

Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) production under greenhouse conditions: comparison between cucumber types

Karla Chacón-Padilla¹, José Eladio Monge-Pérez²

Chacón-Padilla, K; Monge-Pérez, J. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Tecnología en Marcha*. Vol. 33-1. Enero-Marzo 2020. Pág 17-35.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5018>



- 1 Ingeniera agrónoma. Desamparados, Costa Rica. Correo electrónico: kchpadilla@hotmail.com.
 <https://orcid.org/0000-0002-0259-8857>
- 2 Ingeniero agrónomo. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno y Sede de Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx
 <https://orcid.org/0000-0002-5384-507X>

Palabras clave

Longitud del fruto; diámetro del fruto; rendimiento; peso del fruto; calidad; partenocárpico.

Resumen

Se evaluaron tres tipos (largo, mediano y pequeño) de pepino, producidos bajo invernadero en condiciones hidropónicas en Alajuela, Costa Rica, para determinar su rendimiento y calidad, tanto a nivel cualitativo (presencia de espinas) como cuantitativo (ocho variables). Los tres tipos de pepino iniciaron cosecha a los 31 días después del trasplante. Los datos muestran una amplia variabilidad entre los tipos de pepino en cuanto a: longitud (18,18 – 33,77 cm), diámetro (43,25 – 49,44 mm) y peso del fruto (232,63 – 463,98 g); número de frutos (18,83 – 37,94) y rendimiento por planta (7847,10 – 8715,74 g); rendimiento por área (20,38 – 22,64 kg/m²); y porcentaje de sólidos solubles totales (3,04 – 3,61 °Brix). El mayor número total de frutos por planta (37,94) y el menor porcentaje de sólidos solubles totales (3,04 °Brix) se obtuvo con el pepino tipo pequeño, mientras que el menor número total de frutos por planta (18,83) y los frutos con el mayor peso (463,98 g) se obtuvieron con el pepino tipo largo. No se presentaron diferencias significativas en el rendimiento total (20,38 – 22,64 kg/m²) ni comercial (16,52 – 18,18 kg/m²) entre los tres tipos de pepino; sin embargo, el rendimiento de frutos de primera calidad fue significativamente superior con los pepinos tipo pequeño y mediano (12,73 – 12,74 kg/m²), por lo que, desde un punto de vista económico, ambos tipos de pepino se consideran los más recomendables bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo.

Keywords

Fruit length; fruit width; yield; fruit weight; quality; parthenocarpic.

Abstract

Three cucumber types (long, medium, and small) grown under greenhouse and hydroponic conditions in Alajuela, Costa Rica, were evaluated to compare their yield and quality both in qualitative (presence of spines) and quantitative (eight variables) terms. The harvest of all three cucumber types started 31 days after transplant. Data show a wide variability between cucumber types with respect to: fruit length (18,18 – 33,77 cm), diameter (43,25 – 49,44 mm) and weight (232,63 – 463,98 g); number of fruits (18,83 – 37,94) and yield per plant (7847,10 – 8715,74 g); yield per area (20,38 – 22,64 kg/m²); and percentage of total soluble solids (3,04 – 3,61 °Brix). The highest total number of fruits per plant (37,94) and the lowest percentage of total soluble solids (3,04 °Brix) resulted from small cucumber type, while the lowest number of fruits per plant (18,83) and the fruits with the highest fruit weight (463,98 g) were obtained with long cucumber type. There were no significant differences in total (20,38 – 22,64 kg/m²) and commercial (16,52 – 18,18 kg/m²) yields, between the three cucumber types; nevertheless, the yield of first quality fruits was significantly higher with small and medium cucumber types (12,73 – 12,74 kg/m²), so these are considered the most recommended under the conditions tested from an economical point of view.

Introducción

El pepino, *Cucumis sativus* L., pertenece a la familia de plantas cucurbitáceas, y es una hortaliza que se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo; es una especie nativa del norte de India [1]. Sus frutos se consideran una buena fuente de minerales y vitaminas [2].

La producción de pepino en Costa Rica se lleva a cabo en varias zonas del país y se encuentra orientada a satisfacer el mercado local; sin embargo, han existido en el pasado experiencias de exportación hacia Estados Unidos [3].

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, ubicándose en el tercer lugar de importancia en este tipo de producción [4].

Los cultivares de pepino se dividen, de acuerdo a la forma de consumo, en dos grupos: de consumo fresco, y de encurtidos o conservación; este último grupo tiene la característica de que los frutos son cortos o pequeños [5].

El pepino posee varios cultivares en el mercado, con diferente tamaño, forma y coloración de los frutos, textura de la cáscara, sabor, y características vegetativas [6]; unos autores identifican cinco grupos: pepino para ensalada, tipo caipira, tipo japonés, tipo holandés, y tipo industrial (para conserva) [7]. Por otra parte, otros investigadores informan que los tipos más comunes de pepino son: americano, europeo, del este medio, holandés, y oriental [8].

Otra de las clasificaciones utiliza como criterio el origen, como es el caso de los tipos holandés y francés (también llamados europeos), y el tipo asiático. Otro criterio de clasificación es el tamaño del fruto: largo (tipo holandés), mediano (tipo americano o “slicer”, y francés), y pequeño (tipo Beit Alpha, mini, o pepinillo).

Los pepinos híbridos tipo Beit-Alfa son originarios de los Kibbutz en Israel, y están distribuidos a nivel mundial [9]; son relativamente delgados, de cáscara lisa y sin espinas, de color verde claro uniforme, y se cosechan entre 8 a 13 cm; producen varios frutos por nudo, lo que aumenta el rendimiento de frutos, al compararlo con los tipo holandés que solo producen un fruto por nudo [6]; se utilizan para invernaderos, y al igual que el tipo holandés, tienen la cáscara delgada, y se deben proteger de los insectos y la deshidratación [10].

Los pepinos tipo holandés son de sabor suave, sin semillas, y se cosechan de 30 a 36 cm de longitud; su cáscara es delgada, lisa y sin espinas, con una excelente calidad comestible, por lo que no requieren de pelado para su consumo [6]; son cultivados principalmente en invernadero [10] [11].

Los pepinos tipo americano (“slicer”) son de color oscuro y cáscara gruesa, lo que hace que tengan un buen comportamiento poscosecha; se cosechan de 18 a 23 cm de longitud [6] [10]. Y los pepinos tipo asiático son espinosos, muy largos, y requieren tutorado para mantener los frutos rectos [10].

El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y la calidad de tres tipos de pepino (largo, mediano y pequeño), cultivados bajo ambiente protegido en condiciones hidropónicas, en Alajuela, Costa Rica.

Materiales y métodos

Se sembraron 14 genotipos híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.) partenocárpico, correspondientes a tres tipos según la longitud del fruto: largo, mediano y pequeño (cuadro 1); el cultivo se realizó 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.

El almácigo se sembró el 27 de enero de 2015; se utilizaron bandejas de 98 celdas, y turba (“peat moss”) como sustrato. El trasplante se realizó el 9 de febrero de 2015, 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.

Cuadro 1. Genotipos de pepino utilizados en el ensayo.

Tipo de pepino	Genotipo	Empresa
Largo (n=6)	Arioso	Known You Seed
	Cumlaude	Rijk Zwaan
	Dreamliner	Enza Zaden
	Kalunga	Enza Zaden
	Paisaje	Rijk Zwaan
	Roxinante	Enza Zaden
Mediano (n=5)	Corinto	Enza Zaden
	Macario	Enza Zaden
	Modan	Rijk Zwaan
	Paraíso	Enza Zaden
	Primavera	Enza Zaden
Pequeño (n=3)	Katrina	Enza Zaden
	22-20-782	Pandia Seeds
	22-20-783	Pandia Seeds

El cultivo se realizó en sacos plásticos rellenos con 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 de 1,54 m entre hileras, para una densidad de 2,60 plantas/m². 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 electrónicos especializados.

Se clasificó la cosecha según categorías de calidad (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.

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 (ddt): se contabilizó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta la fecha 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 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 evaluó esta característica en la parte media (pulpa y placenta) de 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.

Cuadro 2. Parámetros de calidad de pepino utilizados en el ensayo.

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

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 calibre 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, donde los tratamientos fueron cada tipo de pepino, y cada genotipo correspondió a una repetición. Para cada genotipo se sembró una parcela con ocho plantas (dos sacos), y todos los datos se obtuvieron a partir de los frutos totales producidos en dicha parcela. Para las variables cuantitativas se realizó un análisis estadístico de variancia, y se utilizó la prueba de LSD Fisher con una significancia de 5 % para determinar diferencias entre los tratamientos.

Resultados y discusión

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

Presencia de espinas

Todos los genotipos de pepino mediano presentaron frutos con un nivel intermedio de espinas (cuadro 3), los cuales mostraron una cáscara muy firme o dura, y sus espinas se caen por acción de la fricción durante la cosecha; el fruto mantiene una leve cicatriz donde estuvo la espina.

Casi todos los genotipos de pepino largo mostraron frutos sin espinas, con excepción de Arioso, que es un pepino tipo japonés, el cual presentó la mayor cantidad de espinas, y cuyo fruto es largo, con una cáscara dura y brillante que posee muchas espinas blancas, y es muy susceptible a daños mecánicos. En el caso de los genotipos de pepino pequeño, ninguno mostró presencia de espinas.

Cuadro 3. Presencia de espinas en el fruto de 14 genotipos de pepino.

Tipo de pepino	Genotipo	Presencia de espinas
Largo	Arioso	Muchas espinas
	Cumlaude	Ausencia de espinas
	Dreamliner	
	Kalunga	
	Paisaje RZ	
	Roxinante	
Mediano	Corinto	Nivel intermedio de espinas
	Macario	
	Modan RZ	
	Paraíso	
	Primavera	
Pequeño	Katrina	Ausencia de espinas
	22-20-782	
	22-20-783	

Básicamente, la presencia de espinas está asociada al tipo de cáscara de cada genotipo. Los pepinos tipo largo (holandés) y los tipo pequeño (mini o Beit Alpha) son de cáscara suave y delgada, con estrías o arrugas levemente marcadas, y no poseen espinas, mientras que los tipo mediano (“slicer”) tienen una cantidad media de espinas; y en el caso del genotipo Arioso, es un pepino tipo asiático, los cuales tienen muchas espinas [10].

Días al inicio de la cosecha

Los tres tipos de pepino iniciaron su cosecha a los 31 ddt. Según diversos investigadores, la edad al inicio de la cosecha oscila entre 33 y 91 ddt para pepino largo; entre 35 y 90 ddt para pepino mediano; y entre 24 y 59 ddt para pepino pequeño (cuadro 4); en comparación con esta información, los resultados obtenidos en el presente ensayo se encuentran dentro de ese rango para el pepino pequeño, pero fueron menores a dichos rangos en el caso del pepino largo y el mediano, es decir, que estos tipos de pepino mostraron una producción más precoz.

Esta precocidad puede haber sido inducida por efecto de las altas temperaturas y radiación en las que se desarrolló el cultivo en el presente ensayo, lo cual pudo haber ocasionado un aceleramiento en el metabolismo de las plantas. Los distintos valores de edad al inicio de la cosecha de pepino entre diferentes sitios o épocas de siembra, se deben generalmente a las diferencias en la temperatura dentro del invernadero, ya que las bajas temperaturas provocan una disminución en el ritmo de crecimiento de la planta y un retraso en la maduración del fruto, mientras que una mayor temperatura acelera ambos procesos [11].

Cuadro 4. Edad al inicio de la cosecha informada en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Edad al inicio de la cosecha (ddt)	Referencia
Largo	33 – 38	[12]
	42	[13]
	91	[14]
Mediano	35	[15]
	37	[16]
	39	[17]
	49	[18]
	50	[19]
	67 – 72	[8]
	86 – 90	[14]
Pequeño	24	[20]
	24 – 56	[21]
	28 – 39	[22]
	31	[23]
	32	[24]
	35	[25]
	40	[26]
	46,07	[27]
	47,01 – 59,11	[28]

Longitud del fruto

En el cuadro 5 se presentan los datos para la longitud del fruto. Al considerar los datos totales, lógicamente los frutos de pepino largo mostraron una longitud significativamente mayor (33,77 cm) en comparación a los otros dos tipos de pepino, e igualmente el pepino mediano mostró un valor significativamente mayor (22,93 cm) para esta característica en comparación con el pepino pequeño (18,18 cm); esto se presentó también para las tres categorías de calidad.

Cuadro 5. Longitud del fruto (cm), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Longitud del fruto (cm), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	33,77 a	36,99 a	34,35 a	29,96 a
Mediano	22,93 b	25,38 b	23,46 b	19,95 b
Pequeño	18,18 c	20,08 c	17,64 c	16,83 c

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos autores, la longitud del fruto varía entre 25,91 y 39,30 cm para pepino largo; entre 21,50 y 26,55 cm para pepino mediano; y entre 12,43 y 21,90 cm para pepino pequeño (cuadro 6); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dichos rangos.

Diámetro del fruto

Se encontraron diferencias significativas en el diámetro del fruto (cuadro 7). Al considerar el total de frutos, el pepino pequeño presentó un diámetro del fruto significativamente menor (43,25 mm) que los pepinos largo y mediano (entre 48,67 y 49,44 mm), y entre estos dos tipos de pepino no se presentaron diferencias significativas. El pepino pequeño también presentó los frutos con el menor diámetro en todas las categorías de calidad. Sin embargo, para los frutos de primera y segunda calidad, el pepino mediano mostró un diámetro del fruto significativamente mayor que el pepino largo.

Cuadro 6. Longitud del fruto informada en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Longitud del fruto (cm)	Referencia
Largo	25,91 – 37,08	[29]
	26,30 – 39,30	[9]
	30,73 – 36,83	[30]
	32,10 – 33,40	[31]
Mediano	21,50 – 25,33	[18]
	21,70 – 23,50	[16]
	21,84 – 22,86	[17]
	22,60 – 26,55	[15]
	22,90 – 23,50	[32]
	25,30 – 25,70	[8]
Pequeño	12,43 – 16,27	[25]
	12,80 – 16,30	[33]
	13,60 – 17,80	[24]
	13,97 – 19,05	[29]
	14,26 – 18,18	[28]
	14,30 – 21,90	[9]
	14,40 – 16,40	[34]
	14,60 – 15,00	[31]
	15,20 – 18,33	[1]
	16,61 – 16,76	[35]
	17,52 – 19,86	[36]
	17,81	[27]
	19,30	[37]

Cuadro 7. Diámetro del fruto (mm), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Diámetro del fruto (mm), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	48,67 a	52,23 b	48,82 b	44,96 a
Mediano	49,44 a	55,54 a	50,18 a	42,60 b
Pequeño	43,25 b	46,01 c	43,25 c	40,49 c

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos investigadores, el diámetro del fruto oscila entre 43,0 y 53,3 mm para pepino largo; entre 24,2 y 60,7 mm para pepino mediano; y entre 24,4 y 58,0 mm para pepino pequeño (cuadro 8); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dichos rangos.

Número de frutos por planta

En el cuadro 9 se muestran los datos para el número de frutos por planta. Al considerar la totalidad de frutos, el pepino pequeño produjo una cantidad de frutos por planta significativamente superior (37,94) en comparación con los pepinos largo y mediano; esto también sucedió para todas las categorías de calidad. Y el pepino mediano produjo una cantidad de frutos por planta significativamente mayor para el total de frutos producidos (22,58), en comparación al pepino largo (18,83); y lo mismo aconteció para las categorías de primera y segunda calidad.

Según diversos autores, la producción total de frutos varía entre 8,0 y 24,0 frutos/planta para pepino largo; entre 8,00 y 19,88 frutos/planta para pepino mediano; y entre 6,0 y 66,8 frutos/planta para pepino pequeño (cuadro 10); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dichos rangos, excepto en el caso del pepino mediano, en cuyo caso se superó dicho rango, lo que indica una mayor prolificidad.

En el caso del pepino pequeño, al producir frutos de menor tamaño en comparación a los otros tipos de pepino, esto le permite a la planta desarrollar en forma adecuada un mayor número de frutos, a partir de los fotoasimilados producidos.

El pepino largo alcanza una mayor longitud y peso del fruto, tardando aproximadamente 15 días para desarrollar cada fruto, por lo que es de esperar que, a mayor tamaño del fruto, la planta tenga menor capacidad para producir una mayor cantidad de frutos. También en las plantas de pepino largo se observó que solo se produce un fruto por nudo, mientras que en el pepino pequeño la planta puede llegar a producir más de 15 flores, y se llegan a cosechar varios frutos por nudo.

Se ha informado que la presencia de altas temperaturas (mayores de 30 °C) durante la producción de pepino provoca desequilibrios en las plantas, dando lugar a malformaciones de hojas y frutos defectuosos [11]. Esto probablemente se presentó en el presente ensayo, donde las temperaturas máximas dentro del invernadero alcanzaron inclusive los 41 °C, lo que pudo haber colaborado con la producción de muchos frutos de calidad de rechazo, en especial en el pepino tipo largo, en el cual el 37,9 % de los frutos correspondió a dicha categoría de calidad, mientras que estos valores fueron menores para el pepino mediano (24,7 %) y el pequeño (27,5 %).

Cuadro 8. Diámetro del fruto informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Diámetro del fruto (mm)	Referencia
Largo	43,0 – 52,0	[9]
	44,0	[31]
	48,3 – 53,3	[30]
	50,8	[29]
Mediano	24,20 – 28,30	[15]
	29,7 – 29,9	[16]
	45,0 – 60,7	[18]
	49,0 – 51,0	[32]
	50,80 – 53,34	[17]
	51,0 – 53,0	[8]
Pequeño	24,4 – 33,0	[1]
	26,4 – 27,7	[24]
	28,4 – 35,1	[25]
	35,0 – 37,0	[31]
	38,0 – 46,0	[9]
	38,1 – 50,8	[29]
	39,60 – 41,90	[35]
	46,0 – 58,0	[34]
	49,0	[37]

Cuadro 9. Número de frutos por planta, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Número de frutos por planta, según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	18,83 c	7,07 c	4,62 c	7,13 b
Mediano	22,58 b	11,22 b	5,78 b	5,58 c
Pequeño	37,94 a	18,07 a	9,42 a	10,45 a

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Cuadro 10. Número de frutos por planta informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Número de frutos por planta	Referencia
Largo	8,0 – 14,0	[6]
	8,7 – 12,6	[13]
	11,0 – 15,2	[30]
	12,7 – 23,8	[9]
	13,0 – 24,0	[29]
	20,3 – 23,8	[12]
Mediano	8,0	[6]
	12,50 – 15,48	[38]
	15,0 – 16,8	[32]
	15,4 – 17,2	[16]
	16,4 – 17,4	[8]
	18,38 – 19,88	[17]
Pequeño	6,0 – 51,0	[6]
	7,50 – 8,32	[35]
	10,82 – 18,84	[36]
	13,0 – 38,7	[24]
	13,14 – 23,10	[25]
	17,83 – 38,00	[21]
	19,1 – 41,3	[22]
	21,0 – 27,0	[33]
	24,0 – 31,0	[26]
	25,51 – 34,44	[28]
	27,6 – 66,8	[9]
	27,64	[20]
	28,0 – 44,0	[29]
	33,75	[27]
	33,82 – 40,19	[1]
	36,40 – 39,50	[2]
45,0 – 50,0	[23]	

Peso del fruto

En el cuadro 11 se muestran los datos de peso del fruto para los tipos de pepino evaluados. Al considerar la producción total, como era previsible, el pepino largo obtuvo frutos con un peso significativamente superior (463,98 g) con respecto a los otros tipos de pepino; y el pepino mediano presentó un peso del fruto significativamente superior (356,06 g) con respecto al pepino pequeño (232,63 g); esto se presentó también en todas las categorías de calidad.

Cuadro 11. Peso del fruto (g), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Peso del fruto (g), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	463,98 a	578,76 a	481,79 a	332,82 a
Mediano	356,06 b	435,26 b	337,03 b	208,93 b
Pequeño	232,63 c	271,49 c	227,79 c	167,70 c

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos investigadores, el peso del fruto oscila entre 278,0 y 616,90 g para pepino largo; entre 103,7 y 415,66 g para pepino mediano; y entre 44,0 y 330,00 g para pepino pequeño (cuadro 12); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dichos rangos.

Cuadro 12. Peso del fruto informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Peso del fruto (g)	Referencia
Largo	278,0 – 342,0	[6]
	294,84 – 416,74	[29]
	295,0 – 518,0	[9]
	313,0 – 365,0	[11]
	449,06 – 616,90	[30]
	458,62 – 493,91	[13]
Mediano	103,7 – 149,9	[15]
	209,0	[6]
	324,0 – 337,0	[32]
	336,9 – 372,5	[17]
	342,60 – 361,97	[38]
	372,0 – 388,0	[8]
Pequeño	396,12 – 415,66	[19]
	44,0 – 88,9	[33]
	67,98 – 107,15	[24]
	70,0 – 277,0	[6]
	114,19 – 119,69	[1]
	117,44 – 159,55	[21]
	119,03 – 149,18	[28]
121,90 – 246,64	[29]	

Continúa...

Continuación

Tipo de pepino	Peso del fruto (g)	Referencia
Pequeño	122,0 – 256,0	[9]
	124,0 – 131,0	[23]
	131,98	[27]
	132,92 – 145,81	[26]
	134,71 – 150,70	[2]
	165,32 – 170,87	[35]
	186,7	[20]
	190,0 – 330,0	[34]
	198,22 – 262,70	[36]
	279,2 – 300,8	[22]
	285,0	[37]

Rendimiento por planta

En el cuadro 13 se presentan los datos de rendimiento por planta para los tipos de pepino evaluados. Al considerar el total de frutos producidos, no se hallaron diferencias en el rendimiento por planta entre los tres tipos de pepino (entre 7847,10 y 8715,74 g/planta). Sin embargo, al considerar la categoría de primera calidad, el pepino largo produjo un rendimiento por planta significativamente menor (4128,28 g/planta) en comparación con los otros dos tipos de pepino (entre 4902,27 y 4903,72 g/planta).

Cuadro 13. Rendimiento por planta (g/planta), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Rendimiento por planta (g/planta), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	8715,74 a	4128,28 b	2233,14 a	2354,31 a
Mediano	7847,10 a	4903,72 a	1824,85 b	1118,53 c
Pequeño	8691,46 a	4902,27 a	2097,18 a	1692,02 b

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos autores, el rendimiento por planta varía entre 576,9 y 11600 g/planta para pepino largo; entre 1424 y 13409 g/planta para pepino mediano; y entre 810 y 13800 g/planta para pepino pequeño (cuadro 14); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dichos rangos.

Cuadro 14. Rendimiento por planta informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Rendimiento por planta (g/planta)	Referencia
Largo	576,9 – 4967,9	[11]
	2525 – 3360	[6]
	3990 – 5990	[13]
	4100 – 11600	[9]
	5216 – 8936	[30]
	5786 – 6071	[14]
Mediano	1424	[6]
	2001,56 – 2895,31	[38]
	2332 – 2494	[39]
	4286 – 5643	[14]
	4788 – 5242	[32]
	6007 – 8090	[19]
	6380 – 8200	[40]
	6591 – 13409	[8]
6838 – 7175	[17]	
Pequeño	810 – 1880	[33]
	1129 – 4895	[6]
	1240 – 1420	[35]
	1393 – 2637	[24]
	1901	[27]
	2000 – 8300	[34]
	2320 – 3320	[36]
	2330 – 4740	[1]
	2401 – 5590	[21]
	2470	[37]
	3190 – 4520	[26]
	4150 – 5480	[2]
	4893,4	[20]
	5500 – 13800	[9]
	5601 – 11558	[22]
5800 – 6300	[23]	

Rendimiento por área

En el cuadro 15 se presentan los datos obtenidos en el rendimiento por área para los diferentes tipos de pepino. No se presentaron diferencias significativas entre los tipos de pepino en el

rendimiento total (entre 20,38 y 22,64 kg/m²) ni en el comercial (entre 16,52 y 18,18 kg/m²). Sin embargo, en el caso del rendimiento de frutos de primera calidad, el pepino largo mostró un rendimiento significativamente inferior (10,72 kg/m²) en comparación con los otros tipos de pepino (entre 12,73 y 12,74 kg/m²). Por lo tanto, desde un punto de vista económico, los pepinos tipo mediano y pequeño se consideran los más recomendables (dado el mayor precio de los frutos de primera calidad), bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo.

Cuadro 15. Rendimiento por área (kg/m²), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Rendimiento (kg/m ²), según categoría de calidad				
	Total	Comercial	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	22,64 a	16,52 a	10,72 b	5,80 a	6,11 a
Mediano	20,38 a	17,48 a	12,74 a	4,74 b	2,91 c
Pequeño	22,58 a	18,18 a	12,73 a	5,45 a	4,39 b

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos investigadores, el rendimiento por área oscila entre 1,8 y 16,03 kg/m² para pepino largo; entre 6,00 y 27,33 kg/m² para pepino mediano; y entre 2,38 y 23,81 kg/m² para pepino pequeño (cuadro 16); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dichos rangos, excepto en el caso del pepino largo, que presentó un valor superior al rango informado, es decir, que fue más productivo.

Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)

En el cuadro 17 se presentan los valores de porcentaje de sólidos solubles totales de los tres tipos de pepino evaluados. Al considerar el total de frutos producidos, el pepino pequeño presentó un valor significativamente menor (3,04 °Brix) para esta característica, en comparación a los otros tipos de pepino (entre 3,53 y 3,61 °Brix); lo mismo sucedió en los frutos de primera y de segunda calidad.

Según diversos autores, el porcentaje de sólidos solubles totales varía entre 3,00 y 4,08 °Brix para pepino mediano; y entre 2,5 y 5,0 °Brix para pepino pequeño (cuadro 18); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dichos rangos. No se hallaron datos en la literatura para esta característica en el caso del pepino largo.

Cuadro 16. Rendimiento por área informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Rendimiento por área (kg/m ²)	Referencia
Largo	1,8 – 15,5	[11]
	8,1 – 8,5	[14]
	8,8 – 12,5	[12]
	9,36 – 16,03	[30]
	10,37 – 15,57	[13]

Continúa...

Continuación

Tipo de pepino	Rendimiento por área (kg/m ²)	Referencia
Mediano	6,0 – 7,9	[14]
	8,86 – 9,48	[39]
	11,33 – 13,00	[15]
	14,7 – 17,7	[8]
	15,8 – 17,3	[32]
	17,42 – 23,46	[19]
	21,27 – 27,33	[40]
Pequeño	2,38 – 2,73	[35]
	4,16 – 17,26	[34]
	4,51 – 5,95	[26]
	4,67 – 5,88	[28]
	4,69 – 8,87	[24]
	4,80 – 11,18	[21]
	5,76	[27]
	7,22 – 10,17	[36]
	9,79	[20]
	9,87	[37]
	11,20 – 23,12	[22]
	11,63 – 13,72	[2]
	14,29 – 23,81	[25]
	15,40 – 20,03	[1]
15,85 – 17,21	[23]	

Cuadro 17. Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
Largo	3,53 a	3,47 a	3,52 a	3,60 b
Mediano	3,61 a	3,47 a	3,55 a	3,81 a
Pequeño	3,04 b	2,97 b	3,03 b	3,12 c

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Cuadro 18. Porcentaje de sólidos solubles totales informado en la literatura para producción de pepino en invernadero, según tipo de pepino.

Tipo de pepino	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)	Referencia
Mediano	3,0 – 3,7	[8]
	3,60 – 4,07	[18]
	3,60 – 4,08	[38]
Pequeño	2,5	[37]
	3,32 – 4,03	[1]
	3,5 – 5,0	[34]

En varias hortalizas, una alta concentración de sólidos solubles totales en el fruto es una característica que le confiere calidad al mismo [41], [42]; sin embargo, es necesario evaluar la preferencia de los consumidores de pepino con respecto a esta característica, para determinar su importancia como criterio de calidad en esta hortaliza.

Conclusiones y recomendaciones

El mayor número total de frutos por planta se obtuvo en el tipo de pepino pequeño (37,94), mientras que el menor valor se obtuvo en el pepino largo (18,83). Los frutos con mayor peso se obtuvieron con el pepino largo (463,98 g). El menor porcentaje de sólidos solubles totales se obtuvo con el pepino pequeño (3,04 °Brix).

No se presentaron diferencias significativas en el rendimiento total (20,38 – 22,64 kg/m²) ni comercial (16,52 – 18,18 kg/m²) entre los tres tipos de pepino; sin embargo, el rendimiento de frutos de primera calidad fue significativamente superior con los pepinos tipo pequeño y mediano (12,73 – 12,74 kg/m²), por lo que, desde un punto de vista económico, ambos tipos de pepino se consideran los más recomendables bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo.

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 Julio Vega, Andrés Oviedo y Carlos González en el trabajo de campo, y de Mario Monge en la revisión de la traducción del resumen al idioma inglés.

Referencias

- [1] V. K. Kapuriya, K. D. Ameta, S. K. Teli, A. Chittora, S. Gathala y S. Yadav, «Effect of spacing and training on growth and yield of polyhouse grown cucumber (*Cucumis sativus* L.),» *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 6, n° 8, pp. 299-304, 2017.
- [2] 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.
- [3] 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.

- [4] F. Marín, «Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica,» Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica, 2010. [En línea]. Available: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00290.pdf>.
- [5] Fundación de Desarrollo Agropecuario, Cultivo de pepino, vol. Boletín técnico No. 15, Santo Domingo, República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario, 1992, p. 15.
- [6] L. C. Crosby, «Growth and consumer evaluation of Cucumis sativus L. cultivated in controlled environments,» 2008.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Johnny's Selected Seeds, «Cucumber types and terminology,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.johnny-seeds.com/assets/information/cucumbers-types-terminology-8989.pdf>.
- [11] R. L. Grijalva, R. Macías, S. A. Grijalva y F. Robles, «Evaluación del efecto de la fecha de siembra en la productividad y calidad de híbridos de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora,» *Biotecnia*, vol. 13, n° 1, pp. 29-36, 2011.
- [12] M. Pérez, «Productividad de variedades de pepino europeo (Cucumis sativus L.) bajo cultivo hidropónico en malla y multitúnel,» Intagri, México, [En línea]. Available: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/productividad-variedades-de-pepino-europeo#sthash.ZtqP3ai9.dpbs>.
- [13] C. Meneses-Fernández y G. Quesada-Roldán, «Crecimiento y rendimiento del pepino holandés en ambiente protegido y con sustratos orgánicos alternativos,» *Agronomía Mesoamericana*, vol. 29, n° 2, pp. 235-250, 2018.
- [14] 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.
- [15] S. A. A. M. Hossain, L. Wang y H. Liu, «Improved greenhouse cucumber production under deficit water and fertilization in Northern China,» *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 11, n° 4, pp. 58-64, 2018.
- [16] A. I. I. Cardoso, «Avaliação de linhagens e híbridos experimentais de pepino do grupo varietal japonês sob ambiente protegido,» *Bragantia*, vol. 66, n° 3, pp. 469-475, 2007.
- [17] A. Nair, B. H. Carpenter y L. K. Weieneth, «Effect of plastic mulch and trellises on cucumber production in high tunnels,» 2013. [En línea]. Available: http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/1909.
- [18] 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.
- [19] G. Ramírez, E. Rico, A. Mercado, R. Ocampo, R. G. Guevara, G. M. Soto y H. Godoy, «Efecto del manejo cultural y sombreado sobre la productividad del cultivo del pepino (Cucumis sativus L.),» *Ciencia@UAQ*, vol. 5, n° 1, pp. 1-9, 2012.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] A. I. I. Cardoso, «Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura,» *Bragantia*, vol. 61, n° 1, pp. 43-48, 2002.
- [23] N. L. Shaw, D. J. Cantliffe, J. Funes y C. Shine III, «Successful Beit Alpha cucumber production in the greenhouse using pine bark as an alternative soilless media,» *Hort Technology*, vol. 14, n° 2, pp. 289-294, 2004.
- [24] 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,» Florida, EEUU, 2004.
- [25] 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.

- [26] 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.
- [27] I. Arshad, «Effect of water stress on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.),» *PSM Biological Research*, vol. 2, n° 2, pp. 63-67, 2017.
- [28] I. Arshad, W. Ali y Z. A. Khan, «Effect of different levels of NPK fertilizers on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus*) by using drip irrigation technology,» *International Journal of Research*, vol. 1, n° 8, pp. 650-660, 2014.
- [29] E. M. Lamb, N. L. Shaw y D. J. Cantliffe, «Beit Alpha cucumber: a new greenhouse crop for Florida,» IFAS Extension, University of Florida, Florida, EEUU, 2001. [En línea]. Available: <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/EDIS/CV27700.pdf>.
- [30] R. C. Hochmuth, L. L. C. León y G. J. Hochmuth, «Evaluation of twelve greenhouse cucumber cultivars and two training systems over two seasons in Florida,» *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, vol. 109, pp. 174-177, 1996.
- [31] 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.
- [32] 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*, vol. 29, n° 2, pp. 21-27, 2011.
- [33] T. R. Abu-Zahra y M. A. Ateyyat, «Effect of various shading methods on cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth and yield production,» *International Journal of Environment and Sustainability*, vol. 5, n° 1, pp. 10-17, 2016.
- [34] 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.
- [35] M. A. Patil y A. D. Bhagat, «Yield response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to shading percentage of shade net,» *International Journal of Agricultural Engineering*, vol. 7, n° 1, pp. 243-248, 2014.
- [36] M. G. S. Premalatha, K. B. Wahundeniya, W. A. P. Weerakkody y C. K. Wicramathunga, «Plant training and spatial arrangement for yield improvements in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties,» *Tropical Agricultural Research*, vol. 18, pp. 346-357, 2006.
- [37] 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.
- [38] C. G. Sandí, «Crecimiento, producción y absorción nutricional del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) con dos soluciones nutritivas en ambiente protegido en la zona de San Carlos, Costa Rica,» 2016.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] 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.
- [42] 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.