raíces Andinas, Contribuciones al conocimiento y a la capacitación.
- URPA (2008). *Evaluaciones agropecuarias municipales*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural –Secretarías de Agricultura Departamentales– UMATA. Años 2006, 2007 y 2008.
- Vásquez, N. y Gutiérrez, D. (2000). "Fertilización y distancias de siembra en el cultivo de arracacha en el municipio de Cajamarca, Tolima". *Nataima*, 5, 57-64.

Fecha de Recepción: 25 de julio de 2011  
Fecha de Aceptación: 3 de septiembre de 2012