

Evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino tipo mini (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica, durante la época seca*

Evaluation of yield and quality of three genotypes of mini cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under greenhouse conditions in Costa Rica, during the dry season

Karla Chacón-Padilla¹, José Eladio Monge-Pérez²

Fecha de recepción: 25 de abril de 2016
Fecha de aprobación: 18 de julio de 2016

Chacón-Padilla, K; Monge-Pérez, J. Evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino tipo mini (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica, durante la época seca. *Tecnología en Marcha*. Vol. 30-1. Enero-Marzo 2017. Pág 14-26.

DOI: 10.18845/tm.v30i1.3061

* 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. Correo electrónico: kchpadilla@hotmail.com. Investigadora Independiente. Desamparados, Costa Rica.

2 Costarricense, ingeniero agrónomo. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno y Sede de Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.



Palabras clave

Cucumis sativus; pepino tipo mini; rendimiento; calidad; partenocárpico; invernadero; genotipos.

Resumen

Se realizó una evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino partenocárpico tipo mini cultivados bajo condiciones de invernadero. La cosecha inició a los 31 días después del trasplante para los tres genotipos. Los datos muestran una amplia variabilidad entre genotipos en cuanto a longitud del fruto (17,83 – 18,41 cm), diámetro del fruto (42,68 – 43,81 mm), número total de frutos por planta (33,81 – 41,35), peso promedio del fruto (224,24 – 239,71 g), rendimiento por planta (7717,07 – 9720,08 g/planta), rendimiento comercial (15,63 – 21,13 kg/m²), rendimiento total (20,05 – 25,25 kg/m²), y porcentaje de sólidos solubles totales (2,97 – 3,10 °Brix). El genotipo Katrina obtuvo el mayor rendimiento comercial (21,13 kg/m²) y de primera calidad (15,73 kg/m²).

Abstract

Yield and quality of three parthenocarpic mini cucumber genotypes grown under greenhouse conditions were evaluated. The harvest begun at 31 days after transplant for all genotypes. Data show a wide variability between genotypes with respect to fruit length (17,83 – 18,41 cm), fruit diameter (42,68 – 43,81 mm), total number of fruits per plant (33,81 – 41,35), mean fruit weight (224,24 – 239,71 g), yield per plant (7717,07 – 9720,08 g/plant), commercial yield (15,63 – 21,13 kg/m²), total yield (20,05 – 25,25 kg/m²), and percentage of total soluble solids (2,97 – 3,10 °Brix). Katrina genotype obtained the highest commercial (21,13 kg/m²) and first quality yield (15,73 kg/m²).

Keywords

Cucumis sativus; mini cucumber; yield; quality; parthenocarpic; greenhouse; genotypes.

Introducción

El uso de ambientes protegidos puede incrementar la productividad de hortalizas como el pepino, pues las plantas se mantienen por mucho más tiempo en producción; sin embargo, para la aplicación de estos sistemas es importante adaptar el tipo de cobertura, el manejo del cultivo y los genotipos a las condiciones ambientales que prevalecen en cada zona [1].

En Costa Rica la producción de hortalizas bajo ambiente protegido se ha incrementado en los últimos años. En 2010 el cultivo de cucurbitáceas alcanzó el 13,28 % del área protegida dedicada a hortalizas [2]. En este país, la producción de pepino se lleva a cabo en varias zonas y se encuentra orientada principalmente a satisfacer el mercado local. Sin embargo, entre 2005 y 2009 existió un proyecto de exportación de pepino de frutos largos (tipo holandés) a EEUU y Canadá [3], el cual finalmente fracasó debido entre otras razones a la baja productividad alcanzada [4]; dicho proyecto se implementó sin que existiera investigación previa sobre el comportamiento del genotipo utilizado en las condiciones de Costa Rica, ni sobre el manejo del cultivo bajo ambiente protegido en general.

El pepino es una planta de la familia Cucurbitaceae que posee varios cultivares en el mercado, con diferente tamaño, forma y coloración de los frutos, sabor y características vegetativas; se clasifica en cinco grupos: pepino para ensalada, tipo “caipira”, tipo japonés, tipo holandés,

y tipo industrial (para conserva) [5]. Por otra parte, otros autores indican que los tipos más comunes de pepino son: americano, europeo, del este medio, holandés y oriental [6].

Los pepinos tipo mini (Beit Alfa) toleran un rango más amplio de temperaturas (entre 10,0 y 40,0 °C) que otras variedades de pepino. Asimismo, presentan frutos más cortos, pero tienen mayor capacidad productiva, en comparación a otros tipos de pepino, pues producen varios frutos en cada nudo y también en los brotes laterales, y sus frutos tienen una cáscara más lisa y más gruesa, lo que les brinda un mejor comportamiento en poscosecha [7], [8].

El objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino partenocárpico tipo mini, cultivados bajo ambiente protegido en Alajuela, Costa Rica, durante la época seca.

Materiales y métodos

Se sembraron tres genotipos de pepino partenocárpico tipo mini (*Cucumis sativus* L.), en condiciones hidropónicas en el invernadero de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), ubicada en Barrio San José de Alajuela, Costa Rica, a una altitud de 883 msnm. Los genotipos seleccionados se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Genotipos de pepino tipo mini utilizados en el ensayo.

Genotipo	Empresa	Tipo de pepino
Katrina	Enza Zaden	Mini
22-20-782	Pandia Seeds	Mini Beit-Alfa
22-20-783	Pandia Seeds	Mini Beit-Alfa

El almácigo se sembró el 27 de enero de 2015 en la empresa Almatropic S. A., ubicada en San Rafael de Alajuela; se utilizaron bandejas de 98 celdas, y turba (“peat moss”) como sustrato. El trasplante se realizó el 9 de febrero de 2015, 13 días después de la siembra, cuando las plántulas tenían una hoja verdadera. El período de cultivo abarcó hasta el 14 de mayo de 2015, es decir hasta los 94 días después del trasplante (ddt), para un período de cosecha de 10 semanas.

El cultivo se realizó en sacos de fibra de coco, de 1 m de largo, 20 cm de ancho y 15 cm de altura. La distancia de siembra fue de 25 cm entre plantas y 1,54 m entre hileras, para una densidad de 2,60 plantas/m². Todas las plantas se manejaron a un solo tallo, eliminando todos los tallos secundarios. Las labores de amarre de la planta, deshijas y deshojas se realizaron en forma periódica. Se eliminaron los primeros cuatro frutos de cada planta con el fin de lograr una cosecha más uniforme. Se recopilaban datos de temperatura, humedad relativa y radiación PAR dentro del invernadero, por medio de sensores y equipo especializado.

Se clasificó la cosecha según las categorías de calidad que se describen en el cuadro 2.

Se consideró como rendimiento comercial la suma de las categorías de primera y segunda calidad, y como rendimiento total la suma de las tres categorías de calidad.

Cuadro 2. Parámetros utilizados para clasificar los frutos de pepino por su calidad.

Parámetro	Categoría de calidad		
	Primera	Segunda	Rechazo
Deformación de frutos	Ausente	Leve	Severa
Daños en la cáscara del fruto	Ausente	Menor o igual a 1 cm ²	Mayor a 1 cm ²

Se evaluaron las siguientes variables:

1. Longitud del fruto (cm): se midió esta característica a 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.
2. Diámetro del fruto (mm): se midió esta característica en la parte media de 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.
3. Presencia de espinas: se determinó en forma cualitativa en cada genotipo mediante las siguientes categorías: ausencia de espinas, cantidad intermedia de espinas, y muchas espinas.
4. Edad al inicio de la cosecha, en días después del trasplante (ddt): se realizó un conteo de días transcurridos desde la fecha del trasplante hasta la del primer corte de frutos.
5. Número de frutos por planta: se contabilizó el número total de frutos por parcela, y se dividió entre el número de plantas de la parcela.
6. Peso promedio del fruto (g): se midió el peso total de la producción en cada parcela, y se dividió entre el número total de frutos por parcela.
7. Rendimiento por planta (g/planta): se midió el peso total de la producción en cada parcela, y se dividió entre el número de plantas por parcela.
8. Rendimiento por área (kg/m²): se calculó a partir del rendimiento por planta y de la densidad de siembra.
9. Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix): se midió en la parte media (pulpa y placenta) de 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.

El peso de los frutos se determinó por medio de una balanza electrónica marca Ocony, modelo UWE HGM, con una capacidad de 20000 ± 1 g. Para obtener la longitud del fruto se utilizó una cinta métrica marca Assist, modelo 32G-8025, con una capacidad de 800,0 ± 0,1 cm. El diámetro de los frutos se determinó con un calibrador digital marca Mitutoyo, modelo CD, con una capacidad de 15,00 ± 0,01 cm. El porcentaje de sólidos solubles totales se midió con un refractómetro manual marca Boeco, con una capacidad de 32,0 ± 0,2 °Brix.

Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar, con cuatro repeticiones. La parcela consistió de ocho plantas (dos sacos), y todas las plantas fueron evaluadas. Para las variables cuantitativas se realizó un análisis estadístico de variancia, utilizando la prueba de LSD Fisher con una significancia de 5 % para confirmar o descartar diferencias entre los genotipos.

Resultados y discusión

Durante el desarrollo del ensayo, la temperatura dentro del invernadero varió entre los 14 y 41 °C, la humedad relativa entre 18 y 95 %, y la radiación PAR entre 250 y 2250 W/m².

Edad al inicio de la cosecha

Los tres genotipos iniciaron su cosecha a los 31 ddt. Algunos autores han indicado que la cosecha de pepino inicia a los 40 – 45 ddt [9], [10], [3]. Los datos obtenidos en el presente ensayo se acercan a lo informado para pepino producido en invernadero por otros autores; en un caso la cosecha inició entre los 28 y 39 ddt en genotipos tipo “caipira” en Brasil en el verano [11], y en otro caso se estableció que la cosecha inició a los 35 ddt en genotipos tipo mini en Irán [12].

Sin embargo, en un trabajo sobre producción de pepino en invernadero, se evaluaron cinco genotipos en Colombia a 2650 msnm y se determinó que la cosecha inició entre los 86 y 91 ddt; en ese ensayo la temperatura promedio fue de 16 °C y la humedad relativa promedio de 90,5 % [13]. Asimismo, en México, a 2250 msnm, se encontró que el inicio de la cosecha se produjo a los 49 ddt [14]. En el presente estudio el inicio de la cosecha fue más precoz que lo informado por esos autores, probablemente debido a la mayor temperatura y radiación que prevalecen en el invernadero de la EEAFBM, lo cual ocasionó un aumento en el metabolismo de las plantas.

Por otra parte, en una evaluación de genotipos de pepino tipo japonés en invernadero en Brasil, se encontró que en verano la cosecha inició entre los 24 y 28 ddt, y en invierno entre los 51 y 56 ddt [15]. Estos datos enfatizan la importancia de la temperatura sobre la edad del cultivo al inicio de la cosecha; además, los valores obtenidos en el verano por dichos autores son inferiores a los encontrados en la presente investigación.

Presencia de espinas

Todos los genotipos presentaron frutos sin espinas, lo cual es característico de los pepinos tipo mini o Beit Alfa [16].

Longitud del fruto

Se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para la longitud total y la de los frutos de primera calidad (cuadro 3). Además, los frutos de primera calidad presentaron una mayor longitud que los de segunda y rechazo, y los de segunda calidad también mostraron una mayor longitud que los de rechazo.

Cuadro 3. Longitud del fruto de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Longitud del fruto (cm), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
22-20-783	18,41 a	20,76 a	17,86 a	16,60 a
22-20-782	18,31 ab	19,96 b	17,69 a	17,29 a
Katrina	17,83 b	19,52 b	17,37 a	16,59 a
Categoría de calidad				
Primera	20,08 a			
Segunda	17,64 b			
Rechazo	16,83 c			

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

Los datos obtenidos en la presente investigación se ubican dentro del rango encontrado en un ensayo con seis genotipos de pepino tipo Beit Alfa (mini), cultivados en invernadero en Florida, EEUU, en el cual la longitud del fruto varió entre 14,5 y 21,9 cm [7].

Sin embargo, en un trabajo sobre producción de pepino tipo mini en invernadero en Irán, se evaluaron 15 genotipos y se encontró que la longitud del fruto osciló entre 12,43 y 16,27 cm [12]. En Florida, EEUU, en un ensayo se cultivaron 12 genotipos durante el invierno, y se obtuvo un rango entre 13,6 y 17,8 cm para esta variable [17]. Además, en otra investigación se cultivó un genotipo en Murcia, España, y se encontró que la longitud del fruto varió entre 14,4 y 16,4 cm [18]. Asimismo, en Florida, EEUU, se evaluó un genotipo y se obtuvo que esta característica osciló entre 14,9 y 15,0 cm [19]. Todos estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente ensayo, lo que demuestra la diversidad existente entre los pepinos tipo mini.

Por otra parte, otros investigadores cultivaron una variedad de pepino en invernadero en Torreón, México, a 1150 msnm, y encontraron una longitud del fruto de 19,3 cm [20], el cual es un resultado superior a los obtenidos en el presente trabajo.

Diámetro del fruto

Solamente se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre genotipos para esta variable en la categoría de primera calidad (Cuadro 4). Asimismo, los frutos de primera calidad presentaron un mayor diámetro que los de segunda y rechazo, y los de segunda calidad también mostraron un mayor diámetro que los de rechazo.

Cuadro 4. Diámetro del fruto de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Diámetro del fruto (mm), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
22-20-783	43,81 a	46,09 ab	43,48 a	41,87 a
Katrina	43,26 a	47,18 a	43,17 a	39,43 a
22-20-782	42,68 a	44,76 b	43,11 a	40,16 a
Categoría de calidad				
Primera	46,01 a			
Segunda	43,25 b			
Rechazo	40,49 c			

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo se encuentran dentro del rango establecido por otros autores, en el cual el diámetro del fruto varió entre 38 y 44 mm [7].

Sin embargo, en ensayos de pepino tipo mini en invernadero, otros investigadores obtuvieron un diámetro del fruto que osciló entre 26,4 y 27,7 mm [17]. Asimismo, en otro trabajo se encontró un rango entre 28,4 y 35,1 mm para esta variable [12], y en otra evaluación se obtuvieron valores entre 35 y 37 mm para esta característica [19]. Todos estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente evaluación.

Por otra parte, otros autores encontraron que el diámetro del fruto osciló entre 46 y 58 mm [18], y en otra investigación se obtuvo un valor de 49 mm para esta variable [20]. Estos datos son superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Número de frutos por planta

Se presentaron diferencias significativas entre los genotipos para el número de frutos de primera calidad y el número total de frutos por planta (cuadro 5). El genotipo Katrina presentó el mayor número de frutos de primera calidad por planta (21,97).

Cuadro 5. Número de frutos por planta de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Número de frutos por planta, según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Katrina	41,35 a	21,97 a	9,29 a	10,09 a
22-20-782	38,67 ab	18,56 b	9,27 a	10,84 a
22-20-783	33,81 b	13,69 c	9,70 a	10,42 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

Los datos obtenidos en el presente trabajo coinciden con los encontrados por otros investigadores en evaluaciones de pepino en invernadero. En un ensayo se cultivaron siete genotipos en Brasil en época de verano, y se obtuvo entre 19,1 y 41,3 frutos comerciales/planta [11]. En EEUU, se evaluaron 12 genotipos tipo mini durante el invierno, y se encontró que la producción comercial varió entre 13,0 y 38,7 frutos/planta [17]. Además, en otro trabajo se cultivaron dos genotipos tipo mini, y se obtuvieron en total entre 36,40 y 39,50 frutos/planta [21]. Asimismo, en otra investigación se compararon seis genotipos tipo mini y se encontró que el rendimiento comercial osciló entre 27,6 y 36,7 frutos/planta en otoño, y entre 34,3 y 66,8 frutos/planta en primavera [7]. En Brasil, otros autores evaluaron genotipos tipo japonés; en verano obtuvieron un rango de producción comercial entre 17,83 y 25,42 frutos/planta, mientras que en invierno la producción total varió entre 23,85 y 38,00 frutos/planta y la producción comercial entre 16,07 y 26,85 frutos/planta [15].

Sin embargo, otros investigadores encontraron en pepino cultivado en invernadero, un rendimiento total que osciló entre 24 y 31 frutos/planta [22]. Asimismo, en otro trabajo se cultivó un genotipo de pepino monoico tipo japonés en invernadero, y se obtuvo una producción total de 27,64 frutos/planta y una producción comercial de 16,01 frutos/planta [23]. Todos estos datos son inferiores a los obtenidos en el presente ensayo.

Peso promedio del fruto

Con respecto a esta característica, solamente se determinaron diferencias significativas entre genotipos para la categoría de primera calidad y para el peso promedio total (cuadro 6). El genotipo 22-20-782 presentó frutos de primera calidad con un menor peso promedio en comparación con los otros dos genotipos, lo cual está relacionado a que fue el que presentó el menor diámetro de fruto en esta categoría de calidad.

Los datos obtenidos en el presente ensayo coinciden con los encontrados por otros autores, quienes al cultivar un pepino tipo mini en invernadero en España, encontraron un rango de peso del fruto entre 190 y 330 g [18], y también con los hallados en otro trabajo en que se compararon genotipos de pepino tipo mini cultivados en invernadero, y se obtuvo para esta característica una variación entre 156 y 247 g en otoño, y entre 122 y 256 g en primavera [7].

Por otra parte, en evaluaciones de pepino en invernadero, un autor evaluó siete genotipos en Brasil en verano, y encontró que el peso promedio del fruto osciló entre 279,2 y 300,8 g [11].

Además, otros investigadores cultivaron una variedad en México y obtuvieron un valor de 285 g para esta variable [20]. Estos datos representan valores superiores a los obtenidos en la presente investigación, aunque se debe tomar en cuenta que se trata de otras tipologías de pepino.

Cuadro 6. Peso promedio del fruto de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Peso promedio del fruto (g), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Katrina	239,71 a	275,73 a	227,82 a	167,36 a
22-20-783	233,93 ab	281,74 a	233,29 a	167,61 a
22-20-782	224,24 b	257,00 b	222,25 a	168,14 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

Sin embargo, en otros ensayos de pepino en invernadero, se evaluaron dos genotipos tipo mini y se obtuvo un rango de peso promedio del fruto entre 134,71 y 150,70 g [21]. Además, otros autores cultivaron genotipos tipo japonés en Brasil, y obtuvieron que el peso del fruto varió entre 133,28 y 159,55 g en verano, y entre 117,44 y 159,52 g en invierno [15]. En Brasil, se evaluó un genotipo monoico tipo japonés y se obtuvo un valor de 186,7 g para esta característica [23]. Asimismo, otros investigadores encontraron que el peso promedio del fruto osciló entre 132,92 y 145,81 g [22]. Todos estos datos son inferiores a los obtenidos en el presente ensayo, lo que enfatiza la diversidad de tamaños, y por lo tanto de peso del fruto, entre los pepinos tipo mini.

Rendimiento por planta

Se encontraron diferencias entre genotipos para el rendimiento total y el de primera calidad por planta (cuadro 7). El genotipo Katrina obtuvo el mayor rendimiento por planta en la categoría de primera calidad (6057,31 g/planta), lo cual está relacionado con el hecho de que también fue el que produjo el mayor número de frutos por planta en esa categoría de calidad.

Cuadro 7. Rendimiento por planta de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Rendimiento por planta (g), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Katrina	9720,08 a	6057,31 a	2075,83 a	1586,95 a
22-20-782	8637,22 ab	4791,32 b	2057,08 a	1788,83 a
22-20-783	7717,07 b	3858,18 c	2158,62 a	1700,28 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

En ensayos de pepino en invernadero, un investigador en México, a 2250 msnm y a una densidad de 3,33 plantas/m², encontró un rango de rendimiento total entre 6380 y 8200 g/planta [24]. En Brasil, otro autor evaluó siete genotipos tipo “caipira” a una densidad de 2,0 plantas/m² en verano, y obtuvo una producción comercial que varió entre 5600 y 11560 g/planta [11]. Asimismo, otros investigadores, al cultivar un genotipo tipo mini en España a una

densidad de 2,08 plantas/m², encontraron que el rendimiento total osciló entre 2000 y 3300 g/planta en invierno, y entre 7300 y 8300 g/planta en primavera [18]. Además, en otro ensayo se compararon seis genotipos tipo mini y se obtuvo un rango de producción comercial entre 5500 y 8600 g/planta en otoño, y entre 5800 y 13800 g/planta en primavera [7]. Todos estos datos se acercan a los obtenidos en el presente trabajo, excepto los encontrados en invierno en uno de los ensayos [18].

Sin embargo, un autor indica que, para un período de cosecha de 12 semanas, en un cultivo de pepino bien manejado en invernadero, el rendimiento total puede variar entre 9070 y 11340 g/planta [25]; los resultados obtenidos en la presente investigación (excepto para el genotipo Katrina) fueron inferiores a los apuntados por dicho investigador, pero se debe tomar en cuenta que el período de cosecha fue solamente de 10 semanas.

Por otra parte, en ensayos de pepino en invernadero, otros autores encontraron un rango de rendimiento total entre 3190 y 4520 g/planta [22]. Además, varios investigadores cultivaron 12 genotipos tipo mini en EEUU a una densidad de 3,36 plantas/m² durante la época de invierno, y obtuvieron una producción comercial que osciló entre 1393 y 2637 g/planta [17]. Asimismo, en otro ensayo se evaluaron dos genotipos tipo mini y se encontró que el rendimiento total varió entre 4150 y 5480 g/planta [21]. En Colombia, se cultivaron dos genotipos a 1522 msnm y se obtuvo un rango de producción total entre 1690 y 2280 g/planta [26]. En Brasil, dos investigadores evaluaron 12 genotipos tipo japonés en verano y 14 genotipos en invierno; en verano el rendimiento comercial osciló entre 2400 y 3790 g/planta, y en invierno el rendimiento total varió entre 2800 y 5590 g/planta y el rendimiento comercial entre 1950 y 4120 g/planta [15]. También en Brasil, otros autores cultivaron un genotipo monoico tipo japonés y obtuvieron una producción total de 4890 g/planta y una producción comercial de 2840 g/planta [23]. En México, varios investigadores evaluaron un genotipo a una densidad de 4,0 plantas/m² y encontraron un rendimiento total de 2470 g/planta [20]. Todos estos resultados son muy inferiores al rendimiento por planta obtenido en el presente ensayo.

Rendimiento por área

Se presentaron diferencias en el rendimiento total, comercial y de primera calidad por área entre los genotipos (cuadro 8). Katrina fue el genotipo que obtuvo el mayor rendimiento comercial (21,13 kg/m²) y de primera calidad (15,73 kg/m²), lo cual nuevamente se asocia a la mayor producción de frutos de primera calidad por planta.

Cuadro 8. Rendimiento por área de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Rendimiento por área (kg/m ²), según categoría de calidad				
	Total	Comercial	Primera	Segunda	Rechazo
Katrina	25,25 a	21,13 a	15,73 a	5,39 a	4,12 a
22-20-782	22,44 ab	17,79 b	12,45 b	5,35 a	4,65 a
22-20-783	20,05 b	15,63 b	10,02 c	5,61 a	4,42 a

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05) según la prueba de LSD Fisher.

Los datos obtenidos en el presente ensayo se acercan a los encontrados en otras investigaciones sobre producción de pepino en invernadero. En Sonora, México, varios autores evaluaron tres genotipos partenocárpicos a 150 msnm, a una densidad de 3,3 plantas/m², y obtuvieron un rango de rendimiento comercial entre 15,8 y 17,3 kg/m² [27]. Además, un investigador evaluó

siete genotipos en Brasil en verano, y encontró que la producción comercial varió entre 11,20 y 23,12 kg/m² [11]. Asimismo, otros autores cultivaron 15 genotipos tipo mini en Irán a una densidad de 11,1 plantas/m², y encontraron que el rendimiento total osciló entre 14,29 y 23,81 kg/m² [12].

Sin embargo, en Costa Rica, una investigadora evaluó la producción de pepino tipo holandés (híbrido Fuerte) cultivado en invernadero en la EEAFBM a una densidad de 2,60 plantas/m², y el mejor tratamiento mostró un rendimiento total de 15,56 kg/m² [28]; este valor fue superado por todos los genotipos evaluados en esta investigación, lo que parece confirmar la tendencia a una mayor productividad de los genotipos tipo mini, con respecto a los pepinos tipo holandés (J. Monge-Pérez, datos sin publicar).

De igual forma, en un ensayo de pepino en invernadero, se evaluaron cinco genotipos en Colombia a una densidad de 1,4 plantas/m², y se obtuvo un rango de producción total entre 6,0 y 8,5 kg/m² [13]. En Guerrero, México, otros autores cultivaron un genotipo partenocárpico a 640 msnm, a una densidad de 3,8 plantas/m², y encontraron que el rendimiento comercial osciló entre 8,09 y 8,89 kg/m², y el rendimiento total entre 8,86 y 9,48 kg/m² [29]. Asimismo, en otro ensayo se obtuvo una producción total que varió entre 4,51 y 5,95 kg/m² [22]. En EEUU, otros investigadores evaluaron 12 genotipos tipo mini durante el invierno y encontraron un rango de rendimiento comercial entre 4,69 y 8,87 kg/m² [17]. Además, en otro trabajo se cultivaron dos genotipos tipo mini y se obtuvo una producción total que varió entre 10,24 y 13,72 kg/m² [21]. En España, otros autores evaluaron un genotipo tipo mini y encontraron que el rendimiento total osciló entre 4,16 y 6,86 kg/m² en invierno, y entre 15,18 y 17,26 kg/m² en primavera [18]. En Brasil, se cultivaron genotipos tipo japonés, y en verano se obtuvo un rango de producción comercial entre 4,80 y 7,58 kg/m², y en invierno la producción total varió entre 5,60 y 11,18 kg/m² y la producción comercial entre 3,90 y 8,24 kg/m² [15]. También en Brasil, otros autores evaluaron un genotipo tipo japonés y encontraron un rendimiento total de 9,78 kg/m² y un rendimiento comercial de 5,68 kg/m² [23]. En México, en otro ensayo se obtuvo una producción total de 9,87 kg/m² [20]. Todos estos resultados son muy inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Por otra parte, otro investigador cultivó pepino en invernadero a una densidad de 3,33 plantas/m², y encontró un rango de rendimiento total entre 21,27 y 27,33 kg/m² [24]; los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron un poco inferiores a los encontrados por dicho investigador, debido probablemente a que se utilizó una menor densidad de siembra (2,60 plantas/m²).

Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)

Para esta variable se presentaron diferencias significativas únicamente entre los genotipos 22-20-782 y 22-20-783, al considerar todas las categorías de calidad juntas (cuadro 9). Además, los frutos de calidad de rechazo presentaron un mayor porcentaje de sólidos solubles totales que los de primera calidad.

En frutos de pepino producidos en invernadero, un investigador encontró que el porcentaje de sólidos solubles totales de la pulpa varió entre 3,60 y 4,07 °Brix [14], y otros autores obtuvieron un resultado de 3,3 °Brix [6]; estos valores son superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Por otra parte, en otro ensayo se encontró en pepino un porcentaje de sólidos solubles totales de 2,5 °Brix [20], lo cual es un valor inferior al obtenido en el presente ensayo.

En otras hortalizas, una alta concentración de sólidos solubles totales en el fruto es una característica que le confiere calidad al mismo [30], [31]; sin embargo, se requeriría evaluar la

preferencia de los consumidores de pepino con respecto a esta característica para determinar su importancia como criterio de calidad en esta hortaliza.

Cuadro 9. Porcentaje de sólidos solubles totales de tres genotipos de pepino tipo mini.

Genotipo	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
22-20-782	3,10 a	3,06 a	3,04 a	3,20 a
Katrina	3,05 ab	2,95 a	3,04 a	3,15 a
22-20-783	2,97 b	2,90 a	3,01 a	3,01 a
Categoría de calidad				
Primera	2,97 b			
Segunda	3,03 ab			
Rechazo	3,12 a			

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

Conclusiones y recomendaciones

La caracterización agronómica de genotipos de hortalizas es importante para tomar decisiones en cuanto a cuál variedad utilizar, según cada sitio y sistema de producción, pues se genera información acerca del rendimiento esperado y los estándares de calidad que se pueden llegar a producir, y permite la selección de los genotipos mejor adaptados a cada zona de producción.

Se encontraron diferencias significativas entre genotipos en muchas de las variables evaluadas. Todos los genotipos iniciaron cosecha a los 31 ddt. La longitud de los frutos de pepino tipo mini varió entre 17,83 y 18,41 cm.

El genotipo Katrina fue el que obtuvo el mayor número de frutos de primera calidad por planta (21,97), y el mayor rendimiento comercial (21,13 kg/m²) y de primera calidad (15,73 kg/m²), por lo que se considera que es el mejor adaptado a las condiciones en que se desarrolló esta investigación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento recibido por parte de CONARE así como de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo. Asimismo, agradecen la colaboración de los señores Julio Vega, Andrés Oviedo y Carlos González en el trabajo de campo, y del señor Mario Monge en la revisión de la traducción del resumen al idioma inglés.

Bibliografía

- [1] R. Ramírez, J. Aguilar y R. León, Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica, San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2010.
- [2] F. Marín, Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica, San José, Costa Rica: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, 2010.

- [3] Ministerio de Agricultura y Ganadería, Caracterización de la agrocadena de pepino holandés, Alajuela, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007.
- [4] J. A. Valenciano, A. M. Salas y R. Díaz, «Sistemas de financiamiento en cadenas agrícolas rurales: un caso no exitoso en la producción de pepino en Zarcero, Costa Rica,» *Revista ABRA*, vol. 33, n° 46, pp. 13-29, 2013.
- [5] M. A. N. Sedyama, J. L. M. Nascimento, I. P. C. Lopes, P. C. Lima y S. M. Vidigal, «Tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonés e caipira,» *Horticultura Brasileira*, vol. 32, n° 4, pp. 491-496, 2014.
- [6] J. López-Elías, S. Garza, M. A. Huez, J. Jiménez, E. O. Rueda y B. Murillo, «Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero,» *European Scientific Journal*, vol. 11, n° 24, pp. 25-36, 2015.
- [7] N. L. Shaw, D. J. Cantliffe, J. C. Rodríguez, S. Taylor y D. M. Spencer, «Beit Alpha cucumber: an exciting new greenhouse crop,» *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, vol. 113, pp. 247-253, 2000.
- [8] E. M. Lamb, N. L. Shaw y D. J. Cantliffe, «Beit Alpha cucumber: a new greenhouse crop for Florida,» 2001. [En línea]. Available: <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/EDIS/CV27700.pdf>. [Último acceso: 2016].
- [9] Fundación de Desarrollo Agropecuario, Cultivo de pepino; boletín técnico No. 15, Santo Domingo, República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario, 1992.
- [10] S. Arias, Manual de producción de pepino, La Lima, Honduras: Agency International Development, 2007.
- [11] A. I. I. Cardoso, «Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de sementeira,» *Bragantia (Campinas)*, vol. 61, n° 1, pp. 43-48, 2002.
- [12] A. Soleimani, A. Ahmadihah y S. Soleimani, «Performance of different greenhouse cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.) in southern Iran,» *African Journal of Biotechnology*, vol. 8, n° 17, pp. 4077-4083, 2009.
- [13] O. I. Monsalve, H. A. Casilimas y C. R. Bojacá, «Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero,» *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 5, n° 1, pp. 69-82, 2011.
- [14] F. V. Barraza-Álvarez, «Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales,» *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 9, n° 1, pp. 60-71, 2015.
- [15] A. I. I. Cardoso y N. Silva, «Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo,» *Horticultura Brasileira*, vol. 21, n° 2, pp. 170-175, 2003.
- [16] Johnny's Selected Seeds, «Cucumber types and terminology,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.johnny-seeds.com/assets/information/cucumbers-types-terminology-8989.pdf>. [Último acceso: 2014].
- [17] R. C. Hochmuth, L. L. L. Davis, W. L. Laughlin, E. H. Simonne, S. A. Sargent y A. Berry, «Evaluation of twelve greenhouse mini cucumber (Beit Alpha) cultivars and two growing systems during the 2002-2003 winter season in Florida,» 2004. [En línea]. Available: <http://svaec.ifas.ufl.edu/docs/pdf/svreports/greenhousehydroponics/2003-04.pdf>. [Último acceso: 2016].
- [18] M. D. Gómez-López, J. P. Fernández-Trujillo y A. Baille, «Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons,» *Scientia Horticulturae*, vol. 110, pp. 68-78, 2006.
- [19] C. Jasso-Chaverria, G. J. Hochmuth, R. C. Hochmuth y S. A. Sargent, «Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture,» *Hort Technology*, vol. 15, n° 3, pp. 565-571, 2005.
- [20] F. V. Galindo, M. Fortis, P. Preciado, R. Trejo, M. A. Segura y J. A. Orozco, «Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 5, n° 7, pp. 1219-1232, 2014.
- [21] T. Z. Sarhan y S. F. Ismael, «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*, vol. 3, n° 1, pp. 41-54, 2014.
- [22] M. H. Rahil y A. Qanadillo, «Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop,» *Agricultural Water Management*, vol. 148, pp. 10-15, 2015.
- [23] E. S. Nomura y A. I. I. Cardoso, «Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês,» *Scientia Agricola*, vol. 57, n° 2, pp. 257-261, 2000.



- [24] F. V. Barraza, «Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero,» *Temas Agrarios*, vol. 17, n° 2, pp. 18-29, 2012.
- [25] R. C. Hochmuth, «Greenhouse cucumber production - Florida greenhouse vegetable production handbook, vol. 3,» 2015. [En línea]. Available: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FILES/CV/CV26800.pdf>. [Último acceso: 2016].
- [26] D. Hoyos, J. G. Morales, H. Chavarría, A. P. Montoya, G. Correa y S. C. Jaramillo, «Acumulación de grados-día en un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un modelo de producción aeropónico,» *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, vol. 65, n° 1, pp. 6389-6398, 2012.
- [27] J. López-Elías, J. C. Rodríguez, M. A. Huez, S. Garza, J. Jiménez y E. I. Leyva, «Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda,» *Idesia (Chile)*, vol. 29, n° 2, pp. 21-27, 2011.
- [28] C. Meneses, «Valoración de sustratos obtenidos a partir de diferentes materias primas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) tipo holandés, en invernadero,» Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2013.
- [29] V. M. Olalde, A. A. Mastache, E. Carreño, J. Martínez y M. Ramírez, «El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido,» *Interciencia*, vol. 39, n° 10, pp. 712-717, 2014.
- [30] J. E. Monge-Pérez, «Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica,» *Intersedes*, vol. 16, n° 33, pp. 84-122, 2015.
- [31] J. E. Monge-Pérez, «Caracterización de 14 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica,» *Tecnología en Marcha*, vol. 27, n° 4, pp. 58-68, 2014.