

## Comparación entre épocas de producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero

Comparison between production seasons of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse conditions

José Eladio Monge Pérez  
Universidad de Costa Rica, Finca Experimental  
Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos,  
Turrialba, Cartago, Costa Rica  
jose.mongeperez@ucr.ac.cr

José Aníbal Cruz Coronado  
Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto  
de Innovación y Transferencia en Tecnología  
Agropecuaria, San José, Costa Rica  
cruzsanibal@gmail.com

Karla Chacón Padilla  
Ministerio de Justicia y Paz, Departamento  
Industrial y Agropecuario  
San José, Costa Rica  
kchpadilla@hotmail.com

Michelle Loría Coto  
Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias  
Exactas y Naturales, San José, Costa Rica  
michelle\_loria@yahoo.com

**RESUMEN:** Se evaluaron once genotipos de pepino producidos bajo invernadero en condiciones hidropónicas en Alajuela, Costa Rica, en dos épocas de producción (seca y lluviosa), para comparar su rendimiento y calidad. Los genotipos de pepino iniciaron cosecha a los 31 días después del trasplante (ddt) en la época seca, y entre los 28 y 30 ddt en la época lluviosa. En términos generales, durante la época seca los frutos presentaron una mayor longitud, un menor diámetro, un mayor peso, y un mayor porcentaje de sólidos solubles totales, en comparación con los de la época lluviosa. El número total de frutos por planta y el rendimiento total y comercial fueron mayores en la época lluviosa, en comparación con la época seca. Sin embargo, la interacción genotipo x época de producción fue significativa o altamente significativa para todas las variables evaluadas. Los genotipos Corinto y Primavera presentaron un mayor rendimiento comercial en la época seca, por lo que se consideran como poseedores de genes de tolerancia al calor, los cuales pueden ser aprovechados en fitomejoramiento para enfrentar la amenaza del calentamiento global y del cambio climático.

**PALABRAS CLAVE:** *Cucumis sativus*, época de producción, rendimiento, calidad, tolerancia al calor

**ABSTRACT:** Eleven cucumber genotypes were grown under greenhouse and hydroponic conditions in Alajuela, Costa Rica in two different production seasons (dry and rainy) to compare their yield and quality. The harvest of all genotypes started 31 days after transplant (dat) in the dry season, and between 28 and 30 dat in the rainy season. In general, cucumber fruits were longer, thinner and heavier, and showed higher percentage of total soluble solids, when produced during the dry season. Conversely, the total number of fruits per plant, and total and commercial yields, were higher when produced during the rainy season. However, genotype x production-season interaction was significant or highly significant for all evaluated variables. Corinto and Primavera genotypes showed higher commercial yield in the dry season and they seem to have heat tolerance genes, which can be used in plant breeding to face the threat of global warming and climate change.

**KEYWORDS:** *Cucumis sativus*, production season, yield, quality, heat tolerance

Recibido: 15-03-22 | Aceptado: 23-05-22

CÓMO CITAR (APA): Marín Mamani, G., et al. (2022). Comparación entre épocas de producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero. *InterSedes*, 23(48), 307–344.

## Introducción

El pepino, *Cucumis sativus* L., es una planta que pertenece a la familia Cucurbitaceae y es una hortaliza que se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Kapuriya et al., 2017). Los frutos se consumen como ensalada o en conservas y aportan vitaminas B y C, así como fósforo, calcio, potasio y hierro (Kumari et al., 2018; Monge Pérez, et al., 2021).

El pepino es una especie que prefiere un clima cálido, con temperaturas superiores a 20 °C y con suficiente luz para un mejor crecimiento y desarrollo (Cardoso y Silva, 2003; Sharma et al., 2018; Monge Pérez et al., 2021), pero el rendimiento disminuye cuando la temperatura supera los 30 °C (Grijalva et al., 2011). El crecimiento del fruto de este cultivo es afectado por la radiación, la temperatura y la carga de frutos, y esto puede producir una situación de “limitación por la fuente” (bajo nivel de radiación que no es suficiente para mantener la fotosíntesis), o de “limitación por el sumidero” (baja tasa de crecimiento y alta radiación, lo que genera un sumidero con poca fuerza). La radiación y la temperatura influyen sobre el crecimiento y la calidad del fruto debido a la relación bien conocida con la fotosíntesis, transpiración y tasa de crecimiento (Gómez López et al., 2006).

El objetivo de esta investigación fue comparar el rendimiento y la calidad de once genotipos de pepino, cultivados bajo ambiente protegido en condiciones hidropónicas, en Alajuela, Costa Rica, en dos épocas de producción (seca y lluviosa).

## Materiales y métodos

Se sembraron 11 genotipos híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.) partenocárpico (tabla 1); el cultivo se realizó 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, y 10°1' Latitud Norte y 84°16' Longitud Oeste.

Los genotipos se cultivaron en dos épocas de producción, seca y lluviosa, durante el año 2015. En la época seca, el almácigo se sembró el 27 de enero, el trasplante se realizó el 9 de febrero, y el período de cultivo abarcó hasta el 14 de mayo, o sea, hasta los 94

días después del trasplante (ddt), con un período de cosecha de 10 semanas. En la época lluviosa, el almácigo se sembró el 3 de julio, el trasplante se hizo el 15 de julio, y el período de cultivo abarcó hasta el 20 de octubre (97 ddt), con 10 semanas de cosecha.

La densidad de siembra fue de 2,60 plantas/m<sup>2</sup>, y se utilizó la metodología de manejo del cultivo en condiciones hidropónicas y de fertirrigación que se describió en un trabajo anterior (Cruz Coronado y Monge Pérez, 2021). Se clasificó la cosecha según las categorías de calidad descritas por Cruz Coronado y Monge Pérez (2021).

**TABLA 1**  
GENOTIPOS DE PEPINO UTILIZADOS

Genotipo	Empresa
Arioso	Known You Seed
Corinto	Enza Zaden
Cumlaude	Rijk Zwaan
Kalunga	Enza Zaden
Katrina	Enza Zaden
Macario	Enza Zaden
Modan	Rijk Zwaan
Paisaje	Rijk Zwaan
Paraíso	Enza Zaden
Primavera	Enza Zaden
22-20-782	Pandia Seeds

Fuente: elaboración propia, a partir de los genotipos utilizados.

Se evaluaron las siguientes variables:

1. 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.
2. Longitud del fruto (cm): se midió esta característica a 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Rendimiento por área ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ): se calculó a partir del rendimiento por planta y de la densidad de siembra.
8. Porcentaje de sólidos solubles totales ( $^{\circ}\text{Brix}$ ): se evaluó esta característica en la parte media (pulpa y placenta) de 20 frutos de cada categoría de calidad, y se obtuvo el promedio.

Para la medición de las variables se utilizó la metodología descrita por Cruz Coronado y Monge Pérez (2021). Además, se recopilaron datos de temperatura, humedad relativa y radiación global dentro del invernadero, por medio de sensores electrónicos especializados de la marca HOBO.

Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar, con un arreglo factorial, en que se evaluaron dos factores: 1) época de producción (seca y lluviosa); y 2) genotipo (11 genotipos), para un total de 22 tratamientos; se establecieron cuatro repeticiones por tratamiento. Para cada repetición se sembró una parcela con ocho plantas (dos sacos rellenos con fibra de coco como sustrato), y todos los datos se obtuvieron a partir de los frutos totales producidos en dicha parcela. Para todas las variables (excepto la edad al inicio de la cosecha) 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

En la tabla 2 se presenta el resumen de las variables ambientales dentro del invernadero, durante el desarrollo del ensayo. Durante la época seca, la temperatura diurna promedio, diurna máxima y nocturna máxima fueron mayores que durante la época lluviosa. La humedad relativa, en todos los casos, fue mayor en la época lluviosa que en la época seca. La radiación global promedio y máxima fueron mayores en la época seca que en la época lluviosa.

**TABLA 2**

VARIABLES AMBIENTALES DENTRO DEL INVERNADERO, SEGÚN LA ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Variable	Época de producción	
	Seca	Lluviosa
Temperatura diurna promedio (°C)	29,6	27,1
Temperatura diurna máxima (°C)	37,0	33,4
Temperatura diurna mínima (°C)	20,3	20,7
Temperatura nocturna promedio (°C)	21,1	21,4
Temperatura nocturna máxima (°C)	24,1	23,9
Temperatura nocturna mínima (°C)	19,2	19,8
Humedad relativa diurna promedio (%)	50,5	72,3
Humedad relativa diurna máxima (%)	77,1	91,4
Humedad relativa diurna mínima (%)	33,1	52,3
Humedad relativa nocturna promedio (%)	75,3	89,2
Humedad relativa nocturna máxima (%)	82,4	94,2
Humedad relativa nocturna mínima (%)	64,8	78,9
Radiación global diurna promedio (W/m <sup>2</sup> )	646,5	494,0
Radiación global diurna máxima (W/m <sup>2</sup> )	1605,6	1563,1
Radiación global diurna mínima (W/m <sup>2</sup> )	1,2	1,4

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos.

## Edad al inicio de la cosecha

En la época seca, todos los genotipos de pepino iniciaron su cosecha a los 31 ddt, mientras que, en la época lluviosa, la cosecha inició entre los 28 y los 30 ddt, según el genotipo.

Según los datos de la literatura, en el cultivo de pepino la edad al inicio de la cosecha oscila entre 24 y 91 ddt (Pérez, s.f.; Nomura y Cardoso, 2000; Hochmuth et al., 2004; Shaw et al., 2004; Cardoso, 2007; Soleimani et al., 2009; Monsalve et al., 2011; Ramírez et al., 2012; Nair et al., 2013; Arshad et al., 2014; Barraza Álvarez, 2015; López Elías et al., 2015; Rahil y Qanadillo, 2015; Arshad, 2017; Hossain et al., 2018; Meneses Fernández y Quesada Roldán, 2018); en comparación con esta información, los resultados obtenidos en el presente ensayo se encuentran dentro de ese rango.

Según varias investigaciones, el inicio de la cosecha de frutos de pepino se produce de forma más precoz en las épocas de mayor temperatura, en comparación con la época de menor temperatura (Cardoso, 2002; Cardoso y Silva, 2003; Grijalva et al., 2011). Sin embargo, en forma contraria, en el presente ensayo el inicio de la cosecha fue ligeramente más precoz en la época de menor temperatura (época lluviosa).

En la tabla 3 se presentan las medias de las otras variables evaluadas en los 11 híbridos de pepino (promedio de las dos épocas de producción), y en las dos épocas de producción (promedio de los 11 genotipos de pepino), considerando todas las categorías de calidad en conjunto, y en las tablas 4 y 5 se muestran los resultados para las categorías de primera y segunda calidad, para las variables de rendimiento y de calidad, respectivamente.

**TABLA 3**  
**MEDIAS DE VARIABLES EVALUADAS EN 11 HÍBRIDOS DE PEPINO Y EN DOS ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN**

Factor	Variable							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Genotipo								
Arioso	31,52 f	50,99 e	3,61 f	15,81 a	7412 a	470,24 e	19,25 a	14,10 a
Corinto	20,85 c	51,62 e	3,39 de	25,45 cd	7772 a	316,77 cd	20,19 a	16,40 b
Cumlaude	33,21 h	49,53 d	3,29 cd	21,23 b	10426 bc	485,36 f	27,08 bc	19,42 d
Kalunga	32,31 g	49,62 d	3,35 de	22,91 bc	10779 c	472,50 e	28,00 c	19,55 d
Katrina	17,19 a	43,10 a	3,02 a	45,38 f	10328 bc	230,46 a	26,83 bc	21,89 e
Macario	22,05 de	51,52 e	3,53 f	26,67 d	8097 a	325,12 d	21,03 a	16,82 bc
Modan	22,37 e	49,26 d	3,15 b	26,82 d	7440 a	280,92 b	19,33 a	15,80 b
Paisaje	33,11 h	47,67 c	3,33 cde	22,27 b	10452 c	466,40 e	27,15 c	18,26 cd
Paraiso	22,18 de	51,27 e	3,40 e	26,30 d	8052 a	317,40 cd	20,91 a	16,95 bc
Primavera	21,76 d	51,04 e	3,23 bc	25,31 cd	7756 a	308,03 c	20,15 a	16,35 b
22-20-782	18,42 b	45,03 b	3,00 a	41,29 e	9648 b	233,43 a	25,06 b	19,34 d
Época de producción								
Seca	25,84 b	48,10 a	3,50 b	24,06 a	8211 a	370,71 b	21,33 a	17,04 a
Lluviosa	24,15 a	50,21 b	3,09 a	30,39 b	9637 b	339,59 a	25,03 b	18,39 b
Interacción genotipo x época de producción								
	***	***	***	*	***	***	***	***

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Variables: 1 = longitud del fruto (cm); 2 = diámetro del fruto (mm); 3 = porcentaje de sólidos solubles totales ("Brix"); 4 = número total de frutos por planta; 5 = producción por planta (g); 6 = peso del fruto (g); 7 = rendimiento total (kg/m<sup>2</sup>); 8 = rendimiento comercial (kg/m<sup>2</sup>). Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher (p≤0,05). Simbología: \* = significativa (p≤0,05); \*\* = muy significativa (p≤0,01); \*\*\* = altamente significativa (p≤0,001).

**TABLA 4**

**MEDIAS DE VARIABLES DE RENDIMIENTO, EVALUADAS EN 11 HÍBRIDOS DE PEPINO Y EN DOS ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN, PARA LAS CATEGORÍAS DE PRIMERA Y SEGUNDA CALIDAD**

Factor	Número de frutos por planta		Peso del fruto (g)		Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ):	
	Calidad primera	Calidad segunda	Calidad primera	Calidad segunda	Calidad primera	Calidad segunda
<b>Genotipo</b>						
Artoso	5,15 a	5,42 a	564,10 g	473,67 ef	7,44 a	6,66 bc
Corinto	10,50 c	8,32 d	374,40 c	298,85 cd	10,36 bc	6,04 bc
Cornulande	7,62 b	6,43 ab	562,03 g	495,79 g	11,13 c	8,29 e
Kalunga	7,94 b	7,08 bc	532,12 f	471,43 e	10,80 bc	8,74 e
Karima	20,63 f	13,10 f	262,67 a	229,44 a	14,11 e	7,78 de
Macario	10,48 c	8,81 d	407,25 d	302,07 d	11,09 c	5,73 ab
Modan	11,01 cd	8,93 d	340,96 b	268,94 b	9,73 b	6,06 bc
Paisaje	7,58 b	6,44 ab	509,68 e	490,83 fg	10,10 bc	8,16 e
Paraiso	11,30 cd	8,26 cd	376,11 c	298,59 cd	11,02 c	5,93 abc
Primavera	11,89 d	6,97 b	360,38 c	280,73 bc	11,37 cd	4,98 a
22-20-782	19,00 e	11,18 e	252,05 a	234,50 a	12,46 d	6,88 cd
<b>Época de producción</b>						
Seca	11,05 a	6,04 a	455,67 b	369,81 b	11,74 b	5,30 a
Lluviosa	11,33 a	10,49 b	370,1 a	329,25 a	10,00 a	8,39 b
<b>Intención genotipo x época de producción</b>	***	***	***	***	***	***

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ). Simbología: \* = significativa ( $p \leq 0,05$ ); \*\* = muy significativa ( $p \leq 0,01$ ); \*\*\* = altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ).

**TABLA 5**  
**MEDIAS DE VARIABLES DE CALIDAD, EVALUADAS EN 11 HÍBRIDOS DE PEPINO Y EN DOS ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN, PARA LAS CATEGORÍAS DE PRIMERA Y SEGUNDA CALIDAD**

Factor	Variable					
	Longitud del fruto (cm)		Diámetro del fruto (mm)		Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)	
	Calidad primera	Calidad segunda	Calidad primera	Calidad segunda	Calidad primera	Calidad segunda
Genotipo						
Arioso	33,87 f	31,15 f	53,52 d	50,35 de	3,70 e	3,62 f
Corinto	22,53 c	20,89 c	55,90 ef	51,72 fg	3,28 b	3,35 d
Cumlaude	35,84 h	33,11 h	52,35 cd	50,04 de	3,27 b	3,32 cd
Kalunga	34,72 g	32,09 g	51,94 c	49,36 cd	3,32 bc	3,35 d
Katrina	18,52 a	16,84 a	47,41 a	42,58 a	2,99 a	3,01 a
Macario	24,33 de	22,21 de	57,07 f	52,36 g	3,53 d	3,47 e
Modan	24,02 de	22,83 e	52,19 c	50,24 de	3,01 a	3,13 b
Paisaje	35,49 h	33,84 h	50,09 b	48,06 c	3,33 bc	3,35 de
Paraiso	24,55 e	21,94 d	56,62 ef	51,10 efg	3,42 cd	3,37 de
Primavera	23,70 d	21,67 d	55,78 e	50,47 def	3,26 b	3,21 bc
22-20-782	19,48 b	18,17 b	46,99 a	45,59 b	2,98 a	2,98 a
Época de producción						
Seca	28,43 b	26,18 b	52,81 a	48,51 a	3,41 b	3,47 b
Lluviosa	25,57 a	23,77 a	52,62 a	50,01 b	3,15 a	3,11 a
Interacción genotipo x época de producción	***	***	***	***	***	***

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ). Simbología: \* = significativa ( $p \leq 0,05$ ); \*\* = muy significativa ( $p \leq 0,01$ ); \*\*\* = altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ).

Dado que en todos los casos se encontró una interacción significativa o altamente significativa entre ambos factores evaluados (genotipo y época de producción), se presenta a continuación el resultado de esta interacción para cada variable.

### Longitud del fruto

En la tabla 6 se presentan los datos para la longitud del fruto, según genotipo y época de producción, para todas las categorías de calidad en conjunto, y en las tablas 7 y 8 se presentan los resultados para las categorías de primera y segunda calidad, respectivamente.

**TABLA 6**

LONGITUD DEL FRUTO, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Longitud del fruto (cm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	31,58 gh	31,45 gh
Corinto	21,10 d	20,60 cd
22-20-782	18,31 b	18,53 b
Valor mayor en época seca		
Cumlaude	34,48 k	31,94 hi
Kalunga	33,55 i	31,08 g
Katrina	17,83 b	16,56 a
Macario	23,85 f	20,24 c
Modan	23,43 ef	21,31 d
Paisaje	33,83 jk	32,39 i
Paraíso	23,33 ef	21,03 d
Primavera	22,95 e	20,58 cd

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 7**

LONGITUD DEL FRUTO DE PRIMERA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Longitud del fruto (cm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
22-20-782	19,96 b	19,00 b
Valor mayor en época seca		
Arioso	34,96 j	32,77 h
Corinto	23,47 e	21,60 c
Cumlaude	37,94 l	33,73 hi
Kalunga	36,67 k	32,77 h
Katrina	19,52 b	17,53 a
Macario	26,80 g	21,85 cd
Modan	25,37 f	22,68 de
Paisaje	36,83 kl	34,15 ij
Paraíso	25,82 fg	23,28 e
Primavera	25,42 f	21,98 cd

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

A nivel general, tres genotipos no mostraron diferencias en longitud del fruto entre las épocas de producción, mientras que para ocho genotipos la longitud fue mayor en la época seca. Los valores para esta variable también fueron mayores en la época seca para los frutos de primera calidad de 10 genotipos y para los frutos de segunda calidad de nueve genotipos.

Según diversos autores, la longitud del fruto en pepino varía entre 12,43 y 39,30 cm (Hochmuth et al., 2004; Gómez López et al., 2006; Premalatha et al., 2006; Cardoso, 2007; Soleimani et al., 2009; López Elías et al., 2011; Nair et al., 2013; Arshad et al., 2014; Galindo et al., 2014; Patil y Bhagat, 2014; Barraza Álvarez, 2015; López Elías et al., 2015; Abu Zahra y Ateyyat, 2016; Arshad, 2017; Kapuriya et al., 2017; Hossain et al., 2018); los resultados obtenidos en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango.

**TABLA 8**  
**LONGITUD DEL FRUTO DE SEGUNDA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y**  
**ÉPOCA DE PRODUCCIÓN**

Genotipo	Longitud del fruto (cm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	31,52 jk	30,78 j
22-20-782	17,69 bc	18,65 cd
Valor mayor en época seca		
Corinto	21,62 f	20,15 e
Cumlaude	35,12 m	31,10 jk
Kalunga	33,24 l	30,93 jk
Katrina	17,37 b	16,30 a
Macario	24,99 i	19,43 de
Modan	24,15 hi	21,50 f
Paisaje	35,74 m	31,95 k
Paraíso	23,50 gh	20,38 e
Primavera	23,05 g	20,30 e

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Algunos investigadores han obtenido frutos de mayor longitud en la época de mayor temperatura (primavera), en comparación con la época de menor temperatura (otoño, invierno) (Hochmuth et al., 1996; Jasso Chaverria et al., 2005; Gómez López et al., 2006); este mismo fenómeno sucedió en el presente trabajo para la mayoría de los genotipos evaluados. Por ejemplo, en un ensayo con genotipos de pepino largo, Kalunga obtuvo una longitud de 33,5 cm en otoño, y 36,1 cm en primavera (Hochmuth et al., 1996); en el presente ensayo, ese genotipo obtuvo a nivel general 31,08 cm en la época lluviosa y 33,55 cm en la época seca.

En forma contraria, otros investigadores evaluaron genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera; para el tipo holandés se obtuvo una mayor longitud del fruto (32,0-37,1 cm) en otoño, que en primavera (25,9-32,0 cm); Kalunga obtuvo 32,0 cm en otoño, y 25,9 cm en primavera; para el

tipo Beit Alpha se obtuvo una longitud entre 14,0 y 19,0 cm en otoño, y entre 15,0 y 18,0 cm en primavera (Lamb et al., 2001). Asimismo, otros autores ensayaron también con genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera; para el tipo holandés se obtuvo una longitud del fruto entre 31,4 y 39,0 cm en otoño, y entre 26,3 y 39,3 cm en primavera; Kalunga obtuvo entre 32,3 y 37,2 cm en otoño, y entre 26,3 y 36,8 cm en primavera; para el tipo Beit Alpha se obtuvo una longitud entre 14,3 y 20,3 cm en otoño, y entre 14,5 y 21,9 cm en primavera (Shaw et al., 2000). Estos resultados indican que no siempre una mayor temperatura provoca una mayor longitud del fruto en pepino.

### Diámetro del fruto

En la tabla 9 se muestran los datos de diámetro del fruto para todas las categorías de calidad en conjunto, y en las tablas 10 y 11 se presentan los resultados para las categorías de primera y segunda calidad, respectivamente.

**TABLA 9**

DIÁMETRO DEL FRUTO, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Diámetro del fruto (mm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Cumlaude	49,57 de	49,48 de
Kalunga	50,09 e	49,16 de
Katrina	43,26 a	42,94 a
Modan	48,57 cd	49,96 de
Valor mayor en época lluviosa		
Arioso	49,68 de	52,31 f
Corinto	49,74 de	53,51 fg
Macario	48,95 de	54,09 g
Paisaje	46,60 b	48,74 cde
Paraíso	49,97 de	52,56 f
Primavera	49,96 de	52,13 f
22-20-782	42,68 a	47,39 bc

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 10**  
**DIÁMETRO DEL FRUTO DE PRIMERA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y**  
**ÉPOCA DE PRODUCCIÓN**

Genotipo	Diámetro del fruto (mm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	53,71 f	53,33 f
Corinto	55,99 hij	55,81 hi
Katrina	47,18 b	47,64 bc
Macario	56,92 hij	57,22 ij
Paisaje	50,00 de	50,19 de
Primavera	55,48 gh	56,08 hij
Valor mayor en época lluviosa		
Paraíso	55,69 ghi	57,55 j
22-20-782	44,76 a	49,22 cd
Valor mayor en época seca		
Cumlaude	53,56 f	51,15 e
Kalunga	54,06 fg	49,82 de
Modan	53,62 f	50,77 de

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Al considerar el total de frutos, no existieron diferencias en el diámetro del fruto entre las épocas de producción para cuatro genotipos, pero en el caso de siete genotipos dicha variable fue mayor en la época lluviosa. No obstante, al considerar los frutos de primera calidad, el diámetro fue mayor en la época seca para tres genotipos, fue mayor en la época lluviosa para dos genotipos, y fue igual en ambas épocas para seis genotipos. En el caso de los frutos de segunda calidad, cinco genotipos mostraron un mayor diámetro en la época lluviosa y seis genotipos no presentaron diferencias para esta variable entre ambas épocas.

**TABLA 11**

DIÁMETRO DEL FRUTO DE SEGUNDA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Diámetro del fruto (mm), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Cumlaude	49,74 bcd	50,34 cd
Kalunga	49,60 bc	49,13 bc
Katrina	43,17 a	41,99 a
Modan	49,70 bc	50,78 cd
Paisaje	48,03 b	48,09 b
Paraíso	50,57 cd	51,63 de
Valor mayor en época lluviosa		
Arioso	49,09 bc	51,62 de
Corinto	50,62 cd	52,83 ef
Macario	50,74 cd	53,98 f
Primavera	49,25 bc	51,68 de
22-20-782	43,11 a	48,07 b

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. 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 de pepino oscila entre 24,2 y 60,7 mm (Hochmuth et al., 2004; Gómez López et al., 2006; Cardoso, 2007; Soleimani et al., 2009; López Elías et al., 2011; Nair et al., 2013; Galindo et al., 2014; Patil y Bhagat, 2014; Barraza Álvarez, 2015; López Elías et al., 2015; Kapuriya et al., 2017; Hossain et al., 2018); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango.

En España, para un pepinillo producido en invernadero, se informó que el diámetro del fruto en invierno (temperatura máxima  $-T_{\text{máx}}$  - entre 28,7 y 32,4 °C; temperatura mínima  $-T_{\text{mín}}$  - entre 15,8 y 18,5 °C) fue menor en comparación con los frutos obtenidos en primavera ( $T_{\text{máx}}=36,6-37,0$  °C;  $T_{\text{mín}}=16,8-20,7$  °C) (Gómez-López et al., 2006). De la misma forma, en un ensayo con genotipos de pepino largo, en producción de otoño y de primavera, se obtuvo un diámetro de 48,3 mm en otoño, y entre 50,8 y 53,3 mm en primavera; Kalunga obtuvo 48,3 mm en otoño, y 50,8 mm en prima-

vera (Hochmuth et al., 1996). En el presente estudio se encontró el mismo resultado para los frutos de primera calidad de los genotipos Cumlaude, Kalunga y Modan; pero, en términos generales, se halló el resultado contrario para siete de los genotipos evaluados.

Unos autores ensayaron con pepinos tipo Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera. Para el tipo holandés se obtuvo un diámetro del fruto de 50,8 mm, tanto en otoño como en primavera; Kalunga fue uno de los genotipos evaluados (Lamb et al., 2001); este mismo fenómeno se presentó en el presente ensayo en términos generales con cuatro de los genotipos evaluados. Sin embargo, dichos autores hallaron para el tipo Beit Alpha un diámetro entre 38,1 y 50,8 mm en otoño, y de 38,1 mm en primavera (Lamb et al., 2001).

Otros investigadores ensayaron con genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera. Para el tipo holandés se obtuvo un diámetro del fruto entre 45,0 y 49,0 mm en otoño, y entre 43,0 y 52,0 mm en primavera; Kalunga obtuvo entre 45,0 y 46,0 mm en otoño, y entre 43,0 y 46,0 mm en primavera. Para el tipo Beit Alpha se obtuvo un diámetro entre 39,0 y 46,0 mm en otoño, y entre 38,0 y 44,0 mm en primavera (Shaw et al., 2000).

En un estudio se determinó que, para un pepino tipo holandés, el diámetro del fruto fue de 44,0 mm tanto en otoño como en primavera, mientras que para un pepino tipo Beit Alpha el diámetro fue de 35,0 mm en otoño y de 37,0 mm en primavera (diferencia significativa) (Jasso Chaverria et al., 2005).

### **Número de frutos por planta**

En la tabla 12 se presentan los datos para el número total de frutos por planta, según genotipo y época de producción, y en las tablas 13 y 14 se muestran los datos para las categorías de primera y segunda calidad, respectivamente.

**TABLA 12**

NÚMERO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Número de frutos por planta, según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	15,03 a	16,60 ab
Primavera	24,31 efg	26,32 fgh
Valor mayor en época lluviosa		
Corinto	22,16 cde	28,75 hij
Cumlaude	17,63 ab	24,84 efg
Kalunga	18,90 bc	26,92 ghi
Katrina	41,35 kl	49,41 m
Macario	22,78 def	30,56 ij
Modan	22,04 cde	31,60 j
Paisaje	20,13 bcd	24,41 efg
Paraíso	21,63 cde	30,97 j
22-20-782	38,67 k	43,91 l

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Dos genotipos no mostraron diferencias en el número total de frutos por planta entre ambas épocas de producción, mientras que para los nueve genotipos restantes se obtuvo un mayor valor para esta variable durante la época lluviosa. En el caso de los frutos de primera calidad, se obtuvo una mayor cantidad por planta durante la época seca para dos genotipos, se halló una mayor cantidad por planta en la época lluviosa para dos genotipos, y no se presentaron diferencias para esta variable entre ambas épocas para siete genotipos. Con respecto a los frutos de segunda calidad, casi todos los genotipos produjeron una mayor cantidad de frutos durante la época lluviosa, con excepción de Arioso, que no mostró diferencias entre ambas épocas para esta variable.

**TABLA 13**

NÚMERO DE FRUTOS DE PRIMERA CALIDAD POR PLANTA, SEGÚN  
GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Número de frutos por planta, según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	4,54 a	5,75 ab
Corinto	11,16 g	9,85 efg
Macario	10,22 efg	10,75 fg
Modan	10,61 fg	11,41 gh
Paisaje	7,25 bcd	7,91 cd
Paraíso	11,07 g	11,54 gh
22-20-782	18,56 i	19,44 i
Valor mayor en época lluviosa		
Cumlaude	6,41 abc	8,83 de
Kalunga	6,76 bc	9,13 def
Valor mayor en época seca		
Katrina	21,97 j	19,29 i
Primavera	13,05 h	10,72 fg

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 14**

NÚMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CALIDAD POR PLANTA, SEGÚN  
GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Número de frutos por planta, según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	5,37 ab	5,47 ab
Valor mayor en época lluviosa		
Corinto	5,85 ab	10,79 ef
Cumlaude	4,49 a	8,38 cd
Kalunga	4,74 a	9,42 de
Katrina	9,29 de	16,91 h

Macario	6,70 bc	10,91 ef
Modan	5,66 ab	12,19 fg
Paisaje	4,41 a	8,47 d
Paraíso	5,02 a	11,50 fg
Primavera	5,66 ab	8,28 cd
22-20-782	9,27 de	13,10 g

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Según los datos de la literatura, en el cultivo de pepino la producción total de frutos por planta varía entre 6,0 y 66,8 (Pérez, s.f.; Nomura y Cardoso, 2000; Hochmuth et al., 2004; Shaw et al., 2004; Premalatha et al., 2006; Cardoso, 2007; Crosby, 2008; Soleimani et al., 2009; López Elías et al., 2011; Nair et al., 2013; Arshad et al., 2014; Patil y Bhagat, 2014; Sarhan e Ismael, 2014; López Elías et al., 2015; Rahil y Qanadillo, 2015; Abu Zahra y Ateyyat, 2016; Sandí, 2016; Arshad, 2017; Kapuriya et al., 2017; Meneses Fernández y Quesada Roldán, 2018); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dicho rango.

En Brasil, en una prueba con genotipos de pepino tipo “caipira”, el número de frutos de calidad comercial por planta fue superior (19,1-41,3 frutos/planta) en el verano ( $T_{\text{máx}} = 26-29$  °C;  $T_{\text{mín}} = 16-19$  °C), en comparación con el invierno (6,7-14,6 frutos/planta;  $T_{\text{máx}} = 22-25$  °C;  $T_{\text{mín}} = 11-15$  °C) (Cardoso, 2002); en el presente ensayo se obtuvo el resultado contrario para la mayoría de genotipos evaluados, dado que se produjeron más frutos por planta en la época de menor temperatura (época lluviosa).

En otra prueba con varios genotipos de pepino tipo japonés, el número de frutos de calidad comercial por planta fue similar (17,83-25,42 frutos/planta) en el verano, en comparación con el invierno (16,07-26,85 frutos/planta) (Cardoso y Silva, 2003); esto mismo sucedió para los genotipos Arioso y Primavera en el presente estudio.

En un ensayo con genotipos de pepino largo, en producción de otoño y de primavera, se obtuvo una producción comercial entre 11,0 y 14,4 frutos/planta en otoño, y entre 12,6 y 15,2 frutos/planta en primavera; Kalunga obtuvo 14,4 frutos/planta en otoño, y 14,5 frutos/planta en primavera (Hochmuth et al., 1996); en el presente ensayo, este genotipo produjo muchos más frutos por planta.

Lamb et al. (2001) ensayaron con genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera; para el tipo holandés se obtuvo una producción comercial entre 19 y 24 frutos/planta en otoño, y entre 13 y 14 frutos/planta en primavera; Kalunga obtuvo 24 frutos/planta en otoño, y 14 frutos/planta en primavera; para el tipo Beit Alpha se obtuvo una producción comercial entre 28 y 37 frutos/planta en otoño, y entre 34 y 44 frutos/planta en primavera. Según dichos autores, el pepino Beit Alpha produce 2 o 3 veces más frutos comerciales por planta que el tipo holandés; en primavera, cuando las temperaturas aumentan, el número de frutos de los cultivares Beit Alpha se incrementa, debido a su mayor tolerancia al calor (Lamb et al., 2001); sin embargo, en el presente ensayo esto no sucedió de esta manera para los genotipos Katrina y 22-20-782, que son tipo Beit Alpha.

Por otra parte, Shaw et al. (2000) evaluaron genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera. Para el tipo holandés se obtuvo una producción comercial de entre 15,6 y 21,2 frutos/planta en otoño, y entre 12,7 y 23,8 frutos/planta en primavera; Kalunga obtuvo 21,2 frutos/planta en otoño, y entre 14,3 y 23,8 frutos/planta en primavera. Para el tipo Beit Alpha se obtuvo una producción comercial entre 27,6 y 36,7 frutos/planta en otoño, y entre 34,3 y 66,8 frutos/planta en primavera.

### **Peso del fruto**

En la tabla 15 se muestran los datos de peso del fruto, según el genotipo y la época de producción, para todas las categorías de calidad en conjunto, y en las tablas 16 y 17 se presentan los resultados para las categorías de primera y segunda calidad, respectivamente.

**TABLA 15**

**PESO DEL FRUTO, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN**

Peso del fruto (g), según época de producción		
Genotipo	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	465,22 jk	475,26 k
Kalunga	476,46 kl	468,55 jk
Valor mayor en época lluviosa		
Cumlaude	452,13 ij	518,58 m
Paisaje	439,75 i	493,05 l
22-20-782	224,24 ab	242,62 cd
Valor mayor en época seca		
Corinto	374,06 h	259,49 de
Katrina	239,71 bc	221,22 a
Macario	378,51 h	271,74 e
Modan	304,51 f	257,33 de
Paraíso	372,13 h	262,67 e
Primavera	351,12 g	264,94 e

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 16**

**PESO DEL FRUTO DE PRIMERA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN**

Peso del fruto (g), según época de producción		
Genotipo	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Cumlaude	574,81 mn	549,24 lm
Katrina	275,73 bc	249,61 ab
Paisaje	522,97 kl	496,39 jk
22-20-782	257,00 ab	247,10 a
Valor mayor en época seca		
Arioso	606,51 o	521,69 k
Corinto	446,39 h	302,42 cd
Kalunga	599,04 no	465,21 hi

Macario	482,86 ij	331,64 e
Modan	382,74 f	299,17 cd
Paraíso	447,13 h	305,10 de
Primavera	417,20 g	303,56 d

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Al considerar la totalidad de frutos, seis genotipos mostraron un mayor peso del fruto durante la época seca, tres genotipos presentaron un mayor peso en la época lluviosa, y dos genotipos no mostraron diferencias entre épocas. En cuanto a los frutos de primera calidad, el peso fue mayor en la época seca para siete genotipos, y para los restantes cuatro genotipos no se presentaron diferencias entre épocas. En relación con los frutos de segunda calidad, el peso fue mayor durante la época seca para cinco genotipos, y no se presentaron diferencias entre épocas para seis genotipos.

Según datos de la literatura, el peso del fruto de pepino oscila entre 44,0 y 616,90 g (Nomura y Cardoso, 2000; Hochmuth et al., 2004; Shaw et al., 2004; Gómez López et al., 2006; Premalatha et al., 2006; Crosby, 2008; Grijalva et al., 2011; López Elías et al., 2011; Ramírez et al., 2012; Nair et al., 2013; Arshad et al., 2014; Galindo et al., 2014; Patil y Bhagat, 2014; Sarhan e Ismael, 2014; López Elías et al., 2015; Rahil y Qanadillo, 2015; Abu Zahra y Ateyyat, 2016; Sandí, 2016; Arshad, 2017; Kapuriya et al., 2017; Hossain et al., 2018; Meneses Fernández y Quesada Roldán, 2018); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango.

**TABLA 17**

PESO DEL FRUTO DE SEGUNDA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Peso del fruto (g), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	478,14 def	469,21 d
Cumlaude	489,69 def	501,90 f
Kalunga	467,38 d	475,49 de

Katrina	227,82 a	231,07 a
Paisaje	497,44 ef	484,21 def
22-20-782	222,25 a	246,75 a
Valor mayor en época seca		
Corinto	354,95 c	242,75 a
Macario	357,86 c	246,28 a
Modan	297,57 b	240,32 a
Paraíso	355,29 c	241,89 a
Primavera	319,50 b	241,95 a

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

En una prueba con genotipos de pepino tipo “caipira”, el peso del fruto fue superior (279,2-300,8 g) en el verano ( $T_{\text{máx}}=26-29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{mín}}=16-19 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), en comparación con el invierno (206,0-234,2 g;  $T_{\text{máx}}=22-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{mín}}=11-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Cardoso, 2002). Sin embargo, en otra prueba con varios genotipos de pepino tipo japonés, el peso del fruto fue similar (133,28-159,55 g) en el verano, en comparación con el invierno (117,44-159,52 g) (Cardoso y Silva, 2003).

En México, al evaluar cuatro híbridos de pepino, no se encontraron diferencias en el peso del fruto entre cuatro fechas de siembra (siembras de otoño, invierno y primavera), cuando  $T_{\text{máx}}=28,6-31,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $T_{\text{mín}}=13,4-19,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Grijalva et al., 2011); esto mismo sucedió con varios genotipos en el presente trabajo.

En un ensayo con genotipos de pepino largo, en producción de otoño y de primavera, se obtuvo un peso del fruto entre 450,0 y 522,7 g otoño, y entre 572,7 y 618,2 g en primavera; Kalunga obtuvo 477,3 g en otoño, y 590,9 g en primavera (Hochmuth et al., 1996); los resultados obtenidos en el presente ensayo para Kalunga fueron similares a los hallados por dichos autores en otoño.

Lamb et al. (2001) evaluaron genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera. El peso del fruto fue mayor para ambos tipos de pepino en otoño, en comparación con la primavera; Kalunga obtuvo 391,6 g en otoño, y 295,1 g en primavera.

En otro estudio, Shaw et al. (2000) cultivaron genotipos de pepino Beit Alpha y holandés, en producción de otoño y de primavera. Para el tipo holandés se obtuvo un peso del fruto entre 376 y

417 g en otoño, y entre 295 y 518 g en primavera; Kalunga obtuvo 393 g en otoño, y entre 295 y 463 g en primavera. Para el tipo Beit Alpha se obtuvo un peso entre 156 y 247 g en otoño, y entre 122 y 256 g en primavera.

### Rendimiento por área

En las tablas 18 y 19 se presentan los datos de rendimiento total y comercial, respectivamente, según el genotipo y la época de producción, mientras que en la tabla 20 se muestra el rendimiento de primera calidad, y en la tabla 21 el rendimiento de segunda calidad.

**TABLA 18**

RENDIMIENTO TOTAL, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Rendimiento total (kg/m <sup>2</sup> ), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	18,03 ab	20,48 bcd
Corinto	21,00 cd	19,38 abc
Macario	20,49 bcd	21,57 cd
Paraíso	20,71 bcd	21,12 cd
Valor mayor en época lluviosa		
Cumlaude	20,71 bcd	33,45 h
Kalunga	23,25 de	32,75 h
Katrina	25,25 ef	28,40 g
Modan	17,53 a	21,12 cd
Paisaje	23,04 de	31,26 h
22-20-782	22,43 d	27,69 fg
Valor mayor en época seca		
Primavera	22,18 d	18,11 ab

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

En el rendimiento total, un genotipo obtuvo un mayor valor en la época seca, seis genotipos presentaron un mayor valor en la época lluviosa, y cuatro genotipos no mostraron diferencias

entre épocas. Con respecto al rendimiento comercial, dos genotipos obtuvieron un mayor valor en la época seca, cuatro genotipos presentaron un mayor valor en la época lluviosa, y para cinco genotipos no se hallaron diferencias entre épocas. En relación con el rendimiento de primera calidad, cinco genotipos mostraron un mayor valor en la época seca, un genotipo mostró un mayor valor en la época lluviosa, y cinco genotipos no mostraron diferencias entre épocas. Para el rendimiento de segunda calidad, nueve genotipos presentaron un mayor valor en la época lluviosa, y dos genotipos no presentaron diferencias entre épocas.

**TABLA 19**

**RENDIMIENTO COMERCIAL, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN**

Genotipo	Rendimiento comercial (kg/m <sup>2</sup> ), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	13,74 a	14,46 ab
Katrina	21,13 gh	22,66 hi
Macario	17,41 cdef	16,24 bcde
Modan	15,12 abc	16,48 bcde
Paraíso	17,55 def	16,36 bcde
Valor mayor en época lluviosa		
Cumlaude	15,33 abcd	23,52 i
Kalunga	16,44 bcde	22,65 hi
Paisaje	15,67 abcd	20,84 gh
22-20-782	17,79 def	20,89 gh
Valor mayor en época seca		
Corinto	18,27 ef	14,53 ab
Primavera	19,04 fg	13,66 a

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 20**

RENDIMIENTO DE PRIMERA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	7,08 a	7,80 ab
Kalunga	10,58 de	11,03 ef
Modan	10,60 de	8,87 abcd
Paisaje	10,01 cde	10,19 cde
22-20-782	12,45 fg	12,48 fgh
Valor mayor en época lluviosa		
Cumlaude	9,66 bcde	12,60 fgh
Valor mayor en época seca		
Corinto	12,99 gh	7,73 ab
Katrina	15,73 i	12,49 fgh
Macario	12,92 gh	9,26 bcde
Paraíso	12,90 gh	9,14 bcd
Primavera	14,29 hi	8,45 abc

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Según los datos de la literatura, el rendimiento total por área en pepino oscila entre 1,8 y 27,33 kg/m<sup>2</sup> (Pérez, s.f.; Nomura y Cardoso, 2000; Hochmuth et al., 2004; Shaw et al., 2004; Premalatha et al., 2006; Soleimani et al., 2009; López Elías et al., 2011; Monsalve et al., 2011; Barraza, 2012; Ramírez et al., 2012; Arshad et al., 2014; Galindo et al., 2014; Olalde et al., 2014; Patil y Bhagat, 2014; Sarhan e Ismael, 2014; López Elías et al., 2015; Rahil y Qanadillo, 2015; Arshad, 2017; Kapuriya et al., 2017; Hossain et al., 2018; Menezes Fernández y Quesada Roldán, 2018); los resultados hallados en el presente ensayo se ubicaron dentro de dicho rango, excepto en el caso de los genotipos Paisaje, 22-20-782, Katrina, Kalunga y Cumlaude en la época lluviosa, los cuales presentaron un valor superior a ese rango, es decir, fueron más productivos.

**TABLA 21**

RENDIMIENTO DE SEGUNDA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	6,66 bcde	6,67 bcde
Primavera	4,75 a	5,20 ab
Valor mayor en época lluviosa		
Corinto	5,28 ab	6,80 cde
Cumlaude	5,66 abcd	10,92 g
Kalunga	5,86 abcd	11,63 g
Katrina	5,39 abc	10,17 g
Macario	4,49 a	6,98 def
Modan	4,52 a	7,61 ef
Paisaje	5,67 abcd	10,65 g
Paraíso	4,65 a	7,22 def
22-20-782	5,35 abc	8,41 f

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

En España, para un pepinillo producido en invernadero, se informó que el rendimiento en invierno ( $T_{\text{máx}}=28,7-32,4$  °C;  $T_{\text{mín}}=15,8-18,5$  °C) varió entre 4,16 y 6,86 kg/m<sup>2</sup>, mientras que en primavera ( $T_{\text{máx}}=36,6-37,0$  °C;  $T_{\text{mín}}=16,8-20,7$  °C) osciló entre 15,18 y 17,26 kg/m<sup>2</sup> (Gómez López *et al.*, 2006. Asimismo, en una prueba con genotipos de pepino tipo “caipira” en Brasil, el rendimiento comercial fue superior (11,20-23,12 kg/m<sup>2</sup>) en el verano ( $T_{\text{máx}}=26-29$  °C;  $T_{\text{mín}}=16-19$  °C), en comparación con el invierno (2,78-6,59 kg/m<sup>2</sup>;  $T_{\text{máx}}=22-25$  °C;  $T_{\text{mín}}=11-15$  °C) (Cardoso, 2002); este mismo resultado se obtuvo con varios genotipos en el presente trabajo.

En otra prueba con varios genotipos de pepino tipo japonés, el rendimiento comercial fue similar (4,80-7,58 kg/m<sup>2</sup>) en el verano, en comparación con el invierno (3,91-8,24 kg/m<sup>2</sup>) (Cardoso y Silva, 2003); esto también sucedió con varios genotipos en el presente ensayo.

En México, al evaluar cuatro híbridos de pepino en cuatro fechas de siembra, se obtuvo un rendimiento significativamente mayor (9,6-15,5 kg/m<sup>2</sup>) cuando  $T_{\text{máx}}=28,6-29,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $T_{\text{mín}}=13,4-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en comparación con otra fecha de siembra en que el rendimiento fue muy bajo (1,8-3,3 kg/m<sup>2</sup>), cuando  $T_{\text{máx}}=31,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y  $T_{\text{mín}}=19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La presencia de altas temperaturas ( $>30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante la producción de pepino provoca desequilibrios en las plantas, dando lugar a malformaciones de hojas y frutos defectuosos, lo que afecta directamente el rendimiento (Grijalva et al., 2011). No obstante, en el presente trabajo, la temperatura máxima durante la época seca fue de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pero el rendimiento comercial en esa época fue menor en comparación con la época lluviosa, solamente en el caso de cuatro genotipos. Por otra parte, no se halló interacción entre el efecto de los híbridos y de las fechas de siembra (Grijalva et al., 2011); sin embargo, en el presente ensayo dicha interacción sí fue significativa, o altamente significativa.

En un ensayo con genotipos de pepino largo, en producción de otoño y de primavera, se obtuvo un rendimiento comercial entre 9,38 y 12,39 kg/m<sup>2</sup> en otoño, y entre 13,13 y 16,06 kg/m<sup>2</sup> en primavera; Kalunga obtuvo 12,39 kg/m<sup>2</sup> en otoño, y 15,49 kg/m<sup>2</sup> en primavera (Hochmuth et al., 1996); sin embargo, en el presente ensayo dicho genotipo obtuvo un rendimiento total más alto.

Los genotipos Corinto y Primavera se deben considerar como tolerantes al calor, ya que mostraron un mayor rendimiento durante la época seca, la cual se caracterizó por una mayor temperatura en el invernadero en comparación con la época lluviosa. Por lo tanto, esos genotipos pueden ser opciones interesantes para enfrentar los desafíos del cambio climático, pues se pueden aprovechar sus genes de tolerancia al calor en programas de mejoramiento genético con el fin de generar nuevas variedades que puedan adaptarse y ser productivas en un futuro escenario de calentamiento global.

### **Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)**

En la tabla 22 se presentan los resultados para el porcentaje de sólidos solubles totales, según el genotipo y la época de producción, para todas las categorías de calidad en conjunto, y en las tablas 23 y 24 se muestran los datos para las categorías de primera y segunda calidad, respectivamente.

**TABLA 22**

PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	3,58 ghi	3,65 hi
Katrina	3,04 bcd	3,00 abc
Valor mayor en época seca		
Corinto	3,72 i	3,05 bcd
Cumlaude	3,53 fgh	3,06 cd
Kalunga	3,67 hi	3,02 abc
Macario	3,89 j	3,18 de
Modan	3,41 f	2,89 a
Paisaje	3,59 ghi	3,07 cd
Paraíso	3,58 ghi	3,22 e
Primavera	3,46 fg	2,99 abc
22-20-782	3,10 cde	2,91 ab

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Con respecto al total de frutos, para nueve genotipos el mayor valor para esta variable se halló en la época seca, y para dos genotipos no se presentaron diferencias entre épocas. En el caso de los frutos de primera calidad, siete genotipos mostraron un mayor valor en la época seca, y cuatro genotipos no presentaron diferencias entre épocas. Para los frutos de segunda calidad, para ocho genotipos el mayor valor se halló en la época seca, para un genotipo se obtuvo el mayor valor en la época lluviosa, y para dos genotipos no se presentaron diferencias entre épocas.

**TABLA 23**

PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN FRUTOS DE PRIMERA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Arioso	3,61 ghi	3,80 i
Katrina	2,95 abc	3,03 abc
Paraíso	3,47 efgh	3,38 ef
22-20-782	3,06 abc	2,90 ab
Valor mayor en época seca		
Corinto	3,45 efgh	3,10 bcd
Cumlaude	3,40 efg	3,13 cd
Kalunga	3,64 hi	3,00 abc
Macario	3,79 i	3,28 de
Modan	3,14 cd	2,88 a
Paisaje	3,56 fgh	3,10 bcd
Primavera	3,49 fgh	3,03 abc

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

**TABLA 24**

PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN FRUTOS DE SEGUNDA CALIDAD, SEGÚN GENOTIPO Y ÉPOCA DE PRODUCCIÓN

Genotipo	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix), según época de producción	
	Seca	Lluviosa
Sin diferencia entre épocas		
Katrina	3,04 abc	2,98 ab
22-20-782	3,04 abc	2,93 ab
Valor mayor en época lluviosa		
Arioso	3,42 f	3,83 j
Valor mayor en época seca		
Corinto	3,68 hij	3,03 ab
Cumlaude	3,61 ghi	3,03 ab

Kalunga	3,63 hi	3,07 bcd
Macario	3,74 ij	3,20 cd
Modan	3,39 ef	2,88 a
Paisaje	3,63 hi	3,08 bcd
Paraíso	3,52 fgh	3,23 de
Primavera	3,44 fg	2,98 ab

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos. Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Según diversos autores, el porcentaje de sólidos solubles totales en pepino varía entre 2,5 y 5,0 °Brix (Gómez López et al., 2006; Galindo et al., 2014; Barraza Álvarez, 2015; López Elías et al., 2015; Sandí, 2016; Kapuriya et al., 2017); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dicho rango. En España, se informó, para un pepinillo, que el porcentaje de sólidos solubles totales en invierno varió entre 3,8 y 4,2 °Brix, mientras que en primavera osciló entre 3,4 y 4,1 °Brix (Gómez López *et al.*, 2006).

## Conclusiones

Los genotipos de pepino iniciaron cosecha a los 31 días después del trasplante (ddt) en la época seca, y entre los 28 y 30 ddt en la época lluviosa.

En términos generales, durante la época seca los frutos presentaron una mayor longitud, un menor diámetro, un mayor peso y un mayor porcentaje de sólidos solubles totales, en comparación con los de la época lluviosa. El número total de frutos por planta y el rendimiento total y comercial, fueron mayores en la época lluviosa, en comparación con la época seca. Sin embargo, la interacción genotipo x época de producción, fue significativa, o altamente significativa, para todas las variables evaluadas.

Los genotipos Corinto y Primavera presentaron un mayor rendimiento comercial en la época seca, por lo que se consideran como poseedores de genes de tolerancia al calor, los cuales pueden ser aprovechados en fitomejoramiento para enfrentar la amenaza del calentamiento global y del cambio climático.

## 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.

## Bibliografía

- Abu Zahra, T. R. y Ateyyat, M. A. (2016). Effect of various shading methods on cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth and yield production. *International Journal of Environment and Sustainability*, 5(1), 10-17. [https://www.researchgate.net/profile/Taleb-Abu-Zahra/publication/309762378\\_Effect\\_of\\_Various\\_Shading\\_Methods\\_on\\_Cucumber\\_Growth\\_and\\_Yield\\_Production/links/5821f13308aece82e27f22ac/Effect-of-Various-Shading-Methods-on-Cucumber-Growth-and-Yield-Production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Taleb-Abu-Zahra/publication/309762378_Effect_of_Various_Shading_Methods_on_Cucumber_Growth_and_Yield_Production/links/5821f13308aece82e27f22ac/Effect-of-Various-Shading-Methods-on-Cucumber-Growth-and-Yield-Production.pdf)
- Arshad, I. (2017). Effect of water stress on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *PSM Biological Research*, 2(2), 63-67. [https://www.researchgate.net/profile/Imran-Arshad/publication/330956641\\_Effect\\_of\\_Water\\_Stress\\_on\\_the\\_Growth\\_and\\_Yield\\_of\\_Greenhouse\\_Cucumber\\_Cucumis\\_sativus\\_L/links/5c5d103392851c48a9c197f7/Effect-of-Water-Stress-on-the-Growth-and-Yield-of-Greenhouse-Cucumber-Cucumis-sativus-L.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Imran-Arshad/publication/330956641_Effect_of_Water_Stress_on_the_Growth_and_Yield_of_Greenhouse_Cucumber_Cucumis_sativus_L/links/5c5d103392851c48a9c197f7/Effect-of-Water-Stress-on-the-Growth-and-Yield-of-Greenhouse-Cucumber-Cucumis-sativus-L.pdf)
- Arshad, I., Ali, W. y Khan, Z. A. (2014). 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*, 1(8), 650-660. <https://journals.pen2print.org/index.php/ijr/article/view/534/229>
- Barraza, F. V. (2012). Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Temas Agrarios*, 17(2), 18-29. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/699>

- Barraza Álvarez, F. V. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 60-71. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a06.pdf>
- Cardoso, A. I. (2002). Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura. *Bragantia*, 61(1), 43-48. <https://www.scielo.br/j/brag/a/4RggPwyrpHxWLFt3JtJgxmH/?format=pdf&lang=pt>
- Cardoso, A. I. (2007). Avaliação de linhagens e híbridos experimentais de pepino do grupo varietal japonês sob ambiente protegido. *Bragantia*, 66(3), 469-475. <https://www.scielo.br/j/brag/a/TtHGFdCMZ6RsPRHXYmb9Szc/?lang=pt>
- Cardoso, A. I. y Silva, N. (2003). Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, 21(2), 170-175. <https://www.scielo.br/j/hb/a/HggwPSqhlL4SCGs5HxYBtGg/?lang=pt>
- Crosby, L. C. (2008). *Growth and consumer evaluation of Cucumis sativus L. cultivated in controlled environments*. Tesis de maestría en Horticultura, Texas Tech University. <https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/22602>
- Cruz Coronado, J. A. y Monge Pérez, J. E. (2021). Evaluación de cuatro genotipos de pepino tipo largo cultivados bajo ambiente protegido. *Revista Pensamiento Actual*, 21(36), 58-69. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/83801/PA-Art%20publicado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galindo, F. V., Fortis, M., Preciado, P., Trejo, R., Segura, M. A. y Orozco, J. A. (2014). Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), 1219-1232. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263131533007>
- Gómez López, M. D., Fernández Trujillo, J. P. y Baille, A. (2006). Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons. *Scientia Horticulturae*, 110, 68-78. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030442380600269X?via%3Dihub>
- Grijalva, R.L., Macías, R., Grijalva, S.A. y Robles, F. (2011). 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*, 13(1), 29-36. [https://www.researchgate.net/publication/289824301\\_EVALUACION\\_DEL\\_EFECTO\\_DE\\_LA\\_FECHA\\_DE\\_SIEMBRA\\_EN\\_LA\\_PRODUCTIVIDAD\\_Y\\_CALIDAD\\_DE\\_HIBRIDOS\\_DE\\_PEPINO\\_EUROPEO\\_BAJO\\_CONDICIONES\\_DE\\_INVERNADERO\\_EN\\_EL\\_NOROESTE\\_DE\\_SONORA](https://www.researchgate.net/publication/289824301_EVALUACION_DEL_EFECTO_DE_LA_FECHA_DE_SIEMBRA_EN_LA_PRODUCTIVIDAD_Y_CALIDAD_DE_HIBRIDOS_DE_PEPINO_EUROPEO_BAJO_CONDICIONES_DE_INVERNADERO_EN_EL_NOROESTE_DE_SONORA)
- Hochmuth, R. C., Davis, L. L., Laughlin, W. L., Simonne, E. H., Sargent, S. A. y Berry, A. (2004). *Evaluation of twelve greenhouse mini cucumber (Beit Alpha) cultivars and two growing systems during the 2002-2003 winter season in Florida*. Research report 2003-2004, University of Florida, IFAS, Florida, EEUU. Retrieved from <http://svaec.ifas.ufl.edu/docs/pdf/svreports/greenhousehydroponics/2003-04.pdf>
- Hochmuth, R. C., León, L. L. y Hochmuth, G. J. (1996). Evaluation of twelve greenhouse cucumber cultivars and two training systems over two seasons in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 109, 174-177.
- Hossain, S. A., Wang, L. y Liu, H. (2018). Improved greenhouse cucumber production under deficit water and fertilization in Northern China. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(4), 58-64. <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/3566/pdf>
- Jasso Chaverria, C., Hochmuth, G. J., Hochmuth, R. C. y Sargent, S. A. (2005). Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *Hort Technology*, 15(3), 565-571. <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/15/3/article-p565.xml>
- Kapuriya, V. K., Ameta, K. D., Teli, S. K., Chittora, A., Gathala, S. y Yadav, S. (2017). Effect of spacing and training on growth and yield of polyhouse grown cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8), 299-304. <https://www.ijcmas.com/6-8-2017/Vikram%20Kumar%20Kapuriya,%20et%20al.pdf>
- Kumari, A., Singh, A. K., Moharana, D. P., Kumar, A. y Kumar, N. (2018). Character relationship and path coefficient analysis for yield and yield components in diverse genotypes of cucumber

- (*Cucumis sativus* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 7(5), 33-38. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2018/vol7issue5/PartA/7-5-5-193.pdf>
- Lamb, E. M., Shaw, N. L. y Cantliffe, D. J. (2001). *Beit Alpha cucumber: a new greenhouse crop for Florida*. Retrieved from <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/EDIS/CV27700.pdf>
- López Elías, J., Garza, S., Huez, M. A., Jiménez, J., Rueda, E. O. y Murillo, B. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, 11(24), 25-36. [https://dagus.unison.mx/publicaciones/indexadas/ESJ%20Vol.11No.24\(2015\)%20Articulo.pdf](https://dagus.unison.mx/publicaciones/indexadas/ESJ%20Vol.11No.24(2015)%20Articulo.pdf)
- López Elías, J., Rodríguez, J. C., Huez, M. A., Garza, S., Jiménez, J. y Leyva, E. I. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA*, 29(2), 21-27. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n2/art03.pdf>
- Meneses Fernández, C. y Quesada Roldán, G. (2018). Crecimiento y rendimiento del pepino holandés en ambiente protegido y con sustratos orgánicos alternativos. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 235-250. <https://www.redalyc.org/journal/437/43755165001/html/>
- Monge Pérez, J. E., Chacón Padilla, K. y Loría Coto, M. (2021). Criterios de selección para el rendimiento en pepino (*Cucumis sativus*) cultivado en invernadero en época seca. *Cuadernos de Investigación UNED*, 13(1), e3373. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v13n1/1659-4266-cinn-13-01-e3373.pdf>
- Monge Pérez, J. E., Cruz Coronado, J. A. y Loría Coto, M. (2021). Determinación de parámetros de selección para el rendimiento en pepino (*Cucumis sativus*) cultivado bajo invernadero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(1), 43-55. <http://repositorio.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/82934/Art%3%adculo%20publicado%20AIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monsalve, O. I., Casilimas, H. A. y Bojacá, C. R. (2011). Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 69-82. [https://www.researchgate.net/publication/276121305\\_Evaluacion\\_tecnica\\_y\\_economica\\_](https://www.researchgate.net/publication/276121305_Evaluacion_tecnica_y_economica_)

- del\_pepino\_y\_el\_pimenton\_como\_alternativas\_al\_tomate\_bajo\_invernadero
- Nair, A., Carpenter, B. H. y Weieneth, L. K. (2013). *Effect of plastic mulch and trellises on cucumber production in high tunnels*. Retrieved from Iowa State Research Farm Progress Reports: [http://lib.dr.iastate.edu/farms\\_reports/1909](http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/1909)
- Nomura, E. S. y Cardoso, A. I. (2000). Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês. *Scientia Agricola*, 57(2), 257-261. <https://www.scielo.br/j/sa/a/pNcJHRnns39NkFNQzzS3PhP/?lang=pt>
- Olalde, V. M., Mastache, A. A., Carreño, E., Martínez, J. y Ramírez, M. (2014). El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. *Interciencia*, 39(10), 712-717. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-Olalde-6.pdf>
- Patil, M. A. y Bhagat, A. D. (2014). Yield response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to shading percentage of shade net. *International Journal of Agricultural Engineering*, 7(1), 243-248. [http://researchjournal.co.in/upload/assignments/7\\_243-248.pdf](http://researchjournal.co.in/upload/assignments/7_243-248.pdf)
- Pérez, M. (s.f.). *Productividad de variedades de pepino europeo (Cucumis sativus L.) bajo cultivo hidropónico en malla y multitúnel*. Retrieved from <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/productividad-variedades-de-pepino-europeo#sthash.ZtqP3ai9.dpbs>
- Premalatha, M. G., Wahundeniya, K. B., Weerakkody, W. A. y Wicramathunga, C. K. (2006). Plant training and spatial arrangement for yield improvements in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties. *Tropical Agricultural Research*, 18, 346-357. <http://192.248.43.153/bitstream/1/1977/2/PGIATAR-18-346.pdf>
- Rahil, M. H. y Qanadillo, A. (2015). Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop. *Agricultural Water Management*, 148, 10-15. <https://scholar.ptuk.edu.ps/bitstream/123456789/525/1/effect%20of%20different%20irrigation%20regime.pdf>
- Ramírez, G., Rico, E., Mercado, A., Ocampo, R., Guevara, R. G., Soto, G. M. y Godoy, H. (2012). Efecto del manejo cultural y sombreo sobre la productividad del cultivo del pepino

- (*Cucumis sativus* L.). *Ciencia@UAQ*, 5(1), 1-9. [https://www.uaq.mx/investigacion/revista\\_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v5-n1/articulo2.pdf](https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v5-n1/articulo2.pdf)
- Sandí, C. G. (2016). *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*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9837/crecimiento\\_producci%c3%b3n\\_absorci%c3%b3n\\_cultivo\\_pepino\\_%28cucumis%20sativus%20l.%29\\_con\\_dos\\_soluciones\\_nutritivas\\_ambiente\\_protegido\\_zona\\_san%20carlos\\_costa%20rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9837/crecimiento_producci%c3%b3n_absorci%c3%b3n_cultivo_pepino_%28cucumis%20sativus%20l.%29_con_dos_soluciones_nutritivas_ambiente_protegido_zona_san%20carlos_costa%20rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sarhan, T. Z. e Ismael, S. F. (2014). Effect of low temperature and seaweedextractsonfloweringandyieldoftwocucumbercultivars (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(1), 41-54. <https://pdfs.semanticscholar.org/86c1/a2a3bee9ba779b20634b4168e7eebf426e5c.pdf>
- Sharma, S., Kumar, R., Chatterjee, S. y Sharma, H. R. (2018). Correlation and path analysis studies for yield and its attributes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6(2), 2045-2048. [https://www.researchgate.net/profile/Subhrajyoti-Chatterjee-4/publication/328253547\\_Correlation\\_and\\_path\\_analysis\\_studies\\_for\\_yield\\_and\\_its\\_attributes\\_in\\_cucumber\\_Cucumis\\_sativus\\_L/links/5bc104fa92851c88fd65d02a/Correlation-and-path-analysis-studies-for-yield-and-its-attributes-in-cucumber-Cucumis-sativus-L.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Subhrajyoti-Chatterjee-4/publication/328253547_Correlation_and_path_analysis_studies_for_yield_and_its_attributes_in_cucumber_Cucumis_sativus_L/links/5bc104fa92851c88fd65d02a/Correlation-and-path-analysis-studies-for-yield-and-its-attributes-in-cucumber-Cucumis-sativus-L.pdf)
- Shaw, N. L., Cantliffe, D. J., Funes, J. y Shine III, C. (2004). Successful Beit Alpha cucumber production in the greenhouse using pine bark as an alternative soilless media. *Hort Technology*, 14(2), 289-294. <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/14/2/article-p289.xml>
- Shaw, N. L., Cantliffe, D. J., Rodríguez, J. C., Taylor, S. y Spencer, D. M. (2000). Beit Alpha cucumber: an exciting new greenhouse crop. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 113, 247-253.

Soleimani, A., Ahmadikhah, A. y Soleimani, S. (2009). Performance of different greenhouse cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.) in southern Iran. *African Journal of Biotechnology*, 8(17), 4077-4083. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/62132>