

DOI:10.18684/BSAA(14)29-37

EFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN LA MADURACIÓN FISIOLÓGICA DE *Cucurbita* *moschata* VAR. BOLO VERDE

EFFECT OF THE PRODUCTION SYSTEM IN THE PHYSIOLOGICAL MATURITY OF *Cucurbita* *moschata* VAR. GREEN BOLO

EFEITO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DO *Cucurbita* *moschata* VAR. BOLO VERDE

EMERSON ARTURO SUAREZ¹, SANDRA PATRICIA PAZ-PEÑA², DIANA CAROLINA ECHEVERRIA-RESTREPO³, KATHERIN RUIZ⁴, SILVIO ANDRÉS MOSQUERA-SÁNCHEZ⁵

RESUMEN

La producción de ahuyama en el Departamento del Cauca ha disminuido en los últimos 3 años y se encuentran demandas tecnológicas no servidas para solventar la situación. Se compararon dos sistemas de siembra (sistema tradicional y sistema mejorado) de ahuyama variedad Bolo Verde en Guachené (Cauca) y se encontró que se debe cosechar a los 60 días después de la floración, mediante su valoración física y química en variables como el peso, diámetro (axial y radial), espesor de la pulpa, que arrojaron un incremento entre los días 30 y 60 luego de la floración y mantuvieron estas propiedades desde el día 60 hasta el día 90, con un pH promedio de 6,8, firmeza entre 44,15 N y 72,22 N; los cambios de color presentados durante la maduración son inicialmente de la tonalidad verde pálido hasta alcanzar las tonalidades amarillas y naranja; la cuantificación de sólidos solubles totales indicó un incremento de éstos, así como también del espesor de la pulpa y un valor de esfericidad >1 para la mayoría de ahuyamas, pudiéndose

Recibido para evaluación: 20 de julio de 2015. **Aprobado para publicación:** 26 de Mayo de 2016.

- 1 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Ing. Agropecuario. Popayán, Colombia.
- 2 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial (CYTBIA). Ing. Agroindustrial. Popayán, Colombia.
- 3 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial (CYTBIA). Ing. Agroindustrial. Popayán, Colombia.
- 4 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo Aprovechamiento de Subproductos Agroindustriales (ASUBAGROIN). Bióloga. Popayán, Colombia.
- 5 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias. Mg. Ingeniería, Grupo Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial (CYTBIA). Popayán, Colombia.

establecer que el sistema de cultivo no es significativo para las variables de respuesta pero que el día de cosecha luego de la floración sí lo es.

ABSTRACT

Ahuyama production in the Department of Cauca has declined over the past 3 years and technological demands not served to resolve the situation are. Two planting systems (traditional system and improved system) of ahuyama variety Bolo Verde in Guachené (Cauca) were compared and found to be harvested at 60 days after flowering, by physical assessment and chemical variables such as weight diameter (axial and radial) thickness of the pulp, which showed an increase between 30 and 60 days after flowering and kept these properties from day 60 to day 90, with an average pH of 6,8, firmness between 72,22 and 44,15 N; color changes during maturation are presented initially pale green hue reaching yellow and orange shades; quantification of total soluble solids indication increase thereof as well as the thickness of the pulp and a value sphericity > 1 for most ahuyamas, possibly with the culture system is not significant for the response variables but the harvest day after flowering it is.

RESUMO

Ahuyama produção no departamento de Cauca tem diminuído ao longo dos últimos 3 anos e demandas tecnológicas não serviu para resolver a situação é. Dois sistemas de plantio (sistema tradicional e melhoria do sistema) de ahuyama variedade Bolo Verde em Guachené (Cauca) foram comparados e verificou-se ser colhidas aos 60 dias após a floração, por variáveis de avaliação e físico-químicas, tais como peso diâmetro (axial e radial) a espessura da polpa, a qual mostrou um aumento entre 30 e 60 dias após a floração e manteve essas propriedades de dia 60 a dia 90, com um pH médio de 6,8, firmeza entre 72,22 e 44,15 N; mudanças de cor durante a maturação são apresentados tonalidade verde pálido inicialmente atingir tons de amarelo e laranja; quantificação de aumento total de sólidos solúveis indicação dos mesmos, bem como a espessura da pasta e um valor de esfericidade > 1 para a maioria das ahuyamas, possivelmente com o sistema de cultura não é significativa para as variáveis de resposta, mas o dia da colheita após a floração é.

INTRODUCCIÓN

La Cadena Agroalimentaria de las hortalizas en Colombia se centra principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, la Zona Norte del País y Norte de Santander. En el año 2010, los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño concentraron el 50% de la producción nacional y el Departamento del Cauca el 1,21%, del total de área cultivada en el país [1]. Para el año 2006 se estimó que la producción de ahuyama en el Quindío fue de 22,2 toneladas por hectárea, lo que indica que el departamento no tiene grandes extensiones dedicadas a este producto (99 Ha) [2]. Con respecto a la producción de ahuyama, para el

PALABRAS CLAVE:

Ahuyama, Cosecha, Caracterización.

KEYWORDS:

Ahuyama, Crop, Characterization.

PALAVRAS CHAVE:

Auyama, Colheita, Caracterização.

año 2012, el Departamento del Cauca ocupó el quinto puesto a nivel nacional con una participación del total de 5,7% y una producción de 4.572 ton/año [3], en tanto que la producción de hortalizas se concentra principalmente en tomate (37,1%) y ahuyama (28,1%) este último registra mayores niveles de producción hacia los municipios de Guachené (320 ton/año), Patía (444 ton/año) y Puerto Tejada (320 ton/año) [1].

La ahuyama es considerada como una materia prima promisoriosa, de mucha utilidad en el desarrollo de alimentos funcionales [4], ya que es un alimento con un alto valor nutritivo, rico en carotenoides, pectina y potasio. Los carotenoides favorecen la absorción de hierro y pueden ser empleados en la prevención de enfermedades a nivel celular, debido al efecto antioxidante. La pectina posee la capacidad de modificar propiedades funcionales de los alimentos; además, se caracteriza por presentar un color naranja que puede ser aprovechado para la modificación favorable de esta característica organoléptica en algunos alimentos que la empleen en su formulación [5]. También, se destaca su contenido en minerales como el calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K) que se encuentra en mayor proporción y sirve para prevenir enfermedades como alteraciones de la presión sanguínea, del ritmo cardíaco y calambres musculares [6].

En el Municipio de Guachené, la producción de ahuyama se realiza sin aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y los requerimientos de cosecha y pos cosecha que les permita mantener criterios de calidad para la comercialización como lo es la uniformidad en la siembra y en el desarrollo de la planta y el estado de maduración del fruto. En ese sentido, el objetivo de la investigación fue determinar las características fisiológicas de la ahuyama en diferentes estados de maduración (30, 60 y 90 días después de la floración) en sistemas de cultivo tradicional y mejorado para elegir el que aporta mejores condiciones al mercado.

MÉTODO

Ubicación geográfica

El proyecto se desarrolló en el Municipio de Guachené (Cauca) ubicado en la zona tórrida al norte del departamento a 852 msnm, temperatura promedio de 26°C y humedad relativa aproximada del 87% [7]. Las pruebas de laboratorio se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de Textura y Empaques y de la Planta Piloto de Productos Vegetales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, ubicadas en la Vereda Las Guacas de la ciudad de Popayán (Cauca) a 1.880 msnm, temperatura promedio de 19°C y humedad relativa del 77,75% [8].

Materiales y métodos

Establecimiento del cultivo. Se manejaron un total de 180 plántulas, las cuales se dividieron en dos sub grupos: Cultivo Tradicional con 90 plántulas teniendo 2 m entre plantas y 2 m entre calles; un Cultivo Mejorado donde las plantas fueron distribuidas en 3 sub parcelas, cada una con 30 plántulas, con una distribución de 1,5 m entre plantas y 1,5 m entre calles y una distancia entre sub parcelas de 1,5 m.

Las características de suelo en el cual se realizó la siembra se muestran en el cuadro 1.

Variables de respuesta

Diámetros axial y ecuatorial. Utilizando cinta métrica se midió el diámetro ecuatorial para determinar el crecimiento radial de los frutos tomando 10 muestras de cada sub-lote, equivalentes a 30 frutos por cada cultivo y se promediaron los datos obtenidos. Para el diámetro axial se tomó la misma cantidad de muestras y se promediaron los resultados para los lotes de los cultivos tradicional y mejorado.

Cuadro 1. Análisis de suelo.

Prof (cm)	pH 1:2,5	N total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
			0-1000	1001-2000	2001-3000														
			M.O (%)																
0,2	5,86	0,08	1,70			14,7	0,00	9,23	3,8	0,89	0,71	14,63	0,38	7,2	7,5	15,4	5,2	0,5	0,7
	D	D	B			D		A	B	A	B		B	A	D	A	A	C	B
												0,00							

Peso. Se tomaron 10 muestras de cada parcela y se pesaron en una báscula de piso marca JAVAR, para un total de 30 frutos para el cultivo tradicional y 30 frutos para el cultivo mejorado.

Firmeza. De cada ahuyama se tomaron 3 muestras extraídas de la zona radial, a las que se retiró la semilla y se realizó un corte inferior para nivelar la muestra analizada. Con ayuda de la Máquina Universal de Ensayos Shimadzu modelo EZ-L se midió la firmeza empleando con una celda de 500 N con velocidad de penetración de 5 mm/min y 12 mm de profundidad.

Colorimetría. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos de la Universidad de Nacional de Colombia, Sede Medellín. Las mediciones se hicieron tanto de la parte interna como externa de la muestra, con un componente transversal, obteniéndose datos en CIELab y CIECh, junto con los resultados SPIN (especular incluido) y SPEX (especular excluido).

Grados Brix. Una muestra del fruto entero se procesó en un extractor de jugos hasta obtener la muestra líquida, de la que se tomó una alícuota que se depositó sobre el prisma del refractómetro Atago y se realizó la lectura.

pH. Con el jugo extraído para el proceso anterior, se tomaron 10 mL en donde se introdujo el electrodo del pH-metro SELECTA pH-2006 para realizar la lectura correspondiente.

Análisis estadístico

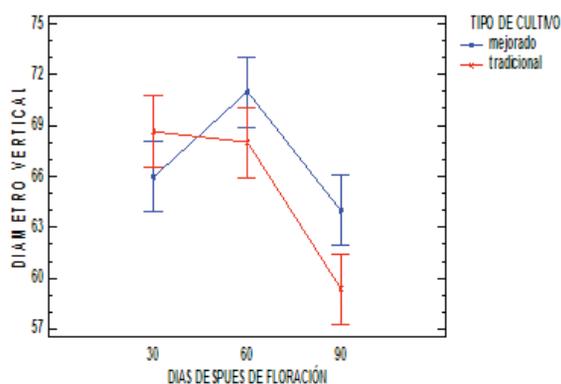
Se aplicó un diseño completamente al azar, y de cada planta se obtuvieron triplicados para la realización de las pruebas de pH, firmeza, grados Brix y colorimetría. Los resultados se analizaron empleando un ANOVA presentando normalidad, las medias se compararon por medio de la prueba de Tukey para $\alpha=0,05$ con el paquete estadístico MiniTab V.16, definiendo los factores como los días después de la floración y el sistema de cultivo y los niveles como 30, 60 y 90 días y sistemas mejorado y tradicional, respectivamente.

RESULTADOS

Diámetro axial y diámetro ecuatorial

El diámetro axial no presentó diferencias significativas entre el cultivo mejorado y el tradicional ($p>0,05$), pero sí entre los días de floración sobre la variable de

Figura 1. Comportamiento del diámetro axial durante la maduración.



respuesta ($p=0,0001$), observándose valores similares en los días 30 y 60 en y una diferencia mayor en los 90 días después de floración, con un mayor diámetro del fruto (Figura 1).

Los frutos, durante su desarrollo temprano, presentan tres fases: desarrollo del ovario, división celular y expansión celular, que representa el crecimiento en diámetro de los frutos. Inicialmente, se tiene un crecimiento lento, después, el crecimiento se incrementó hasta disminuir luego de 90 días después de la floración, hasta la cosecha, momento en el cual suceden los cambios fisicoquímicos que conlleva la maduración [9].

Las medidas de diámetro ecuatorial y polar permiten determinar el índice de esfericidad, de esta manera se permite conocer el formato de fruto (Valores < 1 indican que el fruto tiende a ser alargado; valores > 1 indican que el fruto tiende a ser aplanado o achatado, y valores $= 1$ sugieren que el fruto es de forma redonda o esférica) [10]. Según los datos obtenidos, existen diferencias significativas entre el tipo de cultivos y el tiempo de cosecha después de la floración, presentándose frutos más homogéneos en el cultivo tradicional que el cultivo mejorado. Los frutos cosechados 60 días después de la floración presentan valores de esfericidad > 1 , lo que indican que son frutos aplanados o achatados principalmente. Actualmente, existe la tendencia a preferir frutos de forma redonda-aplanada; en ese sentido los frutos de esta cosecha llegarían a ser más apetecidos por los consumidores que los frutos obtenidos a los 30 y 90 días después de la floración, teniendo en cuenta la facilidad en la manipulación y el troceado, por otro lado, la tendencia aplanada del mismo va a facilitar el comercialización por parte del productor [10].

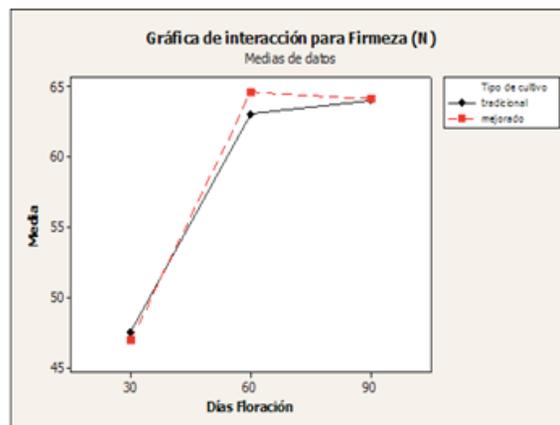
Peso

El peso de las ahuyamas es de gran importancia ya que en el mercado se negocia el material según el valor del kilogramo; en ese sentido, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivos tradicional y mejorado, sin embargo, hubo un efecto en los días de floración ($P = 0,007$) con mejores promedios de peso después de la floración. El mayor valor de peso se encuentra a los 60 días después de la floración debido a que la mayor parte del aumento en peso fresco del fruto se debe a la acumulación de agua; en tanto que su contenido es máximo inmediatamente antes o en el momento de la maduración comercial [11]. En el día 90 disminuye el peso debido a que el mayor valor de peso se encuentra a los 60 días después de la floración debido a que la mayor parte del aumento en peso fresco del fruto se debe a la acumulación de agua; en tanto que su contenido es máximo inmediatamente antes o en el momento de la maduración comercial [11]. El peso que en el día 90 disminuye debido el fruto ha comenzado su proceso de senescencia, no hay flujo de agua de la planta al fruto puesto que el pedúnculo ya se ha secado y la planta sigue transpirando, adicionalmente los cultivos a campo abierto están sometidos a una mayor deshidratación debido a las condiciones medioambientales como el viento, la radiación solar, la humedad relativa, etc. [9]

Firmeza

Se encuentran diferencias significativas entre el día 30 con respecto a los días 60 y 90 pos-floración, donde se aprecia un aumento en la firmeza (Figura 2). Se puede establecer que en el día 60 los frutos tienen una firmeza adecuada y al exponerse durante más tiempo a las condiciones ambientales se generan cambios indeseados en la presentación del fruto (quemaduras solares, daño por insectos, hongos, roedores y humedad) lo que se traduce en pérdidas para el productor.

Figura 2. Comportamiento de la firmeza durante la maduración.



Según el proceso de maduración, los mayores cambios ocurridos en el fruto son en el contenido de humedad por la migración hacia la semilla en aras de proveer sustento a la siguiente generación y cambios en la pared celular por las modificaciones ultraestructurales y de textura, la conversión del almidón en azúcares, el incremento de la susceptibilidad a patógenos poscosecha, las alteraciones en la biosíntesis de pigmentos [12], los cambios en el contenido de pectina [13] y el aumento en la deposición de ceras en la piel [14].

Color

Los valores de los parámetros de color pueden ser un indicador del contenido de pigmentos [15] y los cambios presentados entre los sistemas de siembra son atribuidos en mayor medida a la incidencia de la luz [16] y el microclima propio de cada sistema, los cambios en la concentración de carotenos y de la humedad interna del fruto [17]. De acuerdo con la escala CIEL*a*b y CIELC*h*, los resultados del cuadro 2, indican que en el análisis inicial a 30 DF, a los frutos

Cuadro 2. Parámetros de color durante la maduración.

Sistema de cultivo L*		Parámetro de color (SPIN)				
		a*	b*	C*	h°	
Mejorado	Día 30 DF	53,89	0,64	17,08	17,09	87,85
	Día 60 DF	44,82	11,72	25,23	27,82	65,09
	Día 90 DF	54,4	27,93	39,46	48,46	54,44
Tradicional	Día 30 DF	54,61	3,36	31,16	31,34	83,85
	DÍA 60 DF	47,24	14,08	29,36	32,56	64,37
	DÍA 90 DF	55,68	28,25	41,1	50,18	55,44

se les puede atribuir un color verde pálido, el cual por acción de la biosíntesis de pigmentos, principalmente de carotenoides, cambia a naranja intenso. La disminución en h° es el indicador del cambio de matiz de verde, luego amarillo y finalmente naranja, consistente con el aumento en la saturación (C°).

El incremento del parámetro a^* obedece al cambio de color desde un estado inmaduro hasta la acumulación de los carotenoides en los cromoplastos por los cambios fisiológicos [18]. Los del parámetro b^* son respuesta a la maduración del fruto por la descomposición de clorofilas y la incidencia de luz [14], lo cual es consistente con la exposición de los frutos del sistema tradicional cuyo follaje presentó una menor cubierta de área de suelo debido al diseño y distribución de las plantas que generó mayor exposición solar frente a los frutos del sistema mejorado. Sin embargo, el proceso de maduración es el mismo a lo largo del tiempo, lo cual genera cambios de color en la pulpa, que en su mayor parte se deben a la presencia de carotenos que de luteínas [17], siendo los primeros los pigmentos de mayor concentración [19]. La escala de *chroma* indica que el color tiende a ser más saturado [20], característica conferida por los carotenos presentes que son más representativos, asociados con el parámetro b^+ que también muestra el incremento en el tiempo. Los resultados de matiz (h°) se encuentran entre 90° (30 DF) y 50° (90 DF), indicando que la pulpa al inicio presentó color cercano al amarillo y los cambios se aproximan hacia el anaranjado, en una escala angular. Si se analiza el espacio de color CIELab y CIECh, se puede asociar el color naranja de la pulpa, que es el más apreciado por los consumidores y es coincidente con el rango de h° y el incremento de a^+ y b^+ y se relaciona a su vez con el tiempo de maduración en campo de las ahuyamas.

Espesor de la pulpa

Esta variable es importante porque afecta la aceptación del consumidor, debido a que a mayor grosor parece más atractivo el fruto [10]. Los dos cultivos muestran comportamientos similares durante los días después de la floración y no existe efecto significativo sobre la variable ($P=0,075$) por efecto del tipo de cultivo, pero sí de los días de floración sobre el espesor ($P=0,000$), debido a que durante los primeros días después de la floración el fruto se encuentra en una fase exponencial de crecimiento con una elevada división celular que genera el incremento en el peso que

se refleja en el espesor en la pulpa, lo que se evidenció tras 60 días después de la floración [11].

Grados Brix

Los tipos de cultivo son similares hasta los 60 días después de la floración pero difieren a los 90 en donde los frutos del cultivo tradicional muestran mayor contenido de sólidos solubles, porque a medida que avanza la maduración interfieren compuestos como las hormonas que favorecen el proceso y los ácidos orgánicos son convertidos en azúcares [21]. El incremento en los grados Brix presentado en los frutos del cultivo tradicional se ocasionó por la exposición de los frutos a una intensidad lumínica mayor, ya que la cobertura vegetal fue menor en comparación con la formada en el cultivo mejorado, como resultado de estas condiciones se obtuvieron cultivos con tasa de crecimiento más baja, materia seca alta y una acumulación de sólidos solubles bajos [22].

pH

El análisis experimental arrojó que no existe efecto significativo sobre el pH por efecto del tipo de cultivo ($P=0,702$) pero sí de los días de floración ($P=0,000$), debido a que en el proceso de maduración de la ahuyama existe transformación de los hidratos de carbono, lo que genera aumento la cantidad de azúcares totales ocasionándose una reducción de la acidez, acercándose a la neutralidad (promedio de 6,8) a diferencia de los treinta días después de la floración en el cual se obtuvo un valor promedio de 6,3 [23]. El pH es un factor importante a tener en cuenta para la activación o determinación de los rangos de acción de determinadas enzimas involucradas en el proceso de maduración y transformación de azúcares [24].

Análisis bromatológico

El análisis bromatológico arrojó los siguientes resultados.

Las condiciones de humedad del suelo en el cultivo tradicional no fueron constantes por la influencia de las condiciones agroclimáticas, obligando a las plantas a realizar un aprovechamiento máximo y momentáneo del agua debido al corto tiempo en que se encontró disponible en campo, lo que se reflejó en ciclos cortos de beneficio y aprovechamiento. La organización en el cultivo mejorado permitió una mejor y mayor cobertura del suelo expresada en la formación de un

Cuadro 3. Análisis bromatológico para ahuyama en los días 30, 60 y 90 después de la floración (DF).

Sistema de cultivo	Tiempo (DF)	Porcentaje							
		Azúcares	Calcio	Cenizas	Fósforo	Humedad y MV	Magnesio	Potasio	Proteína cruda
Mejorado	30	35,33	0,57	8,43	0,32	>90	0,24	4,37	11,4
	60	25,06	0,35	11,51	0,22	>90	0,1	4,82	12,6
	90	30,66	0,46	10,99	0,3	91,1	0,19	4,53	20,3
Tradicional	30	2,2	0,26	12,01	0,47	>90	0,18	5,13	20,5
	60	13,19	0,66	15,48	0,27	>90	0,24	7,06	22,3
	90	32,82	0,37	10,28	0,19	94,9	0,1	4,65	13,6

microclima con presencia y retención de humedad que permitió la movilización y aprovechamiento de nutrientes de manera constante y continua, ocasionando un menor encapsulamiento de los nutrientes haciéndolos fácilmente volatilizables y lavables. Durante los procesos fisiológicos y en especial el de fructificación, la planta efectúa una máxima extracción y absorción de nutrientes del suelo con el fin de realizar una mayor reserva para brindarle a las semillas las condiciones necesarias para su desarrollo. Se observa que el fósforo, el calcio y el potasio aparecieron en elevada concentración, mientras que los niveles de magnesio fueron “buenos”, por los procesos de fertilización realizados en campo que contribuyeron a su disponibilidad y rápido y fácil aprovechamiento por parte de la planta.

El nitrógeno es importante para el desarrollo foliar y vegetativo de la planta: en el cultivo tradicional donde la humedad es escasa, las plantas realizan un aprovechamiento rápido de este elemento, ya que las condiciones del suelo y sus características hacen que éste realice un encapsulamiento y retenga los nutrientes haciéndolos poco o nulamente disponibles para las plantas. En el cultivo mejorado hubo disponibilidad de humedad, generando lixiviaciones y pérdidas por el exceso con una alta tasa de volatilización haciendo menor su durabilidad en campo.

Durante la preparación del terreno y el desarrollo vegetativo del cultivo, así como las diferentes labores culturales efectuadas a este con su posterior cosecha, recolección aprovechamiento y beneficio, se realiza una limpieza de residuos y material vegetal del área; por tradición y cultura en la zona, ésta actividad se realiza mediante la colecta, aglomeración y quema de los diferentes residuos en campo, alterando las condiciones del suelo al incrementar los niveles de ceniza en algunas áreas del terreno, lo cual se reflejó en las características del suelo y de los frutos.

El contenido de azúcares puede originarse en que durante la maduración, los almidones se metabolizan hacia otro tipo de azúcares por la degradación de los productos de la fotosíntesis en frutos no climatéricos [11], inducido porque el microclima generado bajo el follaje aceleró la maduración, lo cual explicaría el alto valor inicial en el sistema mejorado, por otra parte, la fluctuación de dichos niveles puede deberse al agotamiento de la planta y a los cambios en la pared celular del fruto.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados se obtuvieron al cosechar la ahuyama a los 60 días después de la floración en el cultivo mejorado siendo las variables más representativas el peso, los diámetros axial y ecuatorial, el espesor de la pulpa y la firmeza, en tanto que los grados Brix mostraron un valor superior a los 90 días después de la floración.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Cauca y a COLCIENCIAS por suministrar los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación, así como también a la Asociación de Productores de Guachené –ASOAGUA- por facilitar el terreno y el apoyo técnico al cultivo.

REFERENCIAS

- [1] COLOMBIA. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE GESTIÓN Y DESEMPEÑO DE ORGANIZACIONES Y CADENAS (SIOC). Área, producción, rendimien-

- to de hortalizas en Colombia. Bogotá (Colombia): Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas, 2010.
- [2] AGRONET. Producción de Ahuyama en el departamento de Quindío. Reporte 1987 - 2012 [en línea]. 2012. Disponible: <http://www.agronet.gov.co>. [Citado en septiembre 2015]
- [3] MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO DE COLOMBIA (MINCIT). Departamento de Cauca. Bogotá (Colombia): Oficina de estudios económicos, 2012, p. 1-30.
- [4] SANIN, G., *et al.* Efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de carotenos en fruto de zapallo. *Acta agronómica*, 57(4), 2018.
- [5] JUN, H., LEE, C., SONG G. and KIMA, Y. Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *LWT - Food Science and Technology*, 39(5), 2006, p. 554-561.
- [6] ZACCARI, F. GAALIETTA, G., DURÁN, A., SOTO, B. y GRATADOUX, B. Cuantificación de β -caroteno en zapallos (*Curcubita sp.*) cultivados en Uruguay. Murcia (España): V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, 2007.
- [7] ALCALDÍA DE GUACHENÉ. Nuestro Municipio [en línea]. 2012. Disponible: http://guachene-cauca.gov.co/informacion_general.shtml#geografia. [Citado en octubre de 2015].
- [8] ALCALDÍA DE POPAYÁN. Nuestra Geografía [en línea] 2016. Disponible: <http://popayan.gov.co/ciudadanos/popayan/nuestra-geografia-> [Citado en enero de 2016].
- [9] CASIERRA-POSADA, F., CARDOZO, M.C. y CÁRDENAS-HERNÁNDEZ, J.F. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado bajo invernadero. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 2007, p. 299-305.
- [10] MENJIVAR-FLORES, J.C., ENCISO-MURILLO, CF. y MARTÍNEZ-CORDOBA, H.E. Evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del zapallo (*Curcubita máxima* var. Unapal-Mandarino). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 2015, p. 185-197.
- [11] ACEVEDO, Y.P. Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. La Habana (Cuba): Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, 2008, p. 1-21.
- [12] GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Annual Reviews of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 2011, p. 725-749
- [13] GONÇALVES, E.M. *et al.* Influence of maturity stage on texture, pectin composition and microstructure of pumpkin. Costa Verde (Brasil): Second Mercosur Congress on Chemical Engineering and fourth Mercosur Congress on Process Systems Engineering, Research Gate, 2005.
- [14] ASENJO, J., MORALES, L., SAINZ, R. y TAPIA, L. Producción de alcoholes volátiles durante maduración de los frutos [en línea]. S.f. Disponible: http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cvicente/seminarios/maduracion_frutos.pdf. [citado 25 agosto 2015].
- [15] ITLE, R. and KABELKA, E.A. Correlation Between $L^*a^*b^*$ Color Space Values and Carotenoid Content in Pumpkins and Squash (*Cucurbita spp.*). *Hortscience*, 2009, p. 633-637.
- [16] LADO-LINDNER, J. Biosíntesis y acumulación de carotenoides en frutos cítricos y su implicación en la calidad postcosecha [Tesis Doctoral]. Valencia (España): Departament Medicina Preventiva i Salut Pública, Ciències de l'Alimentació, Toxicologia i Medicina Legal, Facultat de Farmàcia, Universitat de València, 2015.
- [17] GONZÁLEZ-CÁRDENAS, I.A. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) colombiana [Tesis Magister en Ciencias, Química]: Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, 2010, p. 25-28.
- [18] MÍNGUEZ, M.I., PÉREZ, A. y HORNERO, D. Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples "colorantes" naturales. Sevilla (España): Instituto de la Grasa (CSIC), Departamento de Biotecnología de Alimentos, Grupo de Química y Bioquímica de Pigmentos, 2005, p. 2-7.
- [19] PROVESI, J.G. and AMANTE, E.R. Carotenoids in Pumpkin and Impact of Processing Treatments and Storage (Chapter 9). En: *Processing and Impact on Active Components in Food*. Philadelphia (USA): Elsevier Inc., 2015, p. 71-80.
- [20] CRUSE, P. Introduction to Color Spaces. CIE Lab & Lch [en línea]. 2015. Disponible: http://www.colourphil.co.uk/lab_lch_colour_space.shtml. [Citado Septiembre 27 de 2015].
- [21] HERNÁNDEZ, M.S, *et al.* Fisiología poscosecha. Experimentos en Fisiología Vegetal. Bogotá (Colombia): Laboratorio de Fisiología y bioquímica

- vegetal, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, 2010, p.167-186.
- [22] CONTI, S., VILLARI, G., AMICO, E. and CARUSO, G. Effects of production system and transplanting time on yield quality and antioxidant content of organic winter squash (*Cucurbita moschata* Duch). En: Scientia Horticulturae, 183. Philadelphia (USA): Elsevier Inc., 2015, p. 136-143.
- [23] URBINA, V. Maduración de los frutos [en línea]. 2010. Disponible: <http://ocw.udl.cat/enginyeria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/1-6/monografia-no-6-cap.-5.-maduracion-de-los-frutos>. [Citado 2 mayo 2015]
- [24] CASTRO, L.A. Utilización del zapallo (*Cucurbita* máxima y *Cucurbita pepo*) en la elaboración de compotas, Quevedo – Los Ríos [Tesis Ingeniería en Industrias pecuarias]. Quevedo (Ecuador): Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2013, 76 p.