

Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica*

Effect of bio activators' application and manual fruit thinning on yield and quality of melon (*Cucumis melo* L.) grown under protected cultivation in Costa Rica*

Tania Alvarado-Sánchez¹, José Eladio Monge-Pérez²

Fecha de recepción: 15 de enero del 2015

Fecha de aprobación: 7 de abril del 2015

Alvarado-Sánchez, T; Monge-Pérez, J. Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 28, N° 4, Octubre-Diciembre. Pág 15-25.

* Este trabajo forma parte de la tesis de licenciatura en Agronomía de la primera autora. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.

1 Costarricense, ingeniera agrónoma. Teléfono: (506)8864-1286. Correo electrónico: talvasan@hotmail.com

2 Costarricense, ingeniero agrónomo. Teléfono: (506)2289-5969 y (506)8819-3526. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx, Apdo. 665-4050, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

Palabras clave

Bioactivadores; raleo manual de frutos; *Cucumis melo*; cultivo protegido; rendimiento.

Resumen

Se evaluó el efecto del raleo manual de frutos y de la aplicación de los bioactivadores Algamix y Engordone sobre el rendimiento y la calidad del melón amarillo var. JMX-902. No se encontraron diferencias significativas con respecto a la firmeza del fruto, concentración de sólidos solubles totales, peso del fruto, rendimiento total, peso del fruto comercializable, rendimiento comercializable, y rendimiento por planta. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el número de frutos por planta; las plantas tratadas con solo Engordone y solo Algamix presentaron mayor número de frutos por planta con respecto a otros tratamientos, pero estos resultados no fueron distintos de los del Testigo. Se encontraron diferencias significativas al distribuir la producción según distintas categorías de peso; el rendimiento de frutos de melón con un peso de entre 601-800 gramos fue superior en plantas tratadas con solo Algamix respecto a los demás tratamientos; el rendimiento de frutos de melón con un peso de entre 801-1000 gramos fue superior en plantas tratadas con solo Engordone respecto a los demás tratamientos.

Keywords

Bio activators; manual fruit thinning; *Cucumis melo*; protected cultivation; yield.

Abstract

The effects of manual fruit thinning and of applying the bio activators Algamix and Engordone on the yield and quality of yellow honey dew melon var. JMX-902, were evaluated. Significant differences were not found with respect to fruit firmness, total soluble solids concentration, fruit weight, total yield, marketable fruit weight, marketable yield, and yield per plant. Significant differences between treatments were found for the number of fruits per plant: Plants treated with Engordone alone and Algamix alone showed higher number of fruits per plant compared to other treatments, but these results were not different from the Control. Significant differences were also observed by distributing the output per weight categories: With respect to the other treatments, the yield of melon fruits weighting between 601-800 grams was higher in plants treated with Algamix alone, and the yield of melon fruits weighting between 801-1000 grams was higher in plants treated with Engordone alone.

Introducción

El cultivo de melón ha adquirido gran importancia a nivel mundial y en los últimos 20 años se ha convertido en uno de los principales productos hortícolas en Europa y Estados Unidos, debido al alto consumo de las nuevas variedades y a las estrategias tecnológicas del comercio (Torres y Miquel, 2003). En Costa Rica, los principales tipos de melón que se producen para exportación son Harper, Cantaloupe, Amarillo, Honey Dew, Galia, Piel de Sapo y Charentais. Durante el año 2009, el 85% de las exportaciones a Estados Unidos correspondió a melón tipo Harper y Cantaloupe y el 15% restante a Honey Dew, mientras que las exportaciones a Europa estuvieron encabezadas por el melón tipo Amarillo (58%), seguido de Harper y Cantaloupe (39%) y Galia (3%) (CANAPEMS, 2009, citado por Monge-Pérez, 2014b).

La producción de melón se reduce notablemente durante el período de invierno en la Unión Europea y Norteamérica, lo que le permite a Costa Rica aprovechar esa época para realizar exportaciones y así favorecer su economía mediante la generación de divisas. Este cultivo requiere de elevadas temperaturas (25-30 °C) para su desarrollo, pero su producción en campo abierto se dificulta en la época lluviosa debido a la alta incidencia de enfermedades favorecidas por la humedad. Por esta razón, se ha intentado implementar la siembra de melón bajo cultivo protegido, con el propósito de suplir la demanda de los mercados internacionales y también el nacional.

En los últimos años, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), ubicada en Alajuela, Costa Rica, se han producido diferentes tipos de melón en invernadero, pero se han obtenido frutos de menor tamaño en comparación con los producidos en las provincias de Guanacaste y Puntarenas en condiciones de campo abierto, a menos de 100 msnm (J. E. Monge, datos sin publicar). Esto probablemente se debe a diferencias de temperatura (es menor en Alajuela, especialmente durante la noche), al tipo de cultivo en hidroponía (en vez de suelo), a diferencias en luminosidad (hay más horas luz en Guanacaste y Puntarenas) o a la ausencia de aplicación de reguladores de crecimiento (que sí se hace en algunas fincas), aunque podría deberse a otros factores. Sin embargo, para lograr buenos rendimientos con el melón en invernadero es imprescindible alcanzar frutos de tamaño adecuado, que sean más comerciales y permitan obtener una alta rentabilidad. Por esa razón se planteó este trabajo de investigación, con el fin de intentar un aumento en el tamaño del fruto de melón producido en invernadero en Alajuela. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y calidad del melón bajo cultivo protegido.

Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en la EEAFBM, localizada en el distrito San José de Alajuela, a una altitud de 840 msnm; la precipitación anual promedio es de 1940 mm, distribuida de mayo a noviembre, y la temperatura promedio anual es de 22 °C. El período de estudio comprendió desde la primera semana de enero hasta la primera semana de mayo de 2014. Se sembró semilla de melón Amarillo JMX-902 F-1 en almácigo utilizando bandejas de 128 celdas; 15 días después se realizó el trasplante de las plántulas en sacos plásticos de 1 m de longitud, 20 cm de ancho y 15 cm de altura, que contenían aproximadamente 30 litros de fibra de coco. La distancia entre hileras fue de 1,54 m y la distancia entre plantas de 25 cm, para una densidad de 2,6 plantas/m². Las plantas dispusieron de tutorado, que consistió en una malla plástica color verde, con una altura de 2,0 m. Se empleó un sistema de riego por goteo, con una descarga de 2 l/h por gotero. Se utilizó un diseño completamente al azar, con ocho tratamientos y cinco repeticiones. En el cuadro 1 se detallan los tratamientos utilizados en esta investigación.

El tratamiento Testigo consistió en plantas de libre crecimiento y desarrollo de frutos, sin aplicación de productos bioactivadores ni la práctica de raleo manual. El tratamiento de raleo manual consistió en dejar solo dos frutos por planta; se seleccionaron los dos frutos que presentaron un mayor tamaño, uniformidad y sanidad; esta práctica se realizó en tres momentos distintos (41, 50 y 57 ddt). El tratamiento de aplicación de solo Algamix se realizó vía radical, a una dosis de 3 litros/ha, y se ejecutó cada 14 días en siete momentos distintos (13, 27, 41, 55, 69, 83 y 97 ddt). El tratamiento de aplicación de solo Engordone se realizó también vía radical, a una dosis de 400 gramos/ha, y se ejecutó cada 14 días en seis momentos distintos (34, 48, 62, 76, 90 y 104 ddt). En condiciones de invernadero, la empresa fabricante de ambos productos recomienda tanto la aplicación vía foliar como vía radical, y se escogió la vía radical por su mayor facilidad de aplicación. Además, se aplicaron los siguientes tratamientos combinados: Algamix más raleo manual, Engordone más raleo manual, Algamix más Engordone, y Algamix más Engordone más raleo manual.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos utilizados

Número	Tratamiento	Dosis	Frecuencia (número de veces)	Intervalo	Período (ddt)
1	Testigo	-	-	-	-
2	Raleo Manual	-	3	1 semana	41, 50, 57
3	Algamix	3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
4	Engordone	400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
5	Algamix+R aleo Manual	3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
6	Engordone+Raleo Manual	400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
7	Algamix+Engordone	A → 3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
		E → 400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
8	Algamix+Engordone+Raleo Manual	A → 3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
		E → 400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104

El Engordone y el Algamix son productos bioactivadores del crecimiento y desarrollo en las plantas. El Algamix está compuesto principalmente por un extracto al 60% del alga *Aschophyllum nodosum*; además contiene citoquininas, ácido indolacético, giberelinas, betaínas, proteínas (1,8-2,4%), ácido alginico (3,0-6,0%), manitol (1,2-2,1%), materia orgánica (15,0-16,5%), carbohidratos (10,5-15,0%), micronutrientes tales como boro (24-30 ppm), molibdeno (0,26%), cobalto (0,3-0,6 ppm), cobre (9-13 ppm), hierro (46-78 ppm), manganeso (7,5-12,0 ppm) y zinc (3-6 ppm), y macronutrientes como nitrógeno (0,42-0,54%), potasio (16,0%), fósforo (0,009-0,021%), azufre (0,3-0,6%), calcio (0,30-0,35%), magnesio (0,09-0,18%) y sodio (0,04-0,06%) (Lida Plant Research, 2010a). El Engordone es una fuente bioestimulante del crecimiento y división celular de las plantas, compuesto por fósforo (25,0%), potasio (32,0%), boro (0,2%), manganeso (0,1%), molibdeno (0,4%) y zinc (0,1%); también contiene reguladores de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas, y proteínas, carbohidratos, vitaminas (A, B1, B6 y B12) y antioxidantes naturales (Lida Plant Research, 2010b).

Para llevar a cabo la recolección de los frutos, se usó el color amarillo “yema de huevo” de la cáscara de melón como indicador de cosecha. Se evaluaron todos los frutos cosechados en la parcela útil de cada tratamiento, dos veces por semana durante ocho semanas, para un total de 16 evaluaciones. Para determinar el peso de los frutos se utilizó una balanza marca Ocony, modelo TH-I-EK, de 5000,0 ± 0,1 gramos de capacidad. Una vez obtenido el peso de todos los frutos cosechados, se distribuyeron en distintas categorías de peso: frutos no comercializables (menos de 400 g), frutos de segunda calidad (401-600 g) y frutos comercializables, el cual comprendió aquellos con un peso de entre 601-800 g, frutos de entre 801-1000 g y frutos de más de 1001 g. Además, se agregó una sexta categoría que incluye los frutos que presentaron un peso de entre 801 a más de 1001 g. A partir de estos datos, se obtuvo el peso promedio del fruto comercializable. El rendimiento se calculó en toneladas por hectárea y se obtuvo

con base en la producción total, que incluyó todos los frutos cosechados en la parcela útil. El rendimiento comercializable también se calculó en toneladas por hectárea y se obtuvo a partir de la producción de todos los frutos cosechados con un peso superior a 600 g. El rendimiento por planta se determinó a partir de la producción obtenida (kg/ha) y de la densidad de siembra (plantas/ha). Para calcular el número de frutos por planta, se realizó una sumatoria de todos los frutos cosechados por tratamiento y se dividió entre el número de plantas.

Para la determinación de los sólidos solubles se procedió a cortar el fruto transversalmente en dos porciones; a una de ellas se le cortó un trozo de pulpa y se descartó el área cercana a las semillas; luego el trozo se exprimió manualmente y se depositaron cinco gotas de jugo sobre la superficie del refractómetro (marca Atago, modelo N-1a, escala de 0,0-32,0 \pm 0,2%). Para la determinación de la firmeza de la pulpa se tomó la otra porción del corte transversal y se colocó sobre una superficie plana y rígida, luego con una mano se sostuvo la porción del fruto y con la otra mano se tomó el penetrómetro (marca Effegi, modelo FT-327, capacidad de 12,5 \pm 0,1 kg/cm²) para introducirlo en cinco sitios diferentes de la pulpa, manteniendo una presión constante y considerando que los sitios no se encontraran cerca del borde (cáscara) ni cerca de la placenta; se utilizó el puntero del penetrómetro cuya base mide 7,5 mm de diámetro. Finalmente, se calculó un promedio a partir de las cinco lecturas obtenidas.

Para todas las variables se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con el programa estadístico Infostat versión 2014e. Se usó la prueba de Tukey para comparar las medias de cada tratamiento, y para todas las variables se utilizó una significancia del 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos para las variables de rendimiento. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al peso del fruto, peso del fruto comercializable, rendimiento total, rendimiento comercializable y rendimiento por planta. A pesar de lo anterior, es interesante anotar que el mayor peso del fruto se presentó en las plantas tratadas con solo Algamix (801,76 g). Taha y Salih (2014) obtuvieron un incremento en el peso de los frutos de pepino cuando realizaron aplicaciones de extracto de algas sobre las plantas. Zamani et al. (2013) explican que una posible causa del aumento del tamaño de los frutos cuando se aplica extracto de algas es la presencia de citoquininas y betaínas; estas sustancias promueven la división de las células en las etapas iniciales de crecimiento, además de favorecer la formación floral.

Por otra parte, el menor peso del fruto se presentó en las plantas tratadas solo con Engordone (732,44 g), pero esto puede estar relacionado con el hecho de que este tratamiento también fue el que presentó el mayor número de frutos por planta; una respuesta similar se observó en mango en Costa Rica (J. E. Monge, datos sin publicar). También se conoce que la aplicación foliar de Engordone en melón a campo abierto en Costa Rica favoreció la producción de frutos de mayor tamaño (J. E. Monge, datos sin publicar).

Torres (2013) reporta que la respuesta de la planta a un bioactivador está sujeta en gran medida a su composición, y por lo general ésta es muy variable. El Algamix, a diferencia del Engordone, tiene en su composición betaínas, ácido algínico y manitol; estas dos últimas sustancias favorecen la absorción y traslocación de nutrientes, ya que actúan como agentes quelatantes, mientras que las betaínas aumentan la tasa fotosintética debido a que retrasan la degradación de la clorofila (Senn, 1987). El mayor peso del fruto obtenido en las plantas tratadas con solo Algamix, con respecto a las plantas tratadas con solo Engordone, puede estar relacionado con la presencia de estas sustancias.

Cuadro 2. Variables de rendimiento evaluadas

Tratamiento	Peso del fruto (g)	Peso del fruto comercializable (g)	Rendimiento total (ton/ha)	Rendimiento comercializable (ton/ha)	Rendimiento/planta (kg)	Número de frutos/planta
Testigo	763,24 ± 40,09 a	849,64 ± 44,65 a	47,24 ± 12,13 a	38,81 ± 11,07 a	1,82 ± 0,47 a	2,50 ± 0,17 ab
Raleo Manual	767,26 ± 105,18 a	854,26 ± 104,88 a	42,14 ± 4,75 a	32,86 ± 2,29 a	1,62 ± 0,18 a	2,28 ± 0,23 ab
AlgamiX	801,76 ± 127,74 a	879,18 ± 140,78 a	51,80 ± 17,52 a	44,60 ± 15,66 a	1,99 ± 0,67 a	2,74 ± 0,24 b
Engordone	732,44 ± 40,87 a	844,54 ± 25,42 a	50,51 ± 12,93 a	39,74 ± 12,80 a	1,93 ± 0,50 a	2,76 ± 0,40 b
AlgamiX+R aleo Manual	763,74 ± 54,72 a	860,04 ± 54,15 a	40,40 ± 13,86 a	32,66 ± 11,86 a	1,55 ± 0,54 a	2,16 ± 0,30 a
Engordone+Raleo Manual	747,56 ± 99,35 a	870,16 ± 65,59 a	38,46 ± 14,87 a	28,47 ± 10,29 a	1,48 ± 0,57 a	2,12 ± 0,22 a
AlgamiX+Engordone	739,70 ± 61,91 a	862,34 ± 39,61 a	42,45 ± 18,56 a	32,88 ± 16,64 a	1,67 ± 0,71 a	2,24 ± 0,26 ab
AlgamiX+Engordone+Raleo Manual	779,62 ± 55,72 a	838,08 ± 85,11 a	40,12 ± 16,76 a	32,10 ± 12,40 a	1,54 ± 0,65 a	2,12 ± 0,29 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Independientemente del tratamiento aplicado, el peso promedio del fruto obtenido en el presente estudio (762,0 g) superó al obtenido por Koetz et al. (2006) en otra variedad de melón tipo Amarillo en cultivo protegido (724,33 g). No obstante, este peso fue inferior al obtenido por Dias et al. (2006) con una tercera variedad de melón Amarillo (1500 g). Evidentemente, el peso del fruto es una variable que depende mucho del genotipo de melón utilizado. Sin embargo, es muy importante mencionar que el peso promedio de los frutos aumentó notablemente en este estudio con respecto a otros ensayos realizados anteriormente en la EEAFCM con el melón JMX-902, donde el peso promedio fue de 537,0 g (cosecha del 9 de enero al 6 de marzo 2012) y de 502,9 g (cosecha del 17 de diciembre 2012 al 20 de febrero 2013)², y de 572,5 g (cosecha del 30 de setiembre al 22 de noviembre 2013) (Monge-Pérez, 2014a). Esto indica un aumento en el peso del fruto para este híbrido de entre 33,1 y 55,5% con respecto a dichos estudios anteriores; la principal razón que puede explicar este resultado es que la incidencia de plagas (mosca blanca, ácaros, trips) y enfermedades (mildió polvoso) fue menor en el presente estudio gracias a un mejor manejo fitosanitario.

Con respecto al peso del fruto comercializable, las plantas tratadas con solo AlgamiX presentaron los frutos con mayor peso (879,18 g), mientras que el menor peso se presentó en el tratamiento Raleo Manual más AlgamiX más Engordone (838,08 g).

Las plantas sometidas a aplicaciones de solo AlgamiX produjeron una respuesta importante en el rendimiento total, pues presentaron el valor más alto (51,80 ton/ha). Este resultado es menor al mencionado por Reche (2009) en España para melón tipo Amarillo bajo invernadero (60 ton/

2 Monge-Pérez, J.E. 2014. Melón Amarillo JMX-902 en cultivo protegido (datos sin publicar). La Garita de Alajuela, Costa Rica. Estación Experimental Agrícola Fab Baudrit Moreno. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx

ha). Sin embargo, los rendimientos obtenidos en este trabajo superan al obtenido por Monge-Pérez (2014a) con el melón JMX-902, bajo las mismas condiciones de producción (cultivo protegido en la EEAFFBM), de 34,8 ton/ha, y también superan a los obtenidos en cultivo protegido por Koetz et al. (2006) (34,12 ton/ha) y por Dias et al. (2006) (26,10 ton/ha) y al rendimiento promedio obtenido por Miguel et al. (2008) entre nueve variedades de melón Amarillo a campo abierto (28,07 ton/ha).

Con respecto al rendimiento comercializable, las plantas tratadas con solo Algamix también produjeron el mejor resultado (44,60 ton/ha). Este efecto positivo puede estar asociado a lo reportado por Crouch et al. (1990), quienes explican que las aplicaciones de extracto de algas contribuyen a mejorar la absorción de nutrientes por medio de las raíces, además de mejorar el aprovechamiento del agua, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la planta. El extracto de algas administrado a bajas concentraciones en el sistema radical beneficia el contenido de clorofila en las hojas (Blunden et al., 1997). Lo anterior coincide con investigaciones realizadas en tomate y pepino, en las que se registró un aumento de los niveles de clorofila en las hojas, posiblemente debido a la acción de las betaínas, que son capaces de inhibir la degradación de la clorofila, retrasando así el declive de la actividad fotosintética. Al incrementarse los contenidos de clorofila, es muy probable que se presente una mayor absorción de hierro y éste funciona como catalizador de la biosíntesis de la clorofila; su mayor absorción también puede estar asociada con el efecto directo de las betaínas. Entonces, si hay mayor contenido de clorofila, se da una mayor tasa fotosintética (Genaro et al., 1991, citados por Khan et al., 2009; Whapham et al., 1993). Lo reportado por tales autores coincide con el resultado del análisis foliar realizado en las plantas de melón en este estudio, el cual mostró un nivel de 139 ppm de hierro, mientras que los valores normales están entre 60 y 120 ppm; evidentemente sí hubo una mayor absorción de este elemento. Algunos investigadores indican que los altos rendimientos en cultivos sometidos a aplicaciones de extracto de algas están relacionados con el efecto de las citoquininas; este fitorregulador actúa sobre distintas características de crecimiento mediante el aumento de la división celular, produciendo un mayor tamaño y homogeneidad en los frutos, y consecuentemente un mayor rendimiento (Taiz y Zeiger 2006).

Aunque no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento por planta, el mejor resultado se dio cuando se aplicó solo Algamix (1,99 kg/planta) y solo Engordone (1,93 kg/planta). Estos mismos efectos positivos se obtuvieron en pepino cuando se realizaron aplicaciones de extractos de algas, donde el rendimiento fue de 6,04 kg/planta, mientras que en el Testigo fue de 5,49 kg/planta (Taha y Salih, 2014).

El mayor número de frutos por planta se obtuvo en las plantas tratadas con solo Engordone y solo Algamix (2,76 y 2,74 frutos/planta, respectivamente), y estos resultados fueron estadísticamente diferentes con respecto a los tratamientos Algamix más Raleo Manual, Engordone más Raleo Manual, y Algamix más Engordone más Raleo Manual; sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes del Testigo (2,50 frutos/planta). Los resultados de la aplicación de solo Algamix sobre plantas de melón obtenidos en el presente estudio concuerdan con la investigación de Crouch y Staden (1992), quienes encontraron en tomate un aumento de un 10,0% en el número de frutos cosechados cuando se agregó extracto de algas al cultivo con respecto al número de frutos obtenido en el Testigo. Asimismo, Taha y Salih (2014) obtuvieron en el cultivo de pepino un incremento en el número de frutos cosechados cuando aplicaron extracto de algas.

En el presente estudio, al realizar aplicaciones de solo Algamix en las plantas, el número de frutos por planta se incrementó en un 9,6% respecto al Testigo. Se conoce que la aplicación foliar de Algamix en melón a campo abierto en Costa Rica favorece un mayor número de frutos por planta; esta misma respuesta se obtuvo al aplicar Engordone vía foliar en mango (J. E. Monge, datos sin publicar). Monteiro y Mexia (1988) señalan que lo esperado en una producción de melón bajo cultivo protegido, con sistema de tutorado y poda, es dos frutos por

planta, considerando el aborto floral que se da normalmente. Farías et al. (1988), citados por Purquerio et al. (2003), concuerdan con lo mencionado anteriormente e informan que se pueden conseguir de dos a tres frutos por planta en el cultivo de melón en invernadero, manejado verticalmente. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio están dentro de lo esperado.

Con respecto al rendimiento según la categoría de peso de los frutos (cuadro 3), las plantas tratadas con solo Algamix produjeron el mayor rendimiento en frutos de 601 a 800 g, y de más de 1001 g (16,68 ton/ha y 11,13 ton/ha, respectivamente); en el caso del rendimiento de frutos de 601-800 g, el resultado obtenido con solo Algamix es estadísticamente superior al logrado por los demás tratamientos. Además, las plantas a las que se les aplicó solo Algamix presentaron un menor rendimiento en frutos no comercializables (<400 g) y en frutos de segunda calidad (401-600 g), con 0,64 y 6,56 ton/ha, respectivamente. Las plantas a las que se les aplicó Raleo Manual más Engordone produjeron el mayor rendimiento en frutos no aceptables para comercializar (2,52 ton/ha), y esto fue estadísticamente diferente de los demás tratamientos. Las plantas a las que se le aplicó solo Engordone mostraron un rendimiento de 23,22 ton/ha en la categoría de frutos con un peso de 801-1000 g, y este resultado es estadísticamente superior al obtenido por los demás tratamientos; además, ese mismo tratamiento presentó el menor rendimiento en la categoría de frutos con un peso superior a 1001 g (6,87 ton/ha).

Cabe mencionar que en el rango de peso de 801 a más de 1001 g se destacó el rendimiento de las plantas tratadas con solo Engordone (30,09 ton/ha), seguido por el de las plantas tratadas con solo Algamix (27,92 ton/ha); ambos tratamientos favorecieron una mayor producción de frutos con peso comercializable, aunque no fueron estadísticamente diferentes del Testigo. Existen varios criterios para definir el peso óptimo de los frutos en el mercado del melón; generalmente en el mercado nacional en Costa Rica se prefieren frutos con un peso cercano o mayor a 1000 g, aunque esto depende del tipo de melón y del precio del producto (J. E. Monge, datos sin publicar). En todo caso, los resultados sugieren que el uso de Algamix solo o Engordone solo, al producir un mayor rendimiento en ciertas categorías comercializables de peso del fruto, podría significar una herramienta importante de producción para el agricultor.

Con respecto a la concentración de sólidos solubles, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, es importante anotar que el valor promedio obtenido para todos los tratamientos fue superior a 13,0 °Brix, lo cual indica que ésta es una característica genética de alta calidad de este híbrido, dado que un melón con 10,0 °Brix ya se considera de calidad aceptable; Filgueiras et al. (2000) mencionan que el melón Amarillo debe tener mínimo 9,0 °Brix para que sea considerado un fruto de calidad. El porcentaje de sólidos solubles obtenido en la presente investigación supera al obtenido en un estudio realizado por Monge-Pérez (2014a) (12,0 °Brix como promedio), en el que se evaluó la calidad y el rendimiento de melón amarillo JMX-902 bajo las mismas condiciones de producción del presente trabajo; sin embargo, hay que tomar en cuenta que dicho estudio se realizó durante la época lluviosa.

En cuanto a la firmeza del fruto, tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Ciertamente en Costa Rica aún no se ha determinado el nivel mínimo de firmeza aceptable en frutos de melón, pero en el ámbito de exportación se tiene establecido un valor mínimo recomendable de 1,9 kg/cm² (Monge-Pérez 2011), el cual coincide con el valor promedio de firmeza de la pulpa obtenido en el presente estudio (1,9 kg/cm²), por lo que se considera un resultado satisfactorio. No obstante, en Brasil, Filgueiras et al. (2000) indican que para melón tipo Amarillo la firmeza mínima aceptable es de 2,4 kg/cm². Según Menezes *et al.* (1998), citados por Gomes et al. (2001), la firmeza es un componente importante en la calidad de los frutos y una característica intrínseca a la resistencia contra el deterioro físico y mecánico durante su acarreo y mercadeo. Neibauer y Maynard (2002) informan que la firmeza de la pulpa es una característica ligada a la genética y que muchas veces puede ser un indicador del estado de madurez del fruto.

Cuadro 3. Rendimiento de melón (ton/ha) según categoría de peso del fruto

Tratamiento	CATEGORÍA POR RANGOS DE PESO DEL FRUTO					
	< 400 g	401 - 600 g	601 - 800 g	801 - 1000 g	> 1001 g	Σ 801 - > 1001 g
Testigo	0,64 a	7,81 bc	14,18 c	15,92 bc	8,71 ab	24,63 abc
Raleo Manual	1,26 b	8,03 bc	11,79 bc	12,55 ab	8,52 ab	21,07 a
Algamix	0,64 a	6,56 a	16,68 d	16,79 c	11,13 b	27,92 bc
Engordone	1,94 c	8,84 c	9,64 b	23,22 d	6,87 a	30,09 c
Algamix+R aleo Manual	1,49 b	6,25 a	11,51 bc	13,92 abc	7,23 a	21,15 a
Engordone+Raleo Manual	2,52 d	7,47 abc	7,17 a	14,12 abc	7,18 a	21,30 a
Algamix+Engordone	1,64 bc	8,01 bc	9,30 ab	16,10 c	7,40 a	23,50 ab
Algamix+Engordone+Raleo Manual	0,70 a	7,32 abc	12,06 bc	11,98 a	8,06 ab	20,04 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Conclusiones y recomendaciones

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a la firmeza del fruto, concentración de sólidos solubles totales, peso promedio, peso comercializable, rendimiento total, rendimiento comercializable y rendimiento por planta en melón, al realizar aplicaciones de productos bioactivadores (Algamix y Engordone) y la práctica de raleo manual de frutos. Se presentaron diferencias significativas para el número de frutos por planta de melón, el cual se favoreció al aplicar a las plantas solo Engordone (2,76 frutos/planta) y solo Algamix (2,74 frutos/planta) con respecto a otros tratamientos, aunque estos resultados no fueron estadísticamente diferentes del Testigo. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de peso categorizado de los frutos. La producción de frutos de melón con un peso de entre 601-800 g fue estadísticamente superior en plantas tratadas con solo Algamix (16,68 ton/ha) respecto a los demás tratamientos. La producción de frutos de melón con un peso de entre 801-1000 g fue estadísticamente superior en plantas tratadas con solo Engordone (23,22 ton/ha) respecto a los demás tratamientos.

Se recomienda evaluar la aplicación foliar de los bioactivadores, en vez de la aplicación radicular, así como la utilización de diferentes tipos de híbridos de melón y distintas dosis y momentos de aplicación de Algamix y Engordone, con el fin de ampliar el conocimiento sobre el efecto de estas sustancias en el rendimiento y la calidad del melón producido en cultivo protegido. No se recomienda el uso del raleo manual de frutos como práctica en la producción de melón en cultivo protegido, pues no produjo absolutamente ningún resultado positivo sobre el rendimiento o la calidad, además de que es una actividad que demanda mucha mano de obra, lo que representa costos importantes para el productor.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de Julio Vega y Andrés Oviedo en el trabajo de campo. Asimismo, agradecen el financiamiento recibido por parte de la Universidad de Costa Rica para la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Blunden, G., Jenkins, T. & Liu, Y. (1997). Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Physiology*, 8, 535-543.
- Crouch, I., Beckett, R. & Staden, J.V. (1990). Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient stressed lettuce. *Journal of Applied Physiology*, 2, 269-272.
- Crouch, I. & Staden, J.V. (1992). Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *Journal of Applied Physiology*, 4(4), 291-296.
- Dias, R., Silva, C., Costa, N., De Faria, C., De Lima, M., Dos Santos, M., Soares, J., Haji, F., De Assis, J., De Paiva, L., Barboza, G. & De Medeiros, K. (2006). *Desempenho de melão tipo amarelo em diferentes coberturas de solo e sob cultivo temporariamente protegido no Vale do São Francisco*. XLVI Congresso Brasileiro de Olericultura. Resúmenes. Goiânia, Brasil.
- Filgueiras, H.A.C., Menezes, J.B., Alves, R.E., Costa, F.V., Pereira, L.S.E. & Júnior, J.G. (2000). *Colheita e manuseio pós-colheita*. En: R.E. Alves (Org.). Melão: pós-colheita. Série Frutas do Brasil, 10. Brasília, Embrapa. Obtenido de http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_1471.pdf
- Gomes, J., Menezes, J., Nunes, G., Costa, F. & Souza, P. (2001). Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. *Horticultura Brasileira*, 19(3), 356-360.
- Khan, W., Rayirath, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, D., Critchley, A., Craigie, J., Norrie, J. & Prithviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386-399.
- Koetz, M., Coelho, G., Carvalho, J., De Souza, R. & Da Silva, R. (2006). Produção do meloeiro em ambiente protegido irrigado com diferentes lâminas de água. *Revista Irriga*, 11(4), 500-506.
- LIDA PLANT RESEARCH. (2010a). *Algamix, bioactivador a base de algas marinas*. Ficha técnica. Valencia, España.
- LIDA PLANT RESEARCH. (2010b). *Engordone, crecimiento energético para el crecimiento del fruto*. Ficha técnica. Valencia, España.
- Miguel, A.A., Pinho, J.N.D., Crisóstomo, J. & Melo, R.F.D. (2008). Comportamento produtivo e características pós-colheita de híbridos comerciais de melão amarelo, cultivados nas condições do Litoral do Ceará. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(3), 756-761.
- Monge-Pérez, J.E. (2011). *Aspectos de calidad en la producción de melón*. En: Taller de producción de melón en invernadero, realizado el 15 de julio de 2011. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.
- Monge-Pérez, J.E. (2014a). *Metodología para la selección de genotipos de melón (Cucumis melo), destinado a producción bajo ambiente protegido en Alajuela, Costa Rica*. Informe de proyecto de investigación. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Universidad de Costa Rica.
- Monge-Pérez, J.E. (2014b). Producción y exportación de melón (*Cucumis melo*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(1), 93-103.
- Monteiro, A. & Mexia, J. (1988). Influência da poda e do número de frutos por planta na qualidade dos frutos e produtividade do melão. *Horticultura Brasileira*, 6(1), 9-12.
- Neibauer, J. & Maynard, E. (2002). *Información poscosecha: normas de calidad del USDA*. Universidad de California en Davis. Obtenido de http://www.hort.purdue.edu/prod_quality/commodities/muskmelon.html
- Purquerio, L., Cecílio, A. & Barbosa, J. (2003). Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, 21(2), 185-190.
- Reche, J. (2009). *Cultivo del melón en invernadero*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/opencms/opencms/system/bodies/contenidos/publicaciones/pubcap/2008/pubcap_2541/melon_baja.pdf

- Senn, T.L. (1987). *Crecimiento de alga y planta*. California del Sur, Estados Unidos.
- Taha, S. & Salih, I. (2014). Effect of low temperature and seaweed extracts on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(1), 41-54.
- Taiz, L. & Zeiger, M. (2006). Citoquininas: Reguladores de la división celular. En: *Fisiología Vegetal*. Capítulo 21. 3 ed. Universitat Jaume I. Vol. 2.
- Torres, J. & Miquel, M. (2003). La geografía del comercio del melón. *Horticultura Internacional*, 40, 16-25.
- Torres, M. (2013). *Evaluación de frecuencia y dos concentraciones de aplicación de bioestimulante (BIOZYME®) en la floración de berenjenas (Solanum melongena L.) para reducir los costos del cultivo*. Tesis para optar por el grado de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago.
- Whapham, C., Blunden, G., Jenkins, T. & Hankins, S. (1993). Significance of betaines in the increase of chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Physiology*, 5, 231-234.
- Zamani, A., Khorasaninejad, S. & Kashefi, B. (2013). The importance role of seaweeds of some characters of plant. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(16), 1789-1793.