

Evaluación agronómica de híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.)

Agronomic evaluation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) hybrids

Monge-Pérez, José Eladio; Loría-Coto, Michelle



José Eladio Monge-Pérez

jose.mongeperez@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Michelle Loría-Coto

Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

Revista de I+D Tecnológico

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

ISSN: 1680-8894

ISSN-e: 2219-6714

Periodicidad: Semestral

vol. 19, núm. 1, 2023

orlando.aguilar@utp.ac.pa

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/339/3394328009/>

Resumen: . Objetivos: se evaluó tanto el rendimiento como la calidad de ocho híbridos de pepino tipo 'slicer', producidos bajo invernadero en Alajuela, Costa Rica. Metodología: las plantas se sembraron en sustrato de fibra de coco, con poda a un tallo por planta, y recibieron fertirrigación. Resultados: los híbridos de pepino mostraron una amplia variabilidad en cuanto al número total de frutos por área (68.01 – 127.77frutos/m.), peso del fruto (216.39 – 270.06g), rendimiento comercial (135.9 – 227.1ton/ha), rendimiento total (179.9 – 285.5ton/ha) y porcentaje de sólidos solubles totales (2.87 – 3.21°Brix). Los híbridos PSX-11 y JMX- 223 obtuvieron el mayor número de frutos de primera calidad por área (50.04 y 50.43frutos/m², respectivamente), el menor peso del fruto de primera calidad (246.99 y 246.12g, respectivamente), y el mayor rendimiento comercial (208.6 y 227.1ton/ha, respectivamente) y de primera calidad (124.6 y 124.8ton/ha, respectivamente), y estos resultados fueron significativamente diferentes con respecto a los obtenidos por los demás híbridos. Conclusiones: Los híbridos de pepino más productivos fueron PSX-11 y JMX- 223, bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo.

Palabras clave: Calidad, hidroponía, invernadero, partenocárpico, productividad, rendimiento.

Abstract: . Objectives: to evaluate yield and quality of eight 'slicer' type cucumber hybrids grown under greenhouse conditions in Alajuela, Costa Rica. Methodology: the plants were planted in coconut fiber substrate, were pruned to one stem per plant, and received fertigation. Results: a wide variability was found among the hybrids in terms of total number of fruits per area (68.01 - 127.77fruits/m.), fruit weight (216.39 - 270.06g), commercial yield (135.9 - 227.1ton/ha), total yield (179.9 - 285.5ton/ha) and percentage of total soluble solids (2.87 - 3.21°Brix). PSX-11 and JMX-223 hybrids produced the highest number of first quality fruits per area (50.04 and 50.43fruits/m², respectively), the lowest first quality fruit weight (246.99 and 246.12g, respectively), and the highest commercial (208.6 and 227.1ton/ha, respectively) and first quality yield (124.6 and 124.8ton/ha, respectively), and these results were significantly different with respect to those obtained by the other hybrids. Conclusions: PSX-11 and JMX-223 were the most productive cucumber hybrids under the conditions in which the trial was carried out.

Keywords: Quality, hydroponics, greenhouse, parthenocarpic, productivity, yield.

1. INTRODUCCIÓN

El pepino, *Cucumis sativus* L., es una planta de la familia Cucurbitaceae, y se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo; es una especie nativa de la India [1], [2], [3]. Su demanda como hortaliza es alta, pues se usa como producto fresco en ensaladas, bocadillos, pizza, o en forma procesada como jugos, encurtido o cocido, entre otros [1], [4], [2]. Se presenta una amplia variación en esta especie con respecto al hábito de crecimiento, hábitos florales y

rendimiento, así como en la forma, tamaño, color y presencia de espinas del fruto, entre otros [4], [5]. Los frutos de pepino contienen fibra dietética, así como varios minerales y vitaminas, tales como hierro, magnesio, calcio, fósforo, cloro, cobre, manganeso, potasio, vitaminas A, C y E, y pequeñas cantidades del complejo vitamínico B, además de compuestos fenólicos que tienen propiedades antioxidantes [6], [1], [7], [8].

El desarrollo y evaluación de nuevas variedades de hortalizas es un factor clave para lograr el mejoramiento de la productividad y rentabilidad en los sistemas de

producción agrícola [9]. La elección de un híbrido o variedad depende de las necesidades del productor, del comercializador y del consumidor; el productor busca un material genético de alto rendimiento, adaptado a sus condiciones agroecológicas, tolerante a plagas y enfermedades, con buena vida poscosecha, y que sea aceptado en el mercado [9], [10]. Entre las principales características requeridas por los consumidores de pepino están la forma, color, tamaño y textura del fruto [9].

Las condiciones óptimas de temperatura para el desarrollo del pepino se encuentran en un rango de 18 a 30°C [11], [12]. Por encima de 30°C se pueden observar desequilibrios en las plantas [10], y por encima de 40°C el crecimiento se detiene, y lo mismo sucede con temperaturas inferiores a 14°C [13]. Las temperaturas muy altas durante el periodo de floración disminuyen la viabilidad del polen, por lo que la producción se ve afectada [14]. Además, la humedad relativa óptima es de 60 a 70% durante el día, y de 70 a 90% durante la noche [13].

Entre los tipos de pepino más cultivados en los países occidentales se encuentra el tipo holandés, para producción en invernadero; el tipo americano o 'slicer', que se vende como fruto fresco para ensaladas; y el pepinillo, que se utiliza para procesamiento o encurtido [15]. Los frutos de pepino tipo 'slicer' presentan una cáscara gruesa de color verde oscuro, por lo que tienen una buena vida poscosecha, y alcanzan una longitud entre

15 y 23cm [16], [17]. Por otra parte, los pepinos partenocárpicos son aquellos capaces de producir frutos sin que exista polinización [16].

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación agronómica de ocho híbridos de pepino tipo 'slicer' producidos bajo invernadero, en Alajuela, Costa Rica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron ocho híbridos F-1 de pepino (*Cucumis sativus* L.) partenocárpico tipo 'slicer' (tabla 1). El cultivo se hizo en la Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit Moreno", que se ubica en Alajuela, Costa Rica, cuya altitud es de 883 msnm, en un invernadero tipo multicapilla.

TABLA 1.
Híbridos de pepino utilizados.

Híbrido	Número de frutos/m ² , según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
JMX-227	68.01 a	27.47 a	21.33 a	19.21 a
JMX-222	77.21 ab	26.32 a	29.17 b	21.72 ab
JMX-224	79.98 b	28.44 a	28.47 b	23.07 b
JMX-226	81.02 b	30.09 a	29.99 b	20.94 ab
PSX-23	81.33 b	28.53 a	32.12 b	20.68 ab
RZ-41	82.86 b	29.47 a	31.99 b	21.40 ab
PSX-11	113.86 c	50.04 b	34.43 b	29.39 c
JMX-223	127.77 d	50.43 b	43.17 c	34.17 d

Las condiciones ambientales a lo largo del ensayo dentro del invernadero se indican en la tabla 2.

TABLA 2.
Variables climáticas dentro del invernadero, a lo largo del ensayo.

Variable	Valor
T diurna promedio (°C)	26.9
T diurna mínima promedio (°C)	20.6
T diurna máxima promedio (°C)	32.9
T nocturna promedio (°C)	20.9
T nocturna mínima promedio (°C)	19.7
T nocturna máxima promedio (°C)	23.6
HR diurna promedio (%)	71.5
HR nocturna promedio (%)	88.1
RFA diurna promedio (W/m ²)	485.1

T: temperatura; HR: humedad relativa; RFA: radiación fotosintéticamente activa.

El almácigo se realizó el 13 de agosto de 2016, y el trasplante se hizo 12 días después, en el momento en que las plántulas mostraban una hoja verdadera, en bolsas plásticas rellenas con fibra de coco, de 1m de largo, 20cm de ancho y 15cm de altura. La densidad de siembra utilizada fue de 2.60plantas/m². Se manejaron las plantas a un solo tallo. El ciclo de cultivo fue desde el 25 de agosto hasta el 29 de noviembre de 2016 (hasta los 96 días después de trasplante-ddt).

Se utilizó un sistema de fertirriego automático marca iGrow 1400. El plan de fertirriego se muestra en la tabla 3.

TABLA 3.
Plan de fertirriego.

CN	Etapa del cultivo		
	0-14 ddt	15-30 ddt	31 ddt en adelante
N	150	161	172.5
P	53	53	53
K	240	265	290
Ca	165	175	175
Mg	40	50	55
S	50	50	50
Cu	0.16	0.16	0.16
Fe	2.9	2.9	2.9
Zn	0.3	0.3	0.3
Mn	0.6	0.6	0.6
Mo	0.09	0.09	0.09
B	0.8	0.8	0.8

CN: concentración del nutriente (mg/l); ddt: días después de trasplante.

Se clasificó la cosecha según las categorías de calidad descritas por otros autores [18].

Las variables evaluadas fueron:

- 1) Número de frutos por área (metro cuadrado): se obtuvo el número de frutos totales cosechados para cada el número total, como en la categoría de primera calidad; en esta última categoría ambos materiales alcanzaron valores superiores a 50 frutos/m² (tabla 4), y estos resultados fueron significativamente superiores a los obtenidos por los demás híbridos. Por otra parte, los demás híbridos produjeron entre 68.01 y 82.86 frutos totales por m². Esto se puede explicar debido a que las plantas de JMX-223 y PSX-11 produjeron de tres a cinco frutos por cada nudo; esta característica es propia de los pepinos tipo Beit Alpha [16], por lo que es probable que dicha cualidad genética haya sido incorporada en ambos híbridos. En el caso del número total de frutos/m², el híbrido JMX-227 fue el menos productivo, mientras que el PSX-11 produjo 113.86 frutos/m²; el JMX-223 fue el más productivo (127.77 frutos/m²).
unidad experimental, se dividió entre el número de plantas incluidas en dicha unidad, y se multiplicó por la densidad de siembra.
- 2) Peso promedio del fruto (g): se obtuvo el peso total de los frutos cosechados para cada unidad experimental y categoría de calidad, y se dividió entre el número de frutos totales; se midió con una balanza electrónica de la marca OCONY UWE HGM-20, cuyo rango de medición era de 20000 ± 1g.
- 3) Rendimiento (ton/ha): se calculó a partir del peso de los frutos cosechados para cada unidad experimental y de la densidad de siembra, en cada categoría de calidad. Se estimó el rendimiento comercial al sumar el rendimiento de la primera y segunda calidad, y como rendimiento total al sumar el rendimiento de las tres categorías.
- 4) Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix): se cuantificó en 20 frutos para cada unidad experimental y categoría de calidad, y se calculó el promedio; se usó un refractómetro de la marca BOECO, cuyo rango de medición era de 0–32.0 ± 0.2°Brix.

Se usó un diseño experimental tipo irrestricto aleatorio, que comprendió ocho tratamientos (híbridos) y cinco repeticiones. La unidad experimental fue conformada con ocho plantas, y las variables se midieron a partir de los frutos totales cosechados en cada unidad. Se hizo un análisis estadístico de variancia, y se usó la prueba de LSD Fisher con una significancia de 5% para calcular las diferencias entre todos los tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Número de frutos por área

Los híbridos JMX-223 y PSX-11 fueron los que presentaron la mayor cantidad de frutos por área, tanto en el número total, como en la categoría de primera calidad; en esta última categoría ambos materiales alcanzaron valores superiores a 50 frutos/m² (tabla 4), y estos resultados fueron significativamente superiores a los obtenidos por los demás híbridos. Por otra parte, los demás híbridos produjeron entre 68.01 y 82.86 frutos totales por m². Esto se puede explicar debido a que las plantas de JMX-223 y PSX-11 produjeron de tres a cinco frutos por cada nudo; esta característica es propia de los pepinos tipo Beit Alpha [16], por lo que es probable que dicha cualidad genética haya sido incorporada en ambos híbridos. En el caso del número total de frutos/m², el híbrido JMX-227 fue el menos productivo, mientras que el PSX-11 produjo 113.86 frutos/m²; el JMX-223 fue el más productivo (127.77 frutos/m²).

TABLA 4.
Número de frutos por área de híbridos de pepino.

Hibrido	Número de frutos/m ² , según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
JMX-227	68.01 a	27.47 a	21.33 a	19.21 a
JMX-222	77.21 ab	26.32 a	29.17 b	21.72 ab
JMX-224	79.98 b	28.44 a	28.47 b	23.07 b
JMX-226	81.02 b	30.09 a	29.99 b	20.94 ab
PSX-23	81.33 b	28.53 a	32.12 b	20.68 ab
RZ-41	82.86 b	29.47 a	31.99 b	21.40 ab
PSX-11	113.86 c	50.04 b	34.43 b	29.39 c
JMX-223	127.77 d	50.43 b	43.17 c	34.17 d

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, de acuerdo con prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos autores, la producción total de frutos varía entre 4.64 y 197.17 frutos/m² en pepino tipo ‘slicer’ [16], [2], [11], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [18], [27]; los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dicho rango.

Se ha informado que la incidencia de alta temperatura (mayor a 30°C) provoca desequilibrios en las plantas de pepino, dando lugar a malformaciones de hojas y frutos defectuosos [28]. Este fenómeno posiblemente se evidenció en la presente investigación, pues la temperatura máxima en el interior del invernadero aumentó hasta los 32.9°C, lo cual probablemente favoreció la formación de frutos considerados como calidad de rechazo; el porcentaje de frutos de rechazo osciló entre 25.43 y 28.25% del total, para todos los híbridos (los datos no se muestran).

3.2 Peso promedio del fruto

El híbrido JMX-224 fue el que alcanzó el mayor peso del fruto, tanto en los frutos de primera calidad como en el promedio total (331.23 y 270.06g, respectivamente) (tabla 5), y este resultado fue significativamente superior en comparación con los demás híbridos. Por otra parte, el JMX-223 fue el que alcanzó el menor peso en promedio del total de frutos (216.39g), y este valor fue estadísticamente inferior al obtenido por los otros híbridos.

TABLA 5.
Peso promedio del fruto de híbridos de pepino.

JMX-227	179.9 a	135.9 a	84.8 ab	51.1 a	44.0 a
JMX-222	200.9 ab	150.5 ab	79.9 a	70.6 b	50.4 ab
JMX-226	211.8 b	164.0 b	91.6 ab	72.4 b	47.8 ab
RZ-41	211.9 b	165.3 b	88.9 ab	76.4 b	46.6 a
PSX-23	213.5 b	164.7 b	89.4 ab	75.3 b	48.8 ab
JMX-224	216.1 b	162.7 b	92.8 b	69.9 b	53.4 bc
PSX-11	276.5 c	208.6 c	124.6 c	84.0 b	67.9 d
JMX-223	285.5 c	227.1 c	124.8 c	102.3 c	58.4 c

C: comercial. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, de acuerdo con prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos investigadores, el rendimiento por área oscila entre 5.79 y 327.60ton/ha para pepino tipo ‘slicer’ [16], [6], [32], [2], [11], [9], [19], [20], [21], [33], [22], [34], [35], [36], [29], [24], [25], [31], [26], [37], [27], [18]; los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango.

3.3 Rendimiento

Los híbridos PSX-11 y JMX-223 presentaron un rendimiento total, comercial y de primera calidad, que fueron significativamente superiores a los hallados para los demás híbridos (tabla 6); sus rendimientos comerciales fueron de 208.6 y 227.1ton/ha, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, estos híbridos pueden producir varios frutos en cada nudo, y esto explica esta alta productividad. Por otra parte, el JMX-227 fue el híbrido con el menor rendimiento, con 179.9 y 135.9ton/ha de rendimiento total y comercial, respectivamente.

TABLA 6.
Rendimiento de híbridos de pepino.

Híbrido	Rendimiento (ton/ha), según categoría de calidad				
	Total	C	Primera	Segunda	Rechazo
JMX-227	179.9 a	135.9 a	84.8 ab	51.1 a	44.0 a
JMX-222	200.9 ab	150.5 ab	79.9 a	70.6 b	50.4 ab
JMX-226	211.8 b	164.0 b	91.6 ab	72.4 b	47.8 ab
RZ-41	211.9 b	165.3 b	88.9 ab	76.4 b	46.6 a
PSX-23	213.5 b	164.7 b	89.4 ab	75.3 b	48.8 ab
JMX-224	216.1 b	162.7 b	92.8 b	69.9 b	53.4 bc
PSX-11	276.5 c	208.6 c	124.6 c	84.0 b	67.9 d
JMX-223	285.5 c	227.1 c	124.8 c	102.3 c	58.4 c

C: comercial. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, de acuerdo con prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos investigadores, el rendimiento por área oscila entre 5.79 y 327.60ton/ha para pepino tipo ‘slicer’ [16], [6], [32], [2], [11], [9], [19], [20], [21], [33], [22], [34], [35], [36], [29], [24], [25], [31], [26], [37], [27], [18]; los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango. Otros autores hallaron un rendimiento total de 181.1ton/ha en pepinos tipo ‘slicer’ a una densidad de 6,0 plantas/m², mientras que con 2.0 plantas/m² obtuvieron solamente 91.1ton/ha [36]; los rendimientos totales obtenidos en el presente ensayo, con 2.6 plantas/m², en todos los casos fueron superiores a dichos resultados, excepto en el caso del híbrido JMX-227.

3.4 Porcentaje de sólidos solubles totales

Los frutos de los híbridos JMX-224 y JMX-226 alcanzaron los mayores valores para esta característica, con 3.15 y 3.21°Brix para el valor total, respectivamente (tabla 7), y estos resultados fueron significativamente superiores a los hallados para los demás híbridos. Por otra parte, el RZ-41, PSX-23 y el PSX-11 obtuvieron los valores más bajos (entre 2.87 y 2.90°Brix), y estos resultados fueron estadísticamente inferiores en comparación con los encontrados para los demás híbridos.

TABLA 7.
Porcentaje de sólidos solubles totales de híbridos de pepino.

Híbrido	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según categoría de calidad			
	Total	Primera	Segunda	Rechazo
RZ-41	2.87 a	2.87 a	2.88 a	2.91 a
PSX-23	2.88 a	2.89 a	2.89 a	2.90 a
PSX-11	2.90 a	2.91 a	2.93 ab	2.90 a
JMX-227	2.99 b	3.00 b	2.96 b	2.97 b
JMX-223	3.01 b	3.05 bc	2.97 b	3.00 bc
JMX-222	3.06 c	3.10 c	3.06 c	3.02 bc
JMX-224	3.15 d	3.26 d	3.20 d	3.03 bc
JMX-226	3.21 e	3.39 e	3.23 d	3.07 c

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, de acuerdo con prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Según diversos autores, el porcentaje de sólidos solubles totales varía entre 2.80 y 4.08°Brix para pepino tipo 'slicer' [11], [25], [26], [38], [23], [18], [27]; los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dicho rango.

Las diferencias halladas para las distintas variables, entre los valores obtenidos en el presente trabajo, en comparación con los datos informados en la literatura, se pueden deber a las diferencias en los factores ambientales (luminosidad, temperatura, humedad relativa, entre otros) que prevalecieron en cada sitio de experimentación, o en los diversos materiales genéticos utilizados en cada ensayo [1], así como en las diversas prácticas de manejo del cultivo usadas por los investigadores, tales como densidad de siembra, fertilización, podas, tipo de sustrato, entre otras.

4. CONCLUSIONES

Los híbridos de pepino más productivos fueron PSX- 11 y JMX-223, de acuerdo con las condiciones en que se desarrolló la investigación.

Los híbridos PSX-11 y JMX-223 produjeron los frutos con el menor peso.

Los frutos con el menor porcentaje de sólidos solubles totales correspondió a los híbridos RZ-41, PSX-23 y PSX-11.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

J.E.M.P. colaboró en el trabajo de campo, recolección y análisis de datos, y redacción del documento.

M.L.C. colaboró en el análisis de los datos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración brindada por Mario Monge como revisor de la traducción al idioma inglés del resumen, así como el financiamiento brindado por la Universidad de Costa Rica.

REFERENCIAS

- [1] A. A. Mostafa, E. A. Mahmoud y N. A. Younes, "Genetic diversity analysis for nine F1 hybrids of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under Assiut conditions, Egypt," *Archives of Agriculture Sciences Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 102-114, 2021.
- [2] K. Gangadhara, R. Kumar, R. Selvakumar, V. V. Apparao y L. P. Yadav, "Evaluation of cucumber hybrids/lines for yield and quality under polyhouse," *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 8, no. 6, pp. 1652-1661, 2019.
- [3] 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, no. 8, pp. 299-304, 2017.

- [4] I. Ahmed, M. Rohman, A. Hossain, R. Molla, G. Azam, M. Hasan, A. Gaber, B. Albogami y A. Hossain, "A study on the phenotypic variation of 103 cucumber (*Cucumis sativus* L.) landraces for the development of desirable cultivars suitable for the changing climate," *Life*, vol. 12, no. 1235, pp. 1-28, 2022.
- [5] J. Reche, *Cultivo de pepino en invernadero*, Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011, p. 50.
- [6] X. Ding, W. Nie, T. Qian, L. He, H. Zhang, H. Jin, J. Cui, H. Wang, Q. Zhou y J. Yu, "Low plant density improves fruit quality without affecting yield of cucumber in different cultivation periods in greenhouse," *Agronomy*, vol. 12, no. 1441, pp. 1-14, 2022.
- [7] 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, no. 1, pp. 41-54, 2014.
- [8] V. Rozano, C. Quiróz, J. C. Acosta, L. A. Pimentel y E. I. Quiñones, "Hortalizas, las llaves de la energía," *Revista Digital Universitaria*, vol. 6, no. 9, pp. 1-30, 2004.
- [9] B. M. Hernández, V. M. Figueroa y J. A. Castelán, "Evaluación de variedades de *Cucumis sativus* L. a campo abierto en Tuxpan, Veracruz," *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, vol. 4, no. 2, pp. 68-74, 2016.
- [10] R. Vasco, "El cultivo de pepino bajo invernadero," in *Técnicas de producción en cultivos protegidos*, vol. Tomo 2, Madrid, España, Caja Rural Intermediterránea (Cajamar), 2003, pp. 691-722.
- [11] N. S. Dhillon, P. Sharma, K. D. Sharma y P. Kumar, "Effect of plant density and shoot pruning on yield and quality of polyhouse grown cucumber," *Environment & Ecology*, vol. 35, no. 4B, pp. 3023-3026, 2017.
- [12] C. Bojacá y O. Monsalve, *Manual de producción de pepino bajo invernadero*, Bogotá, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012.
- [13] A. Casaca, "Guías tecnológicas de frutas y vegetales. El cultivo del pepino," 2005. [Online]. Available: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2286/pepino.pdf>.
- [14] Haifa, "Nutritional recommendations for cucumber in open fields, tunnels and greenhouse," 2011. [Online]. Available: <http://www.haifa-group.com/files/Guides/Cucumber.pdf>.
- [15] G. Park, Y. Choi, J. Jung, E. Shim, M. Kang, S. Sim, S. Chung, G. P. Lee y Y. Park, "Genetic diversity assessment and cultivar identification of cucumber (*Cucumis sativus* L.) using the fluidigm single nucleotide polymorphism assay," *Plants*, vol. 10, no. 395, pp. 1-13, 2021.
- [16] W. Guan, E. T. Maynard, B. Aly, J. Zakes, D. S. Egel y L. L. Ingwell, "Parthenocarpic cucumber cultivar evaluation in high-tunnel production," *HortTechnology*, vol. 29, no. 5, pp. 634-642, 2019.
- [17] L. C. Crosby, "Growth and consumer evaluation of *Cucumis sativus* L. cultivated in controlled environments," 2008.
- [18] K. Chacón-Padilla y J. E. Monge-Pérez, "Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino," *Tecnología en Marcha*, vol. 33, no. 1, pp. 17-35, 2020.
- [19] U. Sahin, Y. Kuslu y F. M. Kiziloglu, "Response of cucumbers to different irrigation regimes applied through drip-irrigation system," *The Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 25, no. 1, pp. 198-205, 2015.
- [20] I. Arshad, "Effect of water stress on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.)," *PSM Biological Research*, vol. 2, no. 2, pp. 63-67, 2017.
- [21] G. Nikolaou, D. Neocleous, N. Katsoulas y C. Kittas, "Effects of cooling systems on greenhouse microclimate and cucumber growth under mediterranean climatic conditions," *Agronomy*, vol. 9, no. 300, pp. 1-15, 2019.
- [22] C. Ramírez-Vargas, "Extracción de nutrientes, crecimiento y producción del cultivo de pepino bajo sistema de cultivo protegido hidropónico," *Tecnología en Marcha*, vol. 32, no. 1, pp. 107-117, 2019.
- [23] 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.
- [24] 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, no. 2, pp. 21-27, 2011.

- [25] 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, no. 24, pp. 25-36, 2015.
- [26] K. Chacón-Padilla y J. E. Monge-Pérez, "Rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivado bajo invernadero," *Revista Pensamiento Actual*, vol. 17, no. 29, pp. 39-50, 2017.
- [27] J. A. Cruz-Coronado, J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Comparación agronómica entre tipos de pepino (*Cucumis sativus*)," *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 12, no. 1, p. e2842, 2020.
- [28] 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, no. 1, pp. 29-36, 2011.
- [29] 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, no. 4, pp. 58-64, 2018.
- [30] A. Nair, B. H. Carpenter y L. K. Weieneth, "Effect of plastic mulch and trellises on cucumber production in high tunnels," 2013. [Online]. Available: http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/1909.
- [31] 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, no. 1, pp. 1-9, 2012.
- [32] F. Ayala-Tafoya, C. A. López-Orona, M. G. Yáñez-Juárez, T. Díaz-Valdez, T. d. J. Velázquez-Alcaraz y J. M. Parra, "Plant density and stem pruning in greenhouse cucumber production," *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 10, no. 1, pp. 79-90, 2019.
- [33] D. Maniutiu, R. Sima y D. Ficior, "The influence of fructification managing and fertilization on medium-long fruit cucumber hybrids cultivated in greenhouse," *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 36, no. 2, pp. 76-79, 2008.
- [34] 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, no. 1, pp. 69-82, 2011.
- [35] 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, no. 10, pp. 712-717, 2014.
- [36] L. Rojas y V. Alfaro, "Densidad de plantación en tomate y pepino ensalada," *Tierra Adentro*, no. 3, pp. 47-49, 1995.
- [37] F. V. Barraza, "Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero," *Temas Agrarios*, vol. 17, no. 2, pp. 18-29, 2012.
- [38] F. V. Barraza-Álvarez, "Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales," *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 9, no. 1, pp. 60-71, 2015.