

Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47

Effect of growth regulators on the epicarp, mesocarp and total soluble solids of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit cv. Edisto 47

Nelson José MONTAÑO MATA✉ y Jesús Rafael MÉNDEZ NATERA

Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Departamento de Agronomía. Maturín. 6201. estado Monagas. Venezuela. E-mail: nelmon@cantv.net ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 04/05/2009
Primera revisión recibida: 25/10/2009

Fin de primer arbitraje: 16/07/2009
Aceptado: 14/12/2009

RESUMEN

El contenido de sólidos solubles totales es empleado comercialmente como índice de calidad del fruto por guardar una alta correlación positiva con el contenido de azúcares. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido índol acético (AIA) y ácido naftaleno acético (ANA) y épocas de aplicación sobre el epicarpo, mesocarpo (parte comestible) y contenido de sólidos solubles totales (SST) en el fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. Las plantas se asperjaron con AIA y ANA en las dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 mg/l de cada uno, a los 7, 14 y 21 días después de la floración (DDF). El diseño estadístico utilizado fue parcelas subsubdivididas con tres repeticiones. Las parcelas principales fueron las épocas de aplicación, las subparcelas las dosis de los reguladores AIA y ANA y las subsubparcelas los reguladores. El AIA disminuyó el contenido de sólidos solubles totales, el grosor del epicarpo y mesocarpo en el fruto de melón. Los resultados mostraron que el tratamiento con ANA incrementó el grosor del epicarpo (11,83 mm), contenido de sólidos solubles totales (8,74%) y también incrementó el grosor de la parte comestible del fruto (2,97 cm). Los resultados de este trabajo indican que la aplicación de ANA, a los 14 días después de la floración podría ser utilizado para incrementar el contenido de sólidos solubles totales y mejorar las propiedades físicas del fruto (grosor del epicarpo y grosor del mesocarpo) en melón cultivar Edisto 47.

Palabras clave: Auxinas, *Cucumis melo*, melón, reguladores del crecimiento, sólidos solubles totales. .

ABSTRACT

Total soluble solid content is commercially used as fruit quality index because it has a high positive correlation with sugar content. The objective was to evaluate the effect of different doses of indole-3-acetic acid (IAA) and naphthalene acetic acid (NAA) and periods of application on epicarp, mesocarp and total soluble solid content of muskmelon (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. Plants were sprayed with IAA and NAA at 0, 50, 100, 150 and 200 mg/l ea at 7, 14 and 21 days after flowering (DAS). A split split plot design was used with three replications. Main plots were the application period, the sub plots were the IAA and NAA doses and the sub sub plots were IAA and NAA. IAA decreased total soluble solid content, epicarp and mesocarp thickness of muskmelon fruit. NAA increased epicarp thickness (11.83 mm), total soluble solid content (8,74%) and fruit mesocarp thickness (2.97 cm). Results suggest application of 100 mg L⁻¹ NAA at 14 days after blooming could be used to increase total soluble solid content and improve epicarp and mesocarp thickness of muskmelon cv. Edisto 47.

Key words: Auxins, *Cucumis melo*, muskmelon, growth regulators, total soluble solids.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es una hortaliza de gran aceptación a nivel mundial. Es un fruto de mucha importancia en Venezuela, debido a que tiene una alta demanda tanto en el mercado nacional como de exportación, constituyéndose este aspecto un fuerte incentivo para la expansión de este cultivo olerícola. En el país se ha alcanzado una producción de 207.512

t, distribuida en 9.850 ha con un rendimiento promedio de 21.068 t/ha (FEDEAGRO, 2007).

Las características más importantes de un fruto cosechado y enviado al mercado para consumo son el grosor del epicarpo, grosor de la parte comestible (mesocarpo) y los grados de dulzura del fruto (sólidos soluble totales), por supuesto, junto con otros caracteres adicionales como son el color, textura del epicarpo y mesocarpo y aromáticos (olor y

sabor). Los frutos con epicarpo mejor desarrollado, por lo general, soportan un mal manejo postcosecha y alargan la vida del fruto. El mesocarpo del melón está formado por 85 a 90% de agua y el resto por azúcares, sales minerales y vitaminas. El grosor del mesocarpo además de ser controlado genéticamente, puede ser modificado con prácticas agronómicas. Sin embargo, llega un momento que estas características no responden a estas prácticas (Mitchell, 1940).

El contenido de sólidos solubles totales es sinónimo de calidad interna, debido a que los melones cosechados en estados inmaduros, no presentan su máxima expresión de dulzura y el sabor de la pulpa, textura y aroma será de inferior calidad (FUSAGRI, 1985; Bastardo, 1987; Flores, 1994). Existe una relación directa entre el contenido de sólidos solubles y la maduración de los frutos (Murneek, 1926; Crane, 1964). Hay muchas variaciones en la calidad del melón, dependiendo del cultivar y la misma debe ser evaluada a través de varios atributos (Kulfur *et al.*, 2001). El contenido de sólidos solubles totales es empleado comercialmente como índice de calidad del fruto por guardar una alta correlación positiva con el contenido de azúcares (Silva *et al.*, 2003).

El azúcar es uno de los factores más importante que decide la calidad de la fruta. El primer azúcar que se acumula en los tejidos de las frutas es diferente entre las especies de frutas. Los resultados obtenidos del fruto de melón (Kano y Mayamura, 2001; 2002), señalan que uno de los motivos porque azúcares diferentes, se acumulan en las distintas frutas, se debe al tamaño de la célula en las frutas maduras, por ejemplo, los principales azúcares que se acumulan en las uvas son fructosa y glucosa (Matsui *et al.*, 1979) y el tamaño de la célula de la uva es de un máximo de 300 micrones (Nakagawa y Naujon, 1965). A diferencia, la sacarosa es el principal azúcar que se acumula en melones (Kano, 2002) y patilla (Kano, 1991) al momento de la cosecha.

Se ha encontrado un gran número de células de tamaño aproximado a 600 micrones al momento de la cosecha en los frutos (Kano, 2000; 2002). Además, en los frutos de melón, la glucosa y fructosa se acumulan en el estado inicial del desarrollo del fruto cuando las pequeñas células están presentes, pero la sacarosa se acumula rápidamente en el estado tardío de crecimiento en los frutos con células grandes (Kano, 2002). Esto indica que el tipo de azúcar que se acumula en los frutos está estrechamente relacionado al tamaño de la célula del fruto.

La calidad del fruto del melón está relacionada a los altos niveles de azúcar interna y al buen sabor (Seymour y Mc Glasson, 1993). En la fruta del melón, la sacarosa se acumula rápidamente en la última mitad del período crecimiento (Mizuno *et al.*, 1971; Motomura *et al.*, 1989). Muchos países adoptan los valores de sólidos solubles totales (SST) como referencia de aceptación en el mercado, con variación mínima de 8 a 10 °Brix; entretanto, si sólo este carácter fuera analizado como atributo de calidad se estaría cometiendo un grave error (Menezes, 1996). Los SST, expresados como porcentaje de masa de materia fresca, presenta correlación positiva con el contenido de azúcares y por tanto, generalmente es aceptado como una característica importante de calidad. Esa correlación, no obstante, no es total, de modo que un alto contenido de SST no define adecuadamente buena calidad del melón (Aulenbach y Worthington, 1974; Yamaguchi *et al.*, 1977). Melones con alto contenido de SST no necesariamente sean de buena calidad, la ausencia de alto contenido de SST indica baja calidad del fruto (Bianco y Pratt, 1977). El contenido de SST ha sido usado como indicador de calidad de otros frutos, además del melón (Natale *et al.*, 1995). El contenido de SST en melones reticulado y no reticulado usualmente alcanza de 9-10% (Pratt, 1971; Sykes, 1990) y es un criterio usado para medir el grado de comercialización del fruto de melón reticulado (USDA, 1968). La dulzura es un carácter de calidad que limita la aceptabilidad del consumidor del fruto de melón (Liang *et al.*, 2002).

En general, todos los melones muestran un patrón similar de acumulación de azúcar, con una rápida acumulación de azúcares cuando el fruto alcanza su máximo tamaño (Seymour y Mc Glasson, 1993). Estudios relativos al desarrollo del fruto han mostrado que el azúcar total, especialmente sacarosa, se incrementa en el fruto de melón aproximadamente 15 días antes del desprenderse totalmente (Mizuno *et al.*, 1971; Bianco y Pratt, 1977; Lester y Dunlap, 1985). Los contenidos relativos de sacarosa, glucosa y fructosa cambian con la maduración del fruto. Mizuno *et al.*, (1971) encontraron que partes diferentes de la pulpa del melón tienen diferentes composiciones de azúcar, es decir, melones cosechados en estados inmaduros, no presentarán su máxima expresión de dulzura, el sabor de la pulpa, textura y aroma será de inferior calidad (Bianco y Pratt, 1971). Un promedio de 9% de sólidos solubles han sido señalados por Bower *et al.*, (2002) como la calidad interna óptima de los melones. La calidad de

un fruto no puede evaluarse por una propiedad o factor de forma aislada, sino por la combinación de todas las propiedades físico-químicas. Algunos autores, señalan entre las formas de evaluar la calidad, es mediante la determinación de las características sensoriales como el sabor, color y olor, físicas, como consistencia, grosor y textura del mesocarpo y químicas, como el contenido de azúcares (Burger *et al.*, 2003).

Se han evaluado numerosas sustancias químicas en melón con el fin de incrementar el contenido de sólidos solubles, pero sin mucho éxito (Nickell, 1982). Ouzounidou *et al.*, (2008), señalaron que la aplicación foliar de ácido giberélico (GA_3), Cycocel y Etefón en melón para evaluar los efectos sobre las características de calidad, encontraron que el contenido de fructosa, glucosa y sólidos solubles se mantuvieron invariable. Con el retardante del crecimiento se observó una disminución significativa en los azúcares y SST. La menor acumulación de sólidos solubles en las plantas tratadas, con el retardante podría ser consecuencia de la maduración atrasada, un hecho que puede ser comprobado por el menor índice de maduración. Resulta conocida la influencia de los reguladores del crecimiento en la regulación de eventos fisiológicos como la floración, crecimiento del fruto, así como el grosor y color de la cáscara en frutas de cítricos (Iqbal y Karcali, 2004). Ouzounidou *et al.*, (2008) encontraron una disminución significativa en azúcares y contenido de sólidos solubles con aplicación de AG_3 , Cycocel y Etefón en melón cv. Galia. Sin embargo, ciertos autores han afirmado que las auxinas en especial la α -ANA, regula el flujo de metabolitos desde las hojas a los frutos en crecimiento durante el estado de desarrollo, aumentando el número de frutos por plantas, y el peso de cada fruto. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que las auxinas ácido indol-3-acético y ácido naftalenacético ejercen sobre el grosor del epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales (SST) en frutos de melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un suelo de textura franco arenosa, pH 5,0 y contenido de materia orgánica 1,56% en la Estación Experimental Hortícola de la Universidad de Oriente, Jusepín, estado Monagas ubicada a 9° 45' LN y 63° 27' LW con una temperatura medial anual de 27,3 °C y una altura de 147 msnm (Martínez, 1977).

Se sembraron dos semillas de melón cv. Edisto 47 por punto, a una profundidad de 2 cm; separadas a 50 cm y entre surcos de 150 cm. El suelo utilizado fue previamente preparado con un pase de arado y 4 pases de rastra, con el último pase se incorporo cal agrícola, a razón de 500 kg ha⁻¹, luego se construyeron los surcos perpendicular a la pendiente del suelo. A los dos días de la siembra se fertilizó con 12-24-12/3 MgO CP, a razón de 500 kg/ha. La emergencia de las plántulas ocurrió a la semana de la siembra de manera uniforme. A los 15 días, las plántulas se ralearon, dejando una sola. Treinta días después de la siembra se reabono con fosfato diamónico y cloruro de potasio, a razón de 200 kg/ha.

El diseño estadístico utilizado fue parcelas subsubdivididas con tres repeticiones (Gomez y Gomez, 1984). Los tratamientos utilizados fueron los reguladores del crecimiento: ácido-3-indolacético (AIA) y el α -naftalén acético (ANA), las dosis de 50; 100; 150 y 200 mg/l, más un testigo 0 mg/l. Las épocas de aplicación de los reguladores fueron 7, 14 y 21 días después de la floración (DDF). Las parcelas principales fueron las épocas de aplicación, las subparcelas dosis de los reguladores y las subsubparcelas los reguladores (AIA y ANA). Cada tratamiento estaba representado por tres hileras de 6 m de largo. El riego aplicado fue por surcos, con una frecuencia de 4 a 5 días. A los setenta días después de la siembra, se inició la cosecha, evaluándose 10 plantas en cada tratamiento por bloque. Se seleccionaron cinco frutos representativos de cada tratamiento. Las variables evaluadas del fruto fueron: grosor del epicarpo y grosor del mesocarpo, los cuales se midieron mediante el uso de un vernier y el contenido de sólidos solubles totales (SST) en los frutos de melón, determinado por refractometría. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de variancia y la separación de promedios se determinó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan, al nivel de 5% de probabilidad (Reyes, 1980, Gomez y Gomez, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grosor del epicarpo del fruto (mm)

La aplicación del AIA a los 7 y 21 DDF, no mostró diferencia significativa con respecto a las dosis aplicadas y el testigo. Sin embargo, la aplicación de este regulador en dosis de 200 mg L⁻¹ a los 14 DDF, produjo frutos con el epicarpo más

grueso (10,80 mm) que el testigo (8,77 mm) y que los frutos obtenidos en las dosis 100 mg L⁻¹ (8,73 mm) y 150 mg L⁻¹ (8,27 mm). Las dosis de AIA y las diferentes épocas de aplicación, no presentaron diferencias estadísticas, con respecto al grosor del epicarpo (Cuadro 1).

El ANA aplicado a los 7 DDF, en dosis de 50, 100 y 150 mg L⁻¹ (11,53, 11,83 y 10,40 mm, respectivamente) produjeron frutos con epicarpo más grueso que el control (8,33 mm). Las plantas tratadas con ANA 50 mg L⁻¹ a los 21 DDF, produce disminución del grosor del epicarpo (7,83 mm). Los melones con epicarpo más grueso se obtuvieron con ANA en dosis de 50 y 100 mg L⁻¹ (11,53 y 11,83 mm respectivamente). El tipo de fruto de melón ofrecido en Venezuela por las diferentes compañías de semilla es variado, su calidad está influenciada por factores ambientales y genéticos que afectan sus características fundamentales, tales como: grado de malla, sólidos solubles, grosor y color de la pulpa y tamaño de la cavidad (Soto *et al.*, 1995).

Desde el punto de vista del manejo postcosecha de los frutos, a mayor grosor del epicarpo, la resistencia de los frutos al transporte y almacenamiento es mayor. Por lo tanto, es una característica deseable para la exportación, pues los frutos resistirán al embalaje y llegaran a la mesa de los consumidores en mejor estado comestible. La textura es el principal atributo del fruto que tiene gran efecto sobre la percepción del consumidor en la

calidad del fruto. Diferentes factores afectan las propiedades textural del fruto, entre ellas, la composición de los polisacáridos de la pared celular (Harker *et al.*, 1977; Barrett *et al.*, 1998). Referente a la calidad física de los frutos de melón, la textura de la pulpa es un parámetro decisivo para su comercialización, debido a que incide directamente en la resistencia al transporte y en la aceptación por parte del consumidor. Estas características tienen efectos fisiológico y nutricional. Dinus y Macky (1974) afirman que la textura del melón tipo cantaloupe es determinada principalmente por el tipo y calidad de los constituyentes de la pared celular, destacándose el contenido de pectina soluble y las estructuras de las hemicelulosas. Ésta característica es la más usada para monitorear la fragilidad de los frutos, una vez que la firmeza de la pulpa sufre alteraciones durante este proceso.

En este experimento la aplicación de AIA a los 7 y 21 días DDF no incrementó el grosor del epicarpo con respecto al control. La aplicación a los 14 DDF, las dosis de 50 mg L⁻¹ y 200 mg L⁻¹ aumentó el grosor del epicarpo. Respuesta diferente fueron observadas para ANA, donde la aplicación de este fitoregulador a los 7 DDF con las dosis 50 (11,53 mm); 100 (11,83 mm) y 150 mg L⁻¹ (10,40 mm) aumento el grosor del epicarpo siendo superior a los frutos obtenidos en el testigo. A los 14 DDF y 21 DDF en las dosis de 150 mg L⁻¹ (8,80 mm) y 50 mg L⁻¹ (7,83 mm) el grosor del epicarpo fue reducido con respecto al control y los demás tratamientos. El

Cuadro 1. Prueba de diferencias de promedios de la interacción regulador*dosis*época de aplicación sobre el grosor del epicarpo (mm) del fruto en el cultivo melón.

Regulador de crecimiento <u>1/</u>	Dosis (mg L ⁻¹)	Grosor del epicarpo del fruto (mm) <u>3/</u>					
		Época de aplicación (DDF) <u>2/</u>					
		7		14		21	
AIA	0	9,23	Aaxy	8,77	Bax	9,87	Aax
AIA	50	8,23	Aay	9,73	Abax	9,57	Aax
AIA	100	8,27	Aay	8,73	Bax	8,70	Aay
AIA	150	8,93	Aax	8,27	Bax	9,47	Aax
AIA	200	9,67	Aax	10,80	Aax	9,73	Aax
ANA	0	8,33	Cax	9,67	Abax	9,87	Aax
ANA	50	11,53	Abax	10,90	Aax	7,83	Bby
ANA	100	11,83	Aax	9,57	ABbx	10,50	Aabx
ANA	150	10,40	Abax	8,80	Bax	10,53	Aax
ANA	200	9,87	BCax	9,57	Abax	10,77	Aax

1/ AIA = ácido indol-3-acético y ANA = ácido naftalenacético

2/ DDF = días después de la floración

3/ Prueba de ámbitos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras mayúsculas para las comparaciones verticales. Letras minúsculas (a, b) para las comparaciones horizontales. Letras minúsculas (x, y) comparaciones entre reguladores en una misma dosis y época. Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales.

grosor del epicarpo de los frutos provenientes de las plantas tratadas con ambos reguladores de crecimiento en este experimento fue mayor al encontrado por Bastardo (1987) (7,4 mm), quien trabajo en introducción de cultivares de melón en la zona de Jusepín.

Se puede deducir, que el uso del ANA por parte de la planta, en los estados iniciales de post-antesis ayuda a la formación del epicarpo del fruto, posiblemente aumentando el tiempo de la división celular para formar este tejido o quizás aumentando el número de capas de células que conforman este tejido. O como señalan Galston y Davis (1970) que las auxinas, en particular el ANA no sólo potencia la actividad cambial, sino que este proceso induce a la formación de mayor cantidad de xilema y a un engrosamiento de las paredes celulares de los constituyentes del xilema y las fibras del floema, por lo tanto incrementa el número de células. La mayoría de los frutos crecen rápidamente en un período de tiempo corto acompañado de un rápido aumento en el número de células y después incrementa el tamaño de las células significativamente (Sinnott, 1939; Kano, 1993). La auxina promueve el alargamiento celular (Thimann y Schneider, 1938; Adamson, 1962; Masuda, 1965; 1969). Igualmente Struckmeyer (1951) indica que la aplicación foliar de α -naftalenacetamida a plantas de cáñamo (*Cannabis sativus* L.) indujo a una gran actividad cambial, con mayor engrosamiento de las paredes celulares y una lignificación y un gran engrosamiento en las paredes de las fibras.

Espesor de la pulpa (mesocarpo) del fruto (cm)

El mejor grosor de la pulpa del fruto en ambos reguladores de crecimiento se obtuvo en la dosis de 100 mg L⁻¹ (2,83 cm) (Cuadro 2). Entre el resto de las dosis utilizadas y el control no hubo diferencias estadísticas. No se observó diferencias en el grosor de la pulpa de los melones obtenidos de las plantas tratadas con AIA, aplicado en las diferentes épocas después de la floración (Cuadro 3), el mejor grosor del mesocarpo con el AIA se obtuvo a los 21 DDF (2,74 cm). Frutos con el mesocarpo más grueso se produjeron con el ANA, en las plantas tratadas a los 7 DDF (2,79 cm) y 14 DDF (2,97 cm) sin diferencias estadísticas entre ellos. Sin embargo, al aumentar los días entre aplicación (21 DDF) se observo una disminución del grosor de la parte comestible (2,51 cm) (Cuadro 3). Las plantas tratadas con ANA a los 14 DDF produjeron frutos con el

grosor (2,97 cm) de la pulpa mayor que las asperjadas con AIA (2,59 cm) en la misma época (Cuadro 3). En el AIA se observa una tendencia que a medida que aumentan los días después de la floración, incrementa en el grosor del mesocarpo 21 DDF (2,74 cm). La aplicación de ambos reguladores promovió un incremento en el grosor de la pulpa del fruto, principalmente en las plantas tratadas con ANA a los 14 DDF (2,97 cm).

El resultado del grosor (2,97 cm) de la pulpa en este experimento es mayor al obtenido por Bastardo (1987) (2,67 cm). Esto refuerza la idea que los reguladores afectan positivamente la translocación de los fotosíntatos desde las hojas hasta el sitio de almacenamiento de los frutos. Igualmente las auxinas aumentan el crecimiento celular, por acción sobre la

Cuadro 2. Prueba de diferencias de promedios de la dosis del regulador del crecimiento dosis sobre el grosor (cm) de la parte comestible (mesocarpo) del fruto en el cultivo melón.

Dosis (mg L ⁻¹)	Grosor del mesocarpo (cm) <u>1/</u>
0	2,66 ab
50	2,59 b
100	2,83 a
150	2,60 b
200	2,76 ab

1/ Prueba de ámbitos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales.

Cuadro 3. Prueba de diferencias de promedios de la interacción época de aplicación*reguladores de crecimiento sobre el grosor (cm) de la parte comestible (mesocarpo) del cultivo de melón.

Época de aplicación (DDF) <u>2/</u>	Grosor del mesocarpo (cm) <u>3/</u>	
	Reguladores de crecimiento <u>1/</u>	
	AIA	ANA
7	2,54 Ab	2,79 Aa
14	2,59 Ab	2,97 Aa
21	2,74 Aa	2,51 Bb

1/ AIA = ácido indol-3-acético
 ANA = ácido naftalenacético
2/ DDF = días después de la floración
3/ Prueba de ámbitos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras mayúsculas para las comparaciones verticales. Letras minúsculas para las comparaciones horizontales. Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales.

plasticidad celular y control del potencial del agua. Si a estas acciones de las auxinas se le agregan el incremento de la división celular y el aumento de elementos del xilema, floema y tejido de reserva, entonces resulta que las auxinas incrementan el grosor del mesocarpo cuando son aplicadas en post-antesis (Gustafson, 1951). En el fruto de melón, las células aumentan rápidamente después del cese de la división celular, 4 a 5 días después de la antesis (Masuda, 1970). El número de células grandes en los frutos de melón se incrementa rápidamente en el estado intermedio del desarrollo del fruto (Kano, 2002).

Las hormonas juegan un papel importante en los procesos fisiológicos que tienen lugar en la planta. Las auxinas participan directamente en el crecimiento de las plantas a través de las respuestas fisiológicas, tales como el alargamiento y división celular. Las auxinas sintéticas son eficaces en mejorar el crecimiento del fruto (Faust, 1989 y Westwood, 1993). La anchura del fruto depende a su vez de otros parámetros: zona cortical, pulpa y cavidad central. Estos 3 caracteres tienen también una clara influencia en el peso del fruto, pero su mayor interés estriba en que determina un aspecto importante de la calidad del fruto como es la relación de la parte comestible. Varios factores influyen en el tamaño del fruto: la polinización, condiciones climáticas durante la etapa inicial del desarrollo del fruto, relación hoja-fruto y las prácticas culturales. El tamaño definitivo del fruto depende del número de células presente en el fruto cuajado; número de divisiones celulares que ocurre posteriormente y la extensión que las células alcanzan. Las divisiones celulares durante el estado inicial del crecimiento tienen mayor influencia en el tamaño definitivo del fruto (Westwood, 1993).

Sólidos solubles totales (SST)

El contenido de SST en el mesocarpo del fruto del melón no mostró variaciones cuando se aplicó AIA, en las diferentes épocas de aplicación después de la floración (DDF) (Cuadro 4). El mayor contenido de sólidos solubles totales (8,74%) se obtuvo en los frutos obtenidos en las plantas tratadas con ANA, a los 14 DDF. Sin embargo, las plantas de melón tratadas con ANA, a los 7 DDF (6,81%) y 21 DDF (6,77%) presentaron bajos contenidos de SST. El ANA aplicado a los 14 DDF (8,74%) obtuvo el máximo valor de SST. Estos valores están por debajo del índice señalado por Bower *et al.*, (2002) y Aulenbach y Worthington (1974) de 9% para definir la calidad interna del melón tipo reticulado y del

contenido de SST (10,55 %) obtenido por Bastardo (1987). Sin embargo, es mayor al valor de 6,82 % en melón cv. Edisto obtenido por Soto *et al.*, (1995), quienes evaluaron cultivares de melón con fines de exportación. También, supera el contenido de SST (8,21%) determinado de la parte basal del fruto de melón (próxima al pedúnculo) por Silva *et al.* (2003).

Los resultados obtenidos en este ensayo sobre el contenido de SST pueden deberse a varias razones. Maroto (1990) indicó que un exceso de agua al momento de la cosecha pudo haber perjudicado la calidad del fruto. Lares (1991) reportó que en melones cosechados antes de haber culminado el proceso de producción de azúcar, el fruto es de inferior calidad y es rechazado por el consumidor. Según Hubbard *et al.* (1990), factores nutricionales como deficiencia de potasio, reducen drásticamente la fotosíntesis y consecuentemente, la acumulación de sacarosa en el fruto, resultando de baja calidad. Para Bleinroth (1994), bajos valores de SST pueden estar asociados al efecto de épocas de cosechas de los frutos sin el completo desarrollo del tejido de abscisión y a la no ocurrencia del completo desprendimiento del fruto del pedúnculo. Welles y Buitelaar (1988) señalan que el contenido de sólidos solubles disminuye significativamente con la disminución del área foliar, es decir, cuanto mayor es el área foliar de las plantas, mayor también su capacidad fotosintética. En el cultivo de melón, la dulzura y el aroma se acumulan en los últimos días antes de la maduración de consumo, por lo tanto, es necesario cosecharlo maduro, debido a que el melón es un fruto climatérico, para obtener el aroma ideal

Cuadro 4. Prueba de diferencias de promedios de la interacción época de aplicación*reguladores de crecimiento sobre el contenido de sólidos solubles totales del cultivo de melón.

Época de aplicación (DDF) <u>2/</u>	Sólidos Solubles totales (%) <u>3/</u> Reguladores de crecimiento <u>1/</u>	
	AIA	ANA
7	7,73 Aa	6,81 Bb
14	7,70 Ab	8,74 Aa
21	7,59 Aa	6,77 Bb

1/ AIA = ácido indol-3-acético

ANA = ácido naftalenacético

2/ DDF = días después de la floración

3/ Prueba de ámbitos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$). Letras mayúsculas comparaciones verticales. Letras minúsculas comparaciones horizontales. Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales.

(Hulme, 1971). La dulzura no aumenta durante el almacenamiento en el fruto del melón debido a que este fruto no presenta mucha sustancia de reserva. Nickell (1982) señala que numerosas sustancias químicas han sido evaluadas en el intento de aumentar el contenido de sólidos solubles en melón, pero sin éxito alguno.

CONCLUSIONES

El ácido naftalenacético (ANA) en las dosis de 50, 100 y 150 mg L⁻¹, aplicados a las plantas a los 7 DDF produjo frutos con el grosor del epicarpo más grueso (11,53; 11,83 y 10,40 mm, respectivamente). Además, hubo un incremento en el grosor del mesocarpo del fruto con la aplicación de ANA a los 7 y 14 DDF (2,79 y 2,97 cm, respectivamente), mayor al grosor de la pulpa de los frutos obtenidos de las plantas tratadas con ácido indol-3-acético (AIA), en las mismas épocas (7 y 14 DDF). Las distintas épocas de aplicación del AIA, no incidieron en el contenido de sólidos solubles totales de los frutos. Tampoco afectó el grosor del epicarpo. En cambio, ANA aplicado a los 14 DDF incrementó el contenido de sólidos solubles totales en los frutos de melón. El tratamiento de las plantas de melón con ANA a los 14 DDF podría ser utilizado para mejorar las propiedades físicas del fruto (grosor del epicarpo y del mesocarpo) e incrementar el contenido de SST en el fruto de melón cv. Edisto 47.

LITERATURA CITADA

Adamson, D. 1962. Expansion and division in auxin-treated plant cells. *Canadian Journal of Botany* 40: 719-744.

Aulenbach, B. B. and J. T. Worthington. 1974. Sensory evaluation of muskmelon: Is a soluble solid content a good quality index. *Hort. Science* 9 (2): 137-163.

Bastardo, J. 1987. Introducción de once cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) en la zona de Jusepín. Trabajo de Grado. Ing. Agr. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Maturín. Venezuela. 59 p.

Barrett, D. M.; E. Garcia and J. E. Wayne. 1998. Textural modification of processing tomatoes. *Crit Rev Food Sci Nutr* 38: 173-258.

Bianco, V. V. and H. K. Pratt. 1977. Compositional

changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102 (1): 127-133.

Bleinroth, E. W. 1994. Determinação do ponto de colheita. In: *Melao para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita*. A. G. Netto (Ed). Brasília: FRUPE. 37 p.

Bower, J.; P. Holford, A. Latché and J. C. Pech. 2002. Culture conditions and detachment of the fruit influence the effect of ethylene on the climacteric respiration of melon. *Postharvest Biology and Technology* 26 (2): 135-146.

Burger, Y.; U. Sa'ar, A. Distelfeld, N. Katzir, Y. Yeselson, S. Shen and A. A. Schaffer. 2003. Development of sweet melon (*Cucumis melo*) genotypes combining high sucrose and organic acid content. *Journal Amer. Soc. Hort. Sci.* 128 (4): 537-540.

Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). 2007. Producción agrícola. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>. Fecha de acceso: 12 de diciembre de 2008.

Crane, J. C. 1964. Growth substances in fruit setting and development. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15: 303-236.

Dinus, L. A and A. C. Mackey. 1974. Chemical and physical attributes of muskmelon related to texture. *Journal of Texture Studies* 5: 41-50.

Faust, M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. Wiley, New York. p. 169-234.

Flores, G. A. 1994. Foro 'Hortalizas de exportación', hechos y perspectivas. VI Congreso Nacional de hortalizas. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 8 p.

Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). 1985. Melón, patilla y pepino. Serie petróleo y agricultura. N°. 7. Maracay. Venezuela. p 16-19.

Galston, A. W. and P. J. Davis. 1970. Control mechanisms in plant development. Practice. Hall. New Jersey, inc Englewood Cliffs. p 124.

- Gomez, K. A and A. A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd. Wiley & Sons. New York, USA. 690 p.
- Gustafson, F. G. 1951. Fruit development as influenced by growth hormones. In: Plant Growth substance. Folke Skoog (ed.), University of Wisconsin Press. U.S.A.
- Harker, F. R.; R. J. Redgwell, I. C. Hallett, S. H. Murray and G. Carter. 1997. Texture of fresh fruit. *Hortic Rev* 20: 121-124.
- Hubbard, N. L.; D. M. Pharr and S. C. Huber. 1990. Sucrose metabolism in ripening muskmelon fruits as affected by leaf area. *Journal of American Society for Horticultural Science* 115: 798-802.
- Hulme, A. C. 1971. The biochemistry of fruits and their products. Academic Press, New York, USA.. Vol. 2. 788 p.
- Iqbal, N. and I. Karacali. 2004. Flowering and fruit set behavior of Satsuma mandarin (*Citrus unshin* Marc) as influenced by environment. *Pakistan Journal of Biological Science* 7 (11): 1832-1836.
- Kano, Y. and C. Miyamura. 2002. Changes of cell size and the number of the cells, and sucrose content in melon fruit treated with auxin. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 71 (Suppl.1): 396.
- Kano, Y. 2002. Relationship between sucrose accumulation and cell size in 4-CPA-treated melon fruits (*Cucumis melo* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77 (5): 546-550.
- Kano, Y. and C. Miyamura. 2001. Relationship between cell size and sucrose accumulation in 4-CPA treated melon fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 70 (Suppl. 2): 458.
- Kano, Y. 2000. Effects of CPPU treatment on fruit and rind development of watermelons (*Citrullus lanatus* Matsum. et Nakai). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75: 651-654.
- Kano, Y. 1993. Relationship between the occurrence of hollowing in watermelon and the size and the number of fruit cells and intercellular air spaces J. *Japan. Soc. Hort. Sci.* 62 (1): 103-112.
- Kano, Y. 1991. Changes of sugar kind and its content in the fruit of watermelon during its development and after harvest. *Environment Control in Biology* 229: 159-166.
- Kultur, F.; H. C. Harrison and J. E. Straub. 2001. Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield and fruit size of muskmelon. *HortScience* 36 (2): 274-278.
- Lares, R. G. 1991. Como producir frutas y hortalizas tropicales para exportar. Instituto de comercio exterior. División de Agricultura, Ganadería y Pesca. 52 p.
- Lester, G. E and J. R. Dunlap. 1985. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. *Sci. Hortic.* 26: 323-331.
- Liang, C. P.; R. L. Shewfelt and S. J. Kays. 2002. The effect of ethylene treatment on quality factors in honeydew melons (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud.), Inst. Food Technol. Annu. Meet, online paper, http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_13585.htm
- Liang, C. P.; R. L. Shewfelt and S. J. Kays. 2002. The effect of ethylene treatment on quality factors in honeydew melons (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud.), Inst. Food Technol. Annu. Meet, online paper. Disponible en: http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_13585.htm. Fecha de acceso: 12 de diciembre de 2008.
- Maroto, J. V. 1990. Elementos de Horticultura general. Mundi-Press. Madrid. España. 343 p.
- Matsui, H.; E. Yuda and S. Nakagawa. 1979. Physiological studies on the ripening of Delaware grapes I. Effects of the number of leaves and changes in polysaccharides or organic acids on sugar accumulation in the berries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 48: 9-18.
- Masuda, T. 1970. Studies on the development of melon fruit. Thesis, Kyoto University, Japan.
- Masuda, Y. 1969. Auxin-induced cell expansion in relation to cell wall extensibility. *Plant and Cell Physiology* 10: 1-9.

- Masuda, Y. 1965. Auxin-induced growth of tuber tissue of Jerusalem artichoke. I. Cell physiological studies on the expansion growth. *Botanical Magazine* 78: 417-423.
- Menezes, J. B. 1996. Qualidade pós-colheita de melao tipo "Galia" durante a maturacao e o armazenamento. UFLA. Tese Doutorado. 87 p.
- Mitchell, J. W. 1940. Effect of naphthalene acetic acid and naphthalene acetamide on nitrogenous and carbohydrate constituents of bean plants. *Botanical Gazette* 101 (3): 688-699.
- Mizuno, S.; K. Kato, M. Harada, Y. Miyajima and E. Suzuki. 1971. Studies on the free sugars and amino acids in melon fruits. *J Jpn Soc Food Sci. Tech.* 18 (7): 319-325.
- Motomura, Y.; K. Kanahama and T. Saito. 1989. Accumulation and metabolism of sugars in melon fruits. *Japanese Society for Horticultural Science* 58 (suppl 2): 294-295.
- Murneek, A. C. 1926. Effects of correlation between vegetative and reproductive functions in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Physiology*. 1: 3-56.
- Nakagawa, S. and Y. Nanjou. 1965. A morphological study of Delaware grape berries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 34: 85-95.
- Natale, W.; E. L. M. Coutinho, F. M. Pereira, M. Martinez Júnior e M. C. Martins. 1995. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Alimentos e Nutrição* 6 (1): 69-75.
- Nickell, G. L. 1982. *Plant growth regulators Agricultural Uses*. Spring-Verlag. New York. USA. 172 p.
- Ouzounidou, G.; P. Papadopoulou, A. Giannokoula, and I. Ilias. 2008. Plant growth regulators treatments modulate growth, physiology and quality characteristics of *Cucumis melo* L. plants. *Pak. J. Bot.* 40 (3): 1185-1193.
- Pratt, H. K. 1971. Melons. *In: The Biochemistry of fruits and their products*. A. C. Hulme (ed). Academic Press. London, U. K. p. 207-232.
- Reyes, P. 1980. *Diseño de experimentos aplicados*. 2ed. Trillas. México. 344 p.
- Seymour, G. B and W. B. Mc Glasson. 1993. Melons. *In: Biochemistry of fruit ripening*. G. B. Seymour, J. E. Taylor and C. A. Tucker (eds). Chapman and Hall. London. United Kingdom. p 273-290.
- Silva, P. S.; J. B. Menezes, O. F. Oliveira e P. I. B. Silva. 2003. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. *Hortic. Bras.* 21 (1): 31-33.
- Sinnott, E. W. 1939. A developmental analysis of the relation between cell size and fruit size in cucurbits. *Amer. J. Bot.* 26: 179-189.
- Soto, E.; A. Rondón, E. Arnal y Q. Quijada. 1995. Evaluación de cultivares de melón con fines de exportación. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Año XII N° 47. enero-marzo. *Agricultura, Ganadería y Pesca*. p. 18-25.
- Struckmeyer, B. E. 1951. Comparative effects of growth substances on stem anatomy. *In: Plant growth substances*. Skoog (Ed.): University of Wisconsin Press, Madison, USA.
- Sykes, S. 1990. Melons. New varieties for new and existing markets. *Agric. Sci.* 3: 32-35.
- Thimann, K. V. and C. L. Schneider. 1938. Differential growth in plant tissues. *American Journal of Botany* 25: 627-641.
- Welles, G. W. H. and K. Buitelaar. 1988. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Netherlands Journal of Agric. Sci.* 36: 239-246.
- Westwood, M. N. 1993. *Temperate zone pomology: Physiology and culturw*, 3ed. Timber Press, Portlan, OR, USA, 523 pp.
- Yamaguchi, M.; D. L. Hughes, K. Yabmoto and W. G. Jennings. 1977. Quality of cantaloupe muskmelons: variability and attributes. *Scientia Horticulture* 6 (1): 59-70.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1968. Marketing Service. United State Standards for grades of cantaloupes. Washington D. C. USA.