

PRESENTACIÓN

La Revista InterSedes se complace en presentar un nuevo número de manuscritos, todos ofreciendo una muestra del trabajo investigativo y docente que en nuestra alma mater se lleva a cabo.

En esta ocasión, las contribuciones provienen de Guanacaste (Olivares, Bermúdez), Turrialba (Castillo), Heredia (Elizondo y Monge), San José (Díaz, Solano y Amador, Chang, Aragón) y Argentina (Sandí y Cruz). La mayoría de las contribuciones provienen de estudios de posgrado, proyectos de investigaciones y estudios interinstitucionales. Otros provienen de un análisis crítico del trabajo docente.

La temática representada en el presente número amplía los horizontes a la relación entre la fe religiosa y la ciencia (Aragón) un tema muy presente en nuestro campus universitario, al patrimonio cultural intangible costarricense (Chang). Los resultados de investigaciones en materia de educación (Olivares, Sandí y Cruz) no faltan con sus aportes para el mejoramiento de los procesos de aprendizaje y enseñanza. El estudio del clima del Caribe y su registro histórico (Díaz, Solano y Amador), una reflexión historiográfica de la composición musical (Castillo). Finalmente, la producción agrícola (Elizondo y Monge), así como los procesos para la toma de decisiones propias de las Pymes (Bermúdez).

Como es de todos y todos conocidos, una publicación periódica requiere de aportes colectivos como los pares evaluadores y los Consejos Editoriales y Científicos, pero también de los criterios e indicadores de evaluación. En nuestro caso, UCRIndex recientemente ha planteado nuevos retos con otros indicadores que garanticen la calidad científica de las publicaciones de la Universidad de Costa Rica. En consecuencia, el trabajo editorial de este año se intensifica, y se espera que los resultados finales sean los esperados por la comunidad universitaria.

Sin más que anotar, el aporte de la Revista InterSedes a la producción científica está en sus manos.

M. Ph. Jimmy Washburn
Director, Revista InterSedes

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 15 GENOTIPOS DE PIMIENTO (CAPSICUM ANNUUM) CULTIVADOS BAJO INVERNADERO EN COSTA RICA¹

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 15 BELL PEPPER (CAPSICUM ANNUUM) GENOTYPES GROWN UNDER GREENHOUSE CONDITIONS IN COSTA RICA

ESTEBAN ELIZONDO-CABALCETA²

JOSÉ ELADIO MONGE-PÉREZ³

Recibido: 30 de octubre del 2015	Aprobado: 7 de abril del 2017
----------------------------------	-------------------------------

DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/isucr.v18i37.28652>

Resumen

Se realizó una caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento con frutos de forma cuadrada o rectangular cultivados bajo invernadero, tanto a nivel cualitativo (5 variables) como cuantitativo (8 variables). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre genotipos para las variables cuantitativas. Los datos muestran una amplia variabilidad en cuanto a la altura de la planta (0,82 – 1,41 m), área foliar (73,91 – 122,26 cm²), diámetro del tallo (12,55 – 16,55 mm), longitud del tallo (11,38 – 31,38 cm), ancho del fruto (6,85 – 9,28 cm), longitud del fruto (7,78 – 13,17 cm), relación largo/ancho del fruto (0,90 – 1,92), y espesor de la pared del fruto (4,84 – 6,31 mm). Esta información es útil para los productores en el proceso de selección del genotipo a utilizar en su sistema productivo, según el nicho de mercado de interés.

¹ Este trabajo forma parte de la tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica del primer autor, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

² Costarricense, ingeniero agrónomo, teléfono (506)8910-7105, correo electrónico: estebanec5@gmail.com, Heredia, Costa Rica..

³ Costarricense, ingeniero agrónomo, teléfono (506)2289-5969 y 8819-3526, correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx, Apdo. 665-4050, Estación Experimental Fabio Baudrit y Sede de Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Palabras clave: Pimiento, *Capsicum annuum*, invernadero, longitud del fruto, ancho del fruto, altura de planta, diámetro del tallo

Abstract

A morphological characterization of 15 bell pepper genotypes of blocky or rectangular fruit shape grown under greenhouse conditions was conducted, considering both qualitative (5) and quantitative (8) variables. There were statistically significant differences between genotypes for quantitative variables. Data show a wide variability with respect to plant height (0,82 – 1,41 m), foliar area (73,91 – 122,26 cm²), stem diameter (12,55 – 16,55 mm), stem length (11,38 – 31,38 cm), fruit width (6,85 – 9,28 cm), fruit length (7,78 – 13,17 cm), fruit length/width ratio (0,90 – 1,92), and fruit wall thickness (4,84 – 6,31 mm). This information is useful for growers to choose the best variety for their particular market purposes.

Key words: Bell pepper, *Capsicum annuum*, greenhouse, fruit length, fruit width, plant height, stem diameter

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta que pertenece a la familia Solanaceae, y sus frutos son ricos en provitamina A, vitamina B, vitamina C, y en minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro (Maboko *et al.*, 2012).

Este cultivo se ubica entre las siete hortalizas más importantes en el mundo, con una producción anual estimada en 24 millones de toneladas métricas. Se consume fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas de diversos países, y también en una gama de productos industriales como congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas (Loayza, 2001).

En el año 2006, en la Región Central Occidental de Costa Rica (Poás, Grecia, Zarcero, Atenas, Sarchí, Naranjo, Alajuela, San Ramón) había aproximadamente 272 productores de pimiento con 163,5 hectáreas sembradas, de las cuales 43,7 ha eran en la modalidad de invernadero. En la región Central (Santa Ana, Escazú, San Rafael de Alajuela) había 79 productores con 166 hectáreas, y en la región Oriental (Tablón, Paraíso, El Guarco, Capellades) había 30 productores (Cerdas, 2004). En el año 2010, las principales zonas de procedencia del pimiento comercializado en el CENADA fueron los cantones de Pérez Zeledón, Cervantes, Paraíso, Santa Bárbara, Alajuela,

Grecia, Naranjo, San Ramón, Tilarán y Hojancha, con 1.856 toneladas de pimiento de primera calidad, 1.464 toneladas de pimiento de segunda calidad, y 1.063 toneladas de pimiento de tercera calidad (PIMA, 2010).

En Costa Rica, la mayoría de productores de pimiento utilizan sistemas de producción a cielo abierto (Jiménez *et al.*, 2007); se siembra principalmente la variedad Nathalie F-1, pero existen otras variedades con posibilidades de competir en el mercado nacional e internacional en cuanto a características agronómicas y de rendimiento en otros sistemas de producción, como el cultivo bajo invernadero.

El uso de invernaderos y otros sistemas de protección de plantas ha sido ampliamente utilizado alrededor del mundo con gran suceso (Wittwer y Castilla, 1995). La horticultura protegida es una alternativa para los productores dado que permite satisfacer los compromisos de muchos mercados, pues posibilita enfrentar los rigores del cambio climático y sus efectos; diversas variables ambientales (temperatura, humedad relativa, lluvia, luminosidad) y agronómicas (tutorado, poda, sustratos, riego, fertilizantes, enfermedades, plagas) pueden controlarse con mayor certeza (Castilla, 2005; Gil-Vázquez *et al.*, 2003; Marín, 2009).

La tecnología de producción en invernadero ha incrementado el rendimiento de pimiento por unidad de superficie (Jovicich *et al.*, 2005).

Según Zúñiga *et al.* (2004), en invernadero se puede llegar a obtener 80 toneladas por hectárea. Por otra parte, Jiménez *et al.* (2007) mencionan que los rendimientos oscilan entre 8 y 43 ton/ha en campo abierto, y entre 30 y 150 ton/ha bajo ambiente protegido.

En Costa Rica, la producción hortícola bajo ambientes protegidos se inició a finales de los años 80 del siglo XX, dirigida a la exportación de plantas ornamentales y flores. En 2003, el 89 % de los invernaderos del país estaban localizados en la Región Central (Occidental y Oriental); en ese año las principales hortalizas que se cultivaban bajo ambiente protegido eran pimiento y tomate, las que ocupaban un 28 % y 11 % del área de los invernaderos del país, respectivamente (Marín, s.f.). Entre 2008 y 2009, el área total de cultivo bajo invernadero de tomate y pimiento a nivel nacional fue de 41 hectáreas (Marín, 2009; Marín, 2010).

En Costa Rica, la producción de pimiento tiene dos destinos principales, el mercado nacional y el mercado internacional. La principal diferencia es que para el mercado nacional se produce un pimiento de forma cónica, con un peso entre 150 y 350 g, de color verde y rojo, mientras que para el mercado internacional se demanda un pimiento homogéneo, con frutos de forma cuadrada o rectangular, de colores, y de cuatro puntas (Jiménez *et al.*, 2007), el cual se conoce como tipo “Mundial” o “Morrón”.

En Estados Unidos, las variedades de pimiento de forma cuadrada o rectangular que más se cultivan en invernadero son las que tienen frutos de color rojo, amarillo o anaranjado (Jovicich *et al.*, 2012; Jovicich *et al.*, 2003a). En ese país, existe un mercado importante de ese tipo de pimientos, y desde hace varios años se exporta este producto desde México, Canadá, Holanda, Israel, España, República Dominicana, y varios países de Centroamérica (Jovicich *et al.*, 2005). Las exportaciones de pimiento desde América Central y el Caribe hacia Estados Unidos sumaron más de 10.500 toneladas métricas en 2009 (Reho, 2010). La totalidad de esta producción de pimiento en dichos países se hace bajo ambientes protegidos, tales como invernaderos, túneles y otros, que permiten el mejoramiento de la calidad del fruto en comparación a la producción a campo abierto; en el año 2010, los principales países productores de acuerdo a su volumen fueron República Dominicana, Honduras, Nicaragua y Guatemala; se estima que hay más de 600 hectáreas de ambientes protegidos en estos países (Santos *et al.*, 2011).

En Costa Rica ya se cultivan pequeñas áreas de pimiento con frutos de forma cuadrada para el mercado interno, los cuales se venden a precios superiores al que se obtiene con el pimiento tipo cónico (J. Monge-Pérez, datos sin publicar). Este tipo de pimiento también se exporta a EEUU desde el año 2012 (Arias 2011; Arias 2013; Salas, 2012); en el año 2014 se exportaron 1.375 toneladas de pimiento

hacia ese país (Arias, 2014), y entre las variedades utilizadas están Vikingo y Sunny (color amarillo), Sindeka y Aifos (color rojo), y Magno y Sympathy (color anaranjado) (Salas, 2012).

El rendimiento de pimiento obtenido bajo ambiente protegido en Costa Rica (entre 94 a 201 toneladas/ha) ha sido mucho mayor que el obtenido en Honduras (52-54 toneladas/ha) y en República Dominicana (50-56 toneladas/ha) en condiciones similares, lo que evidencia el buen nivel tecnológico logrado en Costa Rica (Santos *et al.*, 2011).

El género *Capsicum* se conoce desde hace aproximadamente 7500 años cuando inició la civilización humana en el hemisferio occidental (MacNeish, 1964). Los pueblos prehistóricos y nativos de Mesoamérica y América del Sur domesticaron este género entre 5200 y 3400 años A.C., lo que lo sitúa entre los más antiguos de América (Heiser, 1976; Long, 1998). A partir de la domesticación de *Capsicum*, emergieron las cinco principales especies de este género: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., y *C. pubescens* R. & P. (IBPGR, 1983), siendo *C. annuum* la más importante económicamente (Paran *et al.*, 1998).

Tradicionalmente, los caracteres morfológicos se han utilizado tanto para describir como para distinguir entre variedades vegetales. Actualmente, en pimiento se utilizan los

descriptores para *Capsicum* publicados por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1995), y con base en éstos se han descrito diferentes tipos y variedades de pimiento alrededor del mundo (Alonso *et al.*, 2005).

De las cinco especies cultivadas de *Capsicum*, *C. annuum* presenta la mayor variabilidad morfológica en cuanto a tamaño, forma y color de frutos; pueden variar de 1 a 30 cm de longitud, con formas alargadas, cónicas o redondas, y cuerpos gruesos, macizos o aplanados. Los frutos presentan coloración verde o amarilla cuando están inmaduros, y roja, amarilla, anaranjada o café en estado maduro (Laborde y Pozo, 1982). Las características vegetativas también son variables (Eshbaugh, 1975); las cualidades morfológicas se han utilizado ampliamente con propósitos descriptivos y son usadas comúnmente para distinguir variedades vegetales; sin embargo, esto es cuestionable debido a que dichos caracteres morfológicos son afectados por el ambiente (Sitthiwong *et al.*, 2005).

Martín y González (1991) afirman que la caracterización morfológica de genotipos de plantas es una actividad que permite la selección de las variedades más promisorias de un cultivo, para su posterior utilización en programas de mejoramiento.

El descriptor es una característica evaluable en un momento determinado, y como todo atributo de un organismo, es producto de la interacción de uno o más genes entre sí y con el ambiente (Engels, 1980). Los descriptores pueden ser cualitativos, generalmente poco modificables por factores ambientales como el color y la forma de los frutos; o cuantitativos como la longitud del fruto y el rendimiento, los cuales se expresan en unidades de medida.

Una de las mayores preocupaciones de los fitomejoradores de pimiento es conocer y determinar las características cuantitativas asociadas directamente con el rendimiento del cultivo (Martín y González, 1991). El incremento del rendimiento en pimiento se puede llevar a cabo seleccionando plantas de acuerdo a características como número de frutos por planta, altura de la planta, y número de ramas principales, las cuales junto con el diámetro y longitud del fruto presentan alta variabilidad (Ado y Samawira, 1987).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar mediante descriptores morfológicos, 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con frutos de forma cuadrada y rectangular, cultivados bajo condiciones de invernadero en Alajuela, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de julio de 2010 a abril de 2011, en la Estación Experimental

Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, situada a 10° 1' latitud Norte y 84° 16' longitud Oeste, en el distrito San José del cantón Central de la provincia de Alajuela, a una altitud de 883 msnm, con un promedio de precipitación anual de 1940 mm distribuidos de mayo a noviembre, y un promedio anual de temperatura de 22 °C.

El ensayo se llevó a cabo en un invernadero modelo XR de la marca Richel (Francia), tipo multicapilla, de plástico, con ventilación cenital automática, y con un sistema de riego equipado por medio de un tanque de 2640 litros, una bomba AOSmith de 2 hp con una cámara hidroneumática, y un temporizador electrónico (“timer”).

Se evaluó 15 genotipos híbridos de pimiento (cuadro 1), cuyos frutos tienen forma cuadrada o rectangular.

Cuadro 1. Genotipos de pimiento utilizados en la investigación.

Genotipo	Proveedor
Amarillo Americano	Villaplants
Estrella	Rauco S. A.
MACR-101-07	Semillas Este Oeste
MACR-102-07	Semillas Este Oeste
MACR-103-07	Semillas Este Oeste
MACR-104-07	Semillas Este Oeste
MACR-105-07	Semillas Este Oeste
Magno	Resusa
Oberon	Resusa
Rojo Americano	Villaplants

Sweet Pepper Red	Semilla Agrícolas C. R.
Vikingo	Sakata
XC-425	Seracsa
XPPAD-169	Sakata
XPPAD-286	Sakata

El almácigo se sembró el 7 de julio del 2010 en bandejas de germinación de 128 alvéolos. Se utilizó sustrato compuesto por 50 % de fibra de coco molida y 50 % de abono orgánico marca Juan Viñas.

El trasplante se realizó el 19 de agosto de 2010, 43 días después de la siembra. Las plántulas se establecieron en 168 sacos de 1 metro de largo, 22 cm de ancho y 22 cm de altura, rellenos con sustrato inerte de fibra de coco molida. Previo al trasplante, los sacos se desinfectaron con el fungicida-bactericida Butrol (i.a. TCMTB), a una dosis de 2 ml/l. Se establecieron 12 hileras de 14 sacos cada una, con una longitud de 14 m cada hilera. La distancia entre hileras fue de 1,54 m, y la distancia entre plantas fue de 0,25 m, para una densidad de siembra de 25974 plantas/ha. El área total del ensayo fue de 258,72 m². El cultivo se manejó mediante poda española, que consistió en dejar las plantas a libre crecimiento.

Se trabajó con un sistema de riego por goteo para proporcionar a las plantas el suministro de agua y nutrientes. El método de aplicación fue mediante goteros con una descarga de 2,0 litros por hora por planta. Se utilizó un dosificador (Dosatron) con una proporción de inyección de

1:64. Se preparó la mezcla de sales solubles los días lunes, miércoles y viernes a partir del primer día de trasplante. Los días viernes se preparó una mezcla aumentada en un 50 % con respecto a los otros días para nutrir al cultivo durante el fin de semana.

La cosecha se realizó del 1° de noviembre de 2010 al 14 de abril de 2011; se hizo un total de 20 cosechas en forma semanal, y se recolectaron todos los frutos con al menos un 50 % de madurez.

Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar, con dos repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo constituida por dos sacos con cuatro plantas cada una, y la parcela útil se formó por las cuatro plantas ubicadas en la posición central de la misma.

Las variables evaluadas para la planta y el fruto se seleccionaron a partir de la lista de descriptores para *Capsicum* spp. (IPGRI, 1995).

Descriptores evaluados a nivel de planta

Variables cualitativas

Forma de la hoja

Se determinó según el punto 7.1.2.15 de los descriptores para *Capsicum*. Se tomó en promedio cuatro hojas por repetición, y por observación se clasificó en: deltoide, oval o

lanceolada. Esta evaluación se efectuó al final del ciclo del cultivo.

Variables cuantitativas

Altura de la planta

Se midió la altura de las cuatro plantas de la unidad experimental al final del ciclo del cultivo (209 ddt), y se obtuvo el promedio. La altura se midió desde la base del tallo de la planta hasta el último meristemo apical, con la ayuda de una cinta métrica marca Assist, modelo 32G-8025, con una capacidad de 8,0 m y una incertidumbre de 0,1 cm.

Área foliar

A los 182 ddt se tomaron ocho hojas de cada repetición, ubicadas en la parte central de la planta. Cada muestra se sometió a análisis mediante un medidor de área foliar modelo Li-3100C, y se calculó el área foliar promedio.

Diámetro del tallo

Se realizó una medición del diámetro del tallo a las cuatro plantas de cada unidad experimental a los 182 ddt, y se obtuvo el promedio; se utilizó un calibrador digital milimétrico marca Mitutoyo, modelo CD, con una capacidad de 15,00 cm y una incertidumbre de 0,01 cm. Esta medición se hizo en la parte media del tallo de cada planta, antes de la primera bifurcación,

según lo indican los descriptores para *Capsicum*, punto 7.1.2.10.

Longitud del tallo

Se realizó una medición de la longitud del tallo a los 48 ddt, a las cuatro plantas de cada unidad experimental, y se obtuvo el promedio. La medición se tomó desde la base del tallo de la planta hasta la zona donde inicia la bifurcación del tallo; se midió esta variable con una cinta métrica, y se registró el dato en centímetros.

Descriptores evaluados a nivel de fruto

Variables cualitativas

Se seleccionaron 20 frutos de cada genotipo, que no presentaran deformidades, y se les evaluó lo siguiente:

Forma del fruto

Por observación se clasificó cada fruto por su forma en: cónico, cuadrangular o rectangular.

Color del fruto

Se registró el color cuando el fruto presentó un 100 % de madurez.

Forma del ápice del fruto

Se clasificó el ápice del fruto por observación en: puntado, romo, hundido, o hundido y

puntado, según lo indican los descriptores para *Capsicum*, punto 7.2.2.15.

Forma del fruto en unión con el pedicelo

Se clasificó la forma del fruto en unión con el pedicelo por observación en: agudo, obtuso, truncado, cordado, o lobulado, de acuerdo a los descriptores para *Capsicum*, punto 7.2.2.13.

Variables cuantitativas

Ancho del fruto

A cada fruto se le midió sus dimensiones en la zona ecuatorial con un calibrador digital milimétrico, se anotó el dato en centímetros, y se obtuvo el promedio.

Longitud del fruto

A cada fruto se le midió sus dimensiones en sentido longitudinal, con un calibrador digital milimétrico, se anotó el dato en centímetros, y se obtuvo el promedio.

Relación largo/ancho del fruto

Con base en los datos de longitud y ancho de cada fruto, se calculó la relación largo/ancho del mismo, y se obtuvo el promedio para cada repetición.

Espesor de la pared del fruto

Se realizó un corte transversal en la zona ecuatorial del fruto, y con la ayuda de un calibrador digital milimétrico se midió el grosor de la pared en la parte más ancha, se anotó el dato en milímetros, y se obtuvo el promedio.

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas de la planta y del fruto se sometieron a un análisis de varianza, y se utilizó la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para

confirmar o descartar diferencias significativas entre genotipos; las únicas variables que no se sometieron a este análisis estadístico fueron el área foliar promedio y la relación largo/ancho del fruto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa que prevalecieron dentro del invernadero durante el ciclo del cultivo, se presentan en la figura 1.

Figura 1.

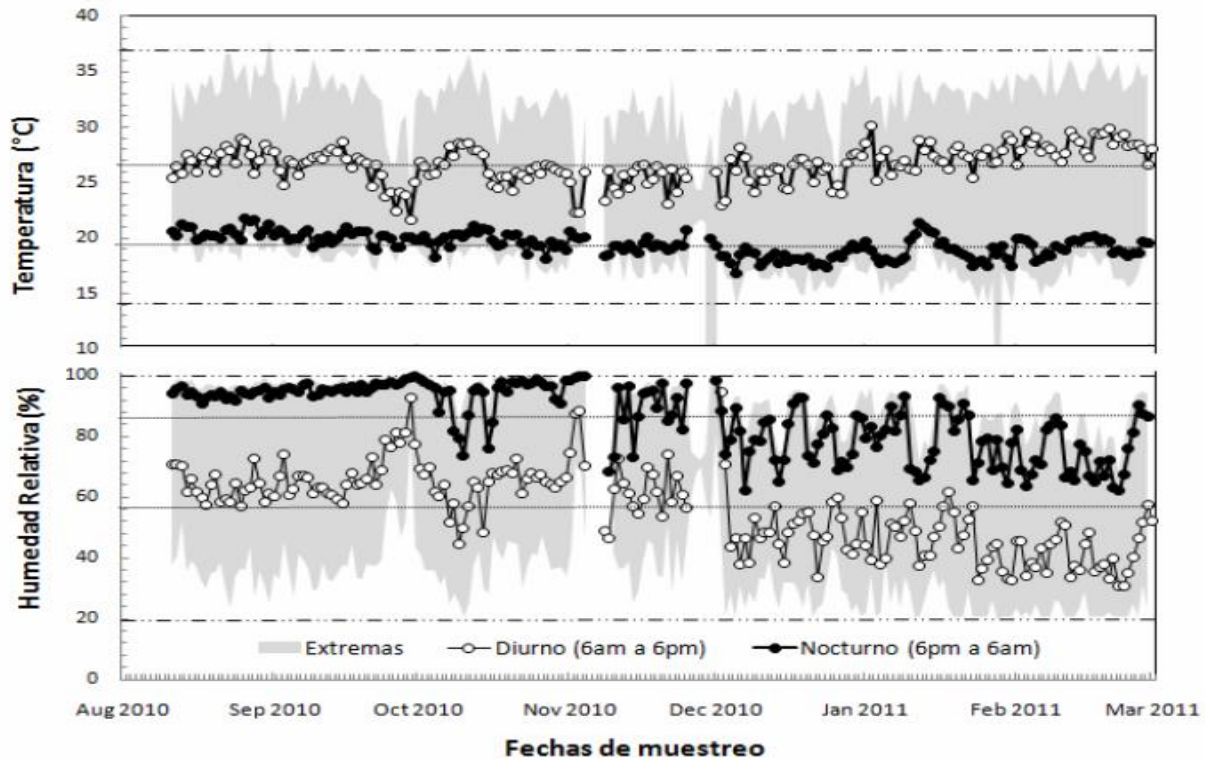


Figura 1. Valores de temperatura y humedad relativa del aire dentro del invernadero. Datos de los valores extremos y promedio, por día (diurnos y nocturnos). Alajuela, 2010-2011.

Características cualitativas de la planta y del fruto

En el cuadro 2 se presentan las características morfológicas cualitativas de la planta y del fruto para los 15 genotipos evaluados.

Se determinaron dos formas diferentes de la hoja: oval y deltoide, según los descriptores para *Capsicum*. La forma oval se presentó en 5 genotipos, y la forma deltoide se presentó en 10 genotipos.

Los frutos de forma rectangular se presentaron únicamente en los genotipos Estrella y XC-425. Los demás genotipos mostraron frutos de forma cuadrada, en la cual se presentan frecuentemente tres o cuatro lóbulos o puntas, creando una cavidad entre los mismos lóbulos; generalmente en estos genotipos la planta es compacta y el follaje cubre muy bien los frutos, evitando problemas de quema por sol (Milla, 1996a).

Cuadro 2. Características morfológicas cualitativas de la planta y del fruto, para los 15 genotipos de pimiento.

Planta		Fruto			
Genotipo	Forma de la hoja	Forma	Color	Forma de ápice del fruto	Forma en unión con el pedicelo
Amarillo Americano	Deltoide	Cuadrado	Amarillo	Hundido	Lobulado
Estrella	Oval	Rectangular	Rojo	Hundido	Lobulado
MACR-101-07	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
MACR-102-07	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
MACR-103-07	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
MACR-104-07	Oval	Cuadrado	Amarillo	Hundido	Lobulado
MACR-105-07	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
Magno	Oval	Cuadrado	Anaranjado	Hundido	Lobulado
Oberon	Deltoide	Cuadrado	Amarillo	Hundido	Lobulado
Rojo Americano	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
Sweet Pepper Red	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
Vikingo	Oval	Cuadrado	Amarillo	Hundido	Lobulado
XC-425	Oval	Rectangular	Rojo	Hundido	Lobulado
XPPAD-169	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado
XPPAD-286	Deltoide	Cuadrado	Rojo	Hundido	Lobulado

Los genotipos MACR-104-07, Oberon, Amarillo Americano y Vikingo mostraron frutos de color amarillo a la madurez. Solo un genotipo mostró la coloración anaranjada en el fruto, que fue la variedad Magno; el resto de los genotipos presentaron frutos de color rojo. Todos los frutos presentaron una coloración brillante y de buena tonalidad para el mercado internacional (Europa y EEUU), que toma muy en cuenta estas características.

Todos los genotipos mostraron una forma del ápice del fruto de tipo hundido, y una forma lobulada en la unión con el pedicelo del fruto.

Estas características morfológicas del fruto son muy importantes a nivel del mercado de exportación, donde en algunos casos se pide que la forma sea perfectamente cuadrada, y con las puntas bien formadas. En otras ocasiones, se exigen otros requisitos morfológicos, relacionados con la forma del ápice o la forma de unión con el pedicelo (Milla, 1996b).

Altura de la planta

La altura de la planta varió significativamente entre los genotipos, con un rango entre 0,82 y 1,41 m (cuadro 3).

El genotipo Magno obtuvo la menor altura de planta (0,82 m), mientras que los genotipos XC-425, XPPAD-169 y Estrella obtuvieron los mayores valores para esta variable. La mayor altura en algunos de los genotipos se relaciona con una mayor cantidad de nudos, o a una mayor longitud de los entrenudos.

Cuadro 3. Altura de la planta a los 209 ddt, para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Altura de la planta (m)
XC-425	1,41 a
XPPAD-169	1,40 ab
Estrella	1,38 abc
XPPAD-286	1,34 abc
MACR-103-07	1,24 abcd
MACR-105-07	1,21 abcde
MACR-102-07	1,17 bcde
Rojo Americano	1,12 bcde
Oberon	1,11 cde
MACR-104-07	1,08 def
Amarillo Americano	1,06 def
MACR-101-07	1,05 def
Vikingo	1,04 def
Sweet Pepper Red	0,96 ef
Magno	0,82 f

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

Para el caso de genotipos de pimiento de forma cuadrada, generalmente se presenta una mayor altura al aumentar el número de ramas. La altura de la planta es una característica varietal que se ve influenciada por la interacción

genotipo-ambiente; por lo tanto, hay factores como la temperatura, humedad, manejo del cultivo y calidad de la semilla que pueden provocar diferencias entre genotipos (FHIA 2009).

Una de las características principales que debe presentar el cultivo de pimiento es un buen desarrollo vegetativo, con adecuada cobertura de hojas, ya que esto reduce el riesgo de quemaduras del fruto por exposición solar, pues generalmente las plantas más pequeñas y compactas presentan una mejor cobertura de los frutos.

En pimiento se tienen informes de que la altura de la planta, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 6,0 plantas/m², puede variar entre 0,49 y 2,24 m (Grijalva-Contreras *et al.*, 2008; Jovicich *et al.*, 1999; Jovicich *et al.*, 2003b; Jovicich *et al.*, 2004; Moreno *et al.*, 2011; Paunero, 2008; Reséndiz-Melgar *et al.*, 2010). Los datos obtenidos en este trabajo coinciden con lo informado en la literatura.

En algunas ocasiones la altura de la planta es mayor conforme aumenta la densidad de siembra (Jovicich *et al.*, 2004; Seifi *et al.*, 2012), pero en otras ocasiones se ha encontrado el resultado contrario (Aminifard *et al.*, 2012), o no se han encontrado diferencias significativas entre distintas densidades de siembra (Grijalva-Contreras *et al.*, 2008; Reséndiz-Melgar *et al.*, 2010). Con respecto a la influencia del número de tallos por planta

sobre la altura de la misma, Jovicich *et al.* (2004) encontraron que la altura de la planta es mayor en plantas con poda holandesa (2 tallos/planta) en comparación a plantas con poda española (que tiene más de 2 tallos/planta), mientras que Grijalva-Contreras *et al.* (2008) no encontraron diferencias significativas para esta variable entre la poda a 2 y a 4 tallos por planta.

Quesada (2015), al evaluar el pimiento Amarillo Americano en el invernadero de la EEAFBM, a una densidad de 1,56 plantas/m², encontró una altura de planta de 0,83 m, mientras que en este ensayo dicho genotipo tuvo una altura de 1,06 m; esto se puede haber producido por la mayor densidad de siembra utilizada en esta investigación.

Reséndiz-Melgar *et al.* (2010), al cultivar pimiento entre 4,0 – 6,0 plantas/m², obtuvieron para el genotipo Magno una altura de planta de 0,54 m, y para el genotipo Oberon un valor de 0,51 m. Por otra parte, Moreno *et al.* (2011), al cultivar pimiento a 6,0 plantas/m², obtuvieron para el genotipo Magno una altura de 0,50 cm. En contraste, en esta investigación la variedad Magno presentó una altura de 0,82 m, y la variedad Oberon obtuvo 1,11 m, lo que evidencia una mayor altura de la planta, a pesar de que se utilizó una menor densidad de siembra; este resultado se puede haber producido por una mayor temperatura en el invernadero de la EEAFBM, en relación a los otros sitios.

Área foliar

El área foliar de cada uno de los genotipos de pimiento evaluados se presenta en el cuadro 4.

El genotipo Estrella presentó el mayor valor para esta característica (122,26 cm²), y el genotipo Magno mostró el valor más bajo (73,91 cm²). En general, los genotipos con frutos de forma rectangular tuvieron un área foliar mayor que los genotipos con frutos de forma cuadrada. Entre los genotipos con frutos de forma cuadrada, el que presentó mayor área foliar fue XPPAD-169, con 121,04 cm².

En este sentido, con base en los resultados obtenidos por los genotipos Magno, Estrella y XC-425, parece existir una correlación positiva entre el área foliar y la altura de la planta.

Cuadro 4. Área foliar para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Área foliar (cm ² /hoja)
Estrella	122,26
XPPAD-169	121,04
XC-425	117,59
MACR-105-07	115,03
Rojo Americano	110,03
MACR-102-07	98,66
XPPAD-286	97,06
MACR-104-07	93,65
Amarillo Americano	93,38
Oberon	93,21
Sweet Pepper Red	91,91
MACR-103-07	90,48

Genotipo	Área foliar (cm ² /hoja)
Vikingo	87,29
MACR-101-07	77,95
Magno	73,91

Diámetro del tallo

En el cuadro 5 se presentan los datos del diámetro del tallo para los diferentes genotipos evaluados.

Cuadro 5. Diámetro del tallo de la planta a los 182 ddt, para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Diámetro del tallo (mm)
XPPAD-169	16,55 a
XPPAD-286	16,19 a
Oberon	15,85 ab
MACR-105-07	14,84 abcde
MACR-103-07	14,80 abcde
Sweet Pepper Red	14,69 abcdef
Rojo Americano	14,08 bcdef
MACR-102-07	13,94 bcdef
Estrella	13,53 bcdef
XC-425	13,34 cdef
Vikingo	13,29 def
MACR-104-07	13,23 def
Amarillo Americano	13,21 ef
MACR-101-07	13,01 ef
Magno	12,55 f

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

El genotipo XPPAD-169 fue el que obtuvo el mayor diámetro del tallo (16,55 mm), y el menor valor fue para el genotipo Magno (12,55

mm). Dado que el genotipo Magno presentó también la menor altura de planta, estos datos sugieren una correlación positiva entre el diámetro del tallo y la altura de la planta.

El diámetro del tallo de la planta nos orienta a que, entre mayor sea el valor para esta variable, mayor es la capacidad para soportar el peso de órganos principales como ramas, flores y frutos, y a su vez disminuye el riesgo de que el tallo se quiebre por un exceso de peso de la parte aérea de la planta.

En pimiento se tienen informes de que el diámetro del tallo, al utilizar una densidad de siembra entre 2,5 – 6,0 plantas/m², puede variar entre 14,0 y 27,3 mm (Grijalva-Contreras *et al.*, 2008; Jovicich *et al.*, 1999; Moreno *et al.*, 2011; Reséndiz-Melgar *et al.*, 2010). Poco más de la mitad de los resultados obtenidos en este trabajo se encuentran ligeramente por debajo de lo informado en la literatura, con un valor mínimo de 12,55 mm.

Reséndiz-Melgar *et al.* (2010) encontraron para el genotipo Magno un diámetro de tallo de 16,6 mm, y para el genotipo Oberon de 21,2 mm. Por otra parte, Moreno *et al.* (2011) obtuvieron para el genotipo Magno un valor de 14,0 mm para esta variable. En este trabajo, el genotipo Magno mostró un diámetro de tallo de 12,55 mm, y el genotipo Oberon mostró 15,85 mm, por lo que estos valores obtenidos son un poco menores a los informados en la literatura.

Longitud del tallo

En el cuadro 6 se presentan los resultados con respecto a la variable longitud del tallo. El valor más bajo se obtuvo con el genotipo XPPAD-286 (11,38 cm), y el mayor valor se obtuvo con el genotipo MACR-102-07 (31,38 cm).

Cuadro 6. Longitud del tallo de la planta a los 48 ddt, para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Longitud del tallo (cm)
MACR-102-07	31,38 a
MACR-101-07	27,88 abcde
Amarillo Americano	26,13 abcde
MACR-103-07	24,88 abcde
Estrella	24,75 abcde
Rojo Americano	23,75 abcde
XC-425	23,75 abcde
MACR-104-07	23,13 bcdef
Magno	21,50 bcdef
MACR-105-07	20,75 cdef
XPPAD-169	20,50 cdef
Vikingo	18,50 cdef
Sweet Pepper Red	17,13 def
Oberon	15,63 ef
XPPAD-286	11,38 f

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

Moreno *et al.* (2011), al evaluar 13 híbridos de pimiento cuadrado en invernadero a una densidad de 6,0 plantas/m², encontraron que la longitud de tallo varió entre 19,4 y 33,0 cm, y que el genotipo Magno tuvo un valor de 22,3

cm, lo que es un valor muy cercano al obtenido por dicho genotipo en este ensayo (21,50 cm). Con respecto a los demás genotipos, cuatro de ellos tuvieron valores de longitud de los tallos inferiores a los obtenidos por dichos autores.

Ancho del fruto

En el cuadro 7 se presentan los resultados de ancho del fruto para los 15 genotipos de pimiento evaluados.

El genotipo que presentó el mayor valor para esta característica fue XPPAD-169 (9,28 cm), siendo este un genotipo con frutos de forma cuadrada. El menor valor para esta variable lo obtuvo el genotipo XC-425 (6,85 cm), que es un genotipo con frutos de forma rectangular.

En pimientos con frutos de forma rectangular, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 3,57 plantas/m², se tienen informes de que el ancho del fruto puede variar entre 4,14 y 9,02 cm (Aranguiz, 2002; Macua *et al.*, 2010; Mahmoud y El-Eslamboly, 2015; Montaña y Belisario, 2012; Paunero, 2008; Sharma *et al.*, 2010). Por otra parte, en pimientos con frutos de forma cuadrada, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 6,00 plantas/m², se ha encontrado que el ancho del fruto puede variar entre 5,9 y 10,2 cm (Dasgan y Abak, 2003; Hutton y Handley, 2007; Macua *et al.*, 2010; Moreno *et al.*, 2011; Paunero, 2008; Shaw y Cantliffe, 2002). Los resultados obtenidos en

esta investigación coinciden con lo informado en la literatura.

Cuadro 7. Ancho de fruto para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Ancho del fruto (cm)
XPPAD-169	9,28 a
Vikingo	9,18 ab
Sweet Pepper Red	8,88 abc
MACR-103-07	8,69 abcd
Rojo Americano	8,65 abcd
MACR-102-07	8,62 bcd
XPPAD-286	8,57 bcd
MACR-105-07	8,39 cd
Oberon	8,24 cde
MACR-101-07	8,21 de
Magno	8,16 de
Estrella	8,07 de
Amarillo Americano	7,67 ef
MACR-104-07	7,25 fg
XC-425	6,85 g

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

Moreno *et al.* (2011) encontraron para el genotipo Magno un valor de ancho del fruto de 7,5 cm, lo que es un poco inferior al valor obtenido en este ensayo para dicho genotipo (8,16 cm).

Longitud del fruto

En el cuadro 8 se presentan los resultados de longitud del fruto para los 15 genotipos de pimiento evaluados.

Lógicamente, los genotipos con frutos de forma rectangular obtuvieron los valores más altos para esta característica, con 13,17 cm para XC-425 y 11,92 cm para Estrella, los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí fueron significativamente diferentes de los demás genotipos.

Entre los genotipos con frutos de forma cuadrada, el genotipo XPPAD-169 obtuvo los frutos con la mayor longitud (9,52 cm), y el genotipo Magno obtuvo los frutos con el menor valor para esta variable (7,78 cm).

Los genotipos de frutos con forma cuadrada que tienen una longitud menor a 7,5 cm ya no clasifican como frutos de primera calidad para efectos de exportación (J. Monge-Pérez, datos sin publicar); sin embargo, los resultados demuestran que todos los genotipos presentaron una longitud promedio superior a dicha medida mínima, por lo que presentan potencial para producir frutos de dicha categoría de calidad.

Cuadro 8. Longitud del fruto para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Longitud del fruto (cm)
XC-425	13,17 a
Estrella	11,92 a
XPPAD-169	9,52 b
MACR-101-07	8,85 bc
Vikingo	8,83 bc
XPPAD-286	8,78 bc
MACR-105-07	8,65 bc
Rojo Americano	8,47 bc

MACR-103-07	8,45 bc
MACR-102-07	8,40 bc
Oberon	8,21 c
MACR-104-07	8,05 c
Sweet Pepper Red	8,03 c
Amarillo Americano	7,95 c
Magno	7,78 c

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

En pimientos con frutos de forma rectangular, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 3,57 plantas/m², se tienen informes de que la longitud del fruto puede variar entre 6,73 y 20,90 cm (Aranguiz, 2002; Macua *et al.*, 2010; Mahmoud y El-Eslamboly, 2015; Montaña y Belisario, 2012; Paunero, 2008; Sharma *et al.*, 2010). Por otra parte, en pimientos con frutos de forma cuadrada, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 6,00 plantas/m², se ha encontrado que la longitud del fruto puede variar entre 5,0 y 12,5 cm (Dasgan y Abak, 2003; Hutton y Handley, 2007; Macua *et al.*, 2010; Moreno *et al.*, 2011; Paunero, 2008; Shaw y Cantliffe, 2002). Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo informado en la literatura.

Moreno *et al.* (2011) encontraron para el genotipo Magno una longitud del fruto de 6,1 cm, mientras que en este trabajo se obtuvo un mayor valor para este híbrido (7,78 cm).

Relación largo/ancho del fruto

En el cuadro 9 se presentan los resultados de la relación largo/ancho del fruto, para los genotipos evaluados.

Para esta característica, obviamente los genotipos con frutos de forma rectangular (XC-425 y Estrella) presentan un mayor valor con respecto a los genotipos con frutos de forma cuadrada.

Entre los genotipos con frutos de forma cuadrada, el Oberon alcanzó el valor ideal de 1,00 (fruto de forma perfectamente cuadrada), que corresponde a una igual medida de largo y de ancho. Muchos otros genotipos se acercan a este valor ideal, y solamente los genotipos MACR-104-07 y Sweet Pepper Red se alejan un 10-11 % de dicha medida óptima.

Cuadro 9. Relación largo/ancho del fruto para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Relación largo/ancho del fruto
XC-425	1,92
Estrella	1,48
MACR-104-07	1,11
MACR-101-07	1,08
Amarillo Americano	1,04
MACR-105-07	1,03
XPPAD-169	1,03
XPPAD-286	1,02

Oberon	1,00
Rojo Americano	0,98
MACR-103-07	0,97
MACR-102-07	0,97
Vikingo	0,96
Magno	0,95
Sweet Pepper Red	0,90

Espesor de la pared del fruto

En el cuadro 10 se presentan los resultados del espesor de la pared del fruto. Para esta característica, los valores variaron entre 4,84 mm (genotipo XC-425) y 6,31 mm (genotipo MACR-103-07); este último híbrido mostró diferencias significativas con respecto a los genotipos MACR-104-07, XPPAD-169 y XC-425.

Cuadro 10. Espesor de la pared del fruto para los 15 genotipos de pimiento.

Genotipo	Espesor de la pared del fruto (mm)
MACR-103-07	6,31 a
MACR-101-07	6,09 ab
Magno	5,98 ab
Sweet Pepper Red	5,95 ab
Amarillo Americano	5,80 ab
Rojo Americano	5,73 ab
Vikingo	5,70 ab
MACR-102-07	5,67 ab
MACR-105-07	5,67 ab

Oberon	5,63 ab
Estrella	5,61 ab
XPPAD-286	5,57 ab
MACR-104-07	5,51 bc
XPPAD-169	5,48 bc
XC-425	4,84 c

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Duncan.

Entre los genotipos con frutos de forma rectangular, los genotipos Estrella y XC-425 mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí; el Estrella obtuvo un mayor espesor de pared (5,61 mm) con respecto al XC-425 (4,84 mm).

En pimientos con frutos de forma rectangular, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 3,57 plantas/m², se tienen informes de que el espesor de la pared del fruto puede variar entre 3,30 y 8,93 mm (Aranguiz, 2002; Mahmoud y El-Eslamboly, 2015; Paunero, 2008; Sharma *et al.*, 2010). Por otra parte, en pimientos con frutos de forma cuadrada, al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 3,57 plantas/m², se ha encontrado que el espesor de la pared del fruto puede variar entre 5,0 y 8,4 mm (Hutton y Handley, 2007; Macua *et al.*, 2010; Paunero, 2008; Shaw y Cantliffe, 2002). Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo informado en la literatura.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La caracterización morfológica de genotipos de plantas es un proceso útil para generar información importante tanto para los productores como para los fitomejoradores. Con estos datos, cada productor interesado puede tomar las mejores decisiones con respecto a cuál genotipo sembrar, según el mercado al que se quiere dirigir la producción, la calidad requerida, y otras características.

Igualmente, esta caracterización es sumamente importante para orientar a los fitomejoradores con respecto a la expresión fenotípica de los diferentes materiales genéticos, y orientar su trabajo futuro de selección y generación de genotipos.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que varias de las características evaluadas son cuantitativas, y por lo tanto se ven influenciadas por los factores ambientales y de manejo. Por lo tanto, los datos generados en esta investigación deben tomarse como preliminares, y se recomienda evaluar estos genotipos también bajo otras condiciones ambientales, con el fin de tener un mejor criterio en cuanto al comportamiento productivo de los mismos. Igualmente, se recomienda aumentar el número de repeticiones por genotipo en futuras investigaciones.

Al analizar los rangos de altura de la planta de los 15 genotipos, y dado que los descriptores para *Capsicum* en el punto 7.1.2 no definen adecuadamente cuál es la diferencia, a nivel de

la altura de la planta, entre el hábito de crecimiento erecto y el intermedio (compacto), se sugiere definir una altura de 1,20 m como el límite entre los genotipos compactos y los genotipos erectos, considerando como compactos aquellos cuyas plantas alcanzan una altura de planta de 1,20 m o menos, y como erectos aquellos cuyas plantas crecen por encima de 1,20 m.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento recibido por parte de la Universidad de Florida, así como de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo. Asimismo, agradecen la colaboración de las señoritas Jendry Portilla y Cristina Arguedas, y de los señores Jorge Díaz, Julio Vega y Carlos González en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Ado, I. & Samawira, I. (1987). Estimates of genetic parameters of yield components in peppers (*Capsicum annuum*). *East African Agricultural and Forestry Journal* (Kenia). 52(3): 136-140.
- Alonso, R.; Ponce, P.; Quiroga, R.; Zambrano, B.; Zuart, J.; Saucedo, H.; Rosales, M.; Moya, C. &

- Álvarez, M. (2005). *Caracterización y conservación in situ del timpinche (Capsicum annuum var. aviculare) en la región Frailesca de Chiapas, México*. En: Memorias del XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (pp. 328-331). Chihuahua, México.
- Aminifard, M. H.; Aroiee, H.; Ameri, A. & Fatemi, H. (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 7(6): 859-866.
- Aranguiz, M. J. (2002). *Efecto de tres sistemas de poda sobre el rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento (Capsicum annuum var. grossum L.) producidos orgánicamente bajo invernadero*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Chile. 58 p.
- Arias, J. P. (2011). País exportará chile dulce fresco a Estados Unidos. *La Nación* (Costa Rica). 30 agosto. Obtenido desde: http://www.nacion.com/economia/Pais-exportara-chile-fresco-Unidos_0_1216878334.html
- Arias, J. P. (2013). Primera exportación de chile dulce a EE.UU. generó ingresos por \$690.000. *El Financiero* (Costa Rica). 12 marzo. Obtenido desde: http://www.elfinancierocr.com/negocios/exportaciones-tomate-chile-dulce_0_260973911.html
- Arias, J. P. (2014). Chile dulce de Costa Rica cautiva a más estadounidenses. *CRHoy.com Noticias* 24/7. San José, Costa Rica. 18 diciembre. Obtenido desde: <http://www.crhoy.com/chile-dulce-de-costa-rica-cautiva-a-mas-estadounidenses/>
- Castilla, N. (2005). *Invernaderos de plástico; tecnología y manejo*. España: Mundi Prensa. 457 p.
- Cerdas, M. (2004). *Estudio de caracterización de chile dulce: cosecha invernal para desarrollo del reglamento técnico de chile dulce*. San José, Costa Rica: Dirección de Calidad Agrícola e Inocuidad Agroalimentaria, Consejo Nacional de Producción. 21 p.

- Dasgan, H. Y. & Abak, K. (2003). Effects of plant density and number of shoots on yield and fruit characteristics of peppers grown in glasshouses. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*. 27: 29-35.
- Engels, J. (1980). *Sistemas de información para centros de recursos genéticos*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 65 p.
- Eshbaugh, W. H. (1975). Genetic and biochemical systematic studies of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 102: 396-403.
- FHIA. (2009). *Evaluación del rendimiento de chile dulce de colores en invernadero, bajo tres sistemas de formación de tallos*. Comayagua, Honduras: Programa de Hortalizas, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. No. 14. 4 p.
- Gil-Vásquez, I.; Sánchez del Castillo, F. & Miranda-Velásquez, I. (2003). *Producción de jitomate en hidroponía bajo invernadero*. Chapingo, México: Serie de Publicaciones Agribot. 90 p.
- Grijalva-Contreras, R. L.; Macías-Duarte, R. & Robles-Contreras, F. (2008). Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *Biotecnia* (México). 10(3): 3-10.
- Heiser, C. B. (1976). Peppers *Capsicum* (Solanaceae). En: N. W. Simmonds (Ed.). *The evolution of crops plants* (pp. 265-268). Londres: Longman Press.
- Hutton, M. G. & Handley, D. T. (2007). Bell pepper cultivar performance under short, variable growing seasons. *Hort Technology*. 17(1): 136-141.
- IBPGR. (1983). *Genetic resources of Capsicum*. Roma, Italia: International Board for Plant Genetic Resources. 49 p.
- IPGRI. (1995). *Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.)*. Roma, Italia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos; Taipei, Taiwán: Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales; Turrialba,

- Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 51 p.
- Jiménez, U.; Campos, H.; Vicente, J.; Marín, S.; Barrantes, L. & Carrillo, M. (2007). *Agrocadena regional: cultivo del chile dulce*. Grecia, Alajuela, Costa Rica: Dirección Regional Central Occidental, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 76 p.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J. & Hochmuth, G. J. (1999). Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. En: K. D. Batal (Ed.). *Proceedings 28th National Agricultural Plastics Congress, 19-22 mayo* (pp. 184-190). Tallahassee, Florida, EEUU.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J.; Sargent, S. A. & Osborne, L. S. (2012). *Production of greenhouse-grown peppers in Florida*. Florida, EEUU: IFAS Extension, University of Florida. HS979. 8 p. Obtenido desde: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/H22800.pdf>
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J.; Shaw, N. L. & Sargent, S. A. (2003a). Production of greenhouse-grown peppers in Florida. *Citrus & Vegetable Magazine*. March. pp. 7-12.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J. & Stoffella, P. J. (2003b). “Spanish” pepper trellis system and high plant density can increase fruit yield, fruit quality, and reduce labor in a hydroponic, passive-ventilated greenhouse. *Acta Horticulturae*. 614: 255-262.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J. & Stoffella, P. J. (2004). Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container, and trellis system. *Hort Technology*. 14(4): 507-513.
- Jovicich, E.; VanSickle, J. J.; Cantliffe, D. J. & Stoffella, P. J. (2005). Greenhouse-grown colored peppers: a profitable alternative for vegetable production in Florida? *Hort Technology*. 15(2): 355-369.
- Laborde, J. A. & Pozo, O. (1982). *Presente y pasado del chile en México*. México: SARH-INIA. Publicación especial No. 85. 60 p.
- Loayza, I. (2001). *Capsicum y sus derivados en Iberoamérica: aspectos agrícolas, científicos, tecnológicos y económicos*. La Paz,

- Bolivia: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 343 p.
- Long, S. J. (1998). *Capsicum y cultura: la historia del chili*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica. 203 p.
- Maboko, M. M.; Du Plooy, C. P. & Chiloane, S. (2012). Effect of plant population, stem and flower pruning on hydroponically grown sweet pepper in a shadenet structure. *African Journal of Agricultural Research*. 7(11): 1742-1748.
- MacNeish, R. S. (1964). Ancient Mesoamerican civilization. *Science*. 143: 531-537.
- Macua, J. I.; Lahoz, I.; Calvillo, S. & Orcaray, L. (2010). Pimientos California y Lamuyo; variedades y colores campaña 2009. *Navarra Agraria*. Enero-Febrero. pp. 32-36.
- Mahmoud, A. M. A. & El-Eslamboly, A. A. S. A. (2015). Production and evaluation of high yielding sweet pepper hybrids under greenhouse conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 15(4): 573-580.
- Marín, F. (2009). Programa *general de la agricultura protegida y sus aplicaciones en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 36 p.
- Marín, F. (2010). *Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica; informe final Proyecto Fittacori F-02-08*. San José, Costa Rica: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 34 p. Obtenido desde: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00290.pdf>
- Marín, F. (s.f.) *Situación general de la agricultura protegida en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 10 p. Obtenido desde: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00290.pdf>

- [ual/pronap01-ambiente-
protegido.pdf](#)
- Martín, N. & González, W. (1991). Caracterización de accesiones de Chile (*Capsicum* spp.). *Agronomía Mesoamericana*. 2: 31-39.
- Milla, A. (1996a). *Capsicum* de capsula, cápsula: el pimiento. En: A. Namesny (Ed.). *Pimientos* (pp. 21-32). Capítulo 2. Compendios de Horticultura 9. España: Ediciones de Horticultura.
- Milla, A. (1996b). Evolución del mercado de exportación del pimiento. En: A. Namesny (Ed.). *Pimientos* (pp. 73-80). Capítulo 9. Compendios de Horticultura 9. España: Ediciones de Horticultura.
- Montaño, N. J. & Belisario, H. D. C. (2012). Comportamiento agronómico de siete cultivares de pimentón (*Capsicum annuum* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(1): 32-44.
- Moreno, E. C.; Mora, R.; Sánchez, F. & García-Pérez, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 17(edición especial 2): 5-18.
- Paran, I.; Afterggot, E. & Shiffriss, C. (1998). Variation in *Capsicum annuum* revealed by RAPD and AFLP markers. *Euphytica*. 99: 167-173.
- Paunero, I. (2008). Evaluación de cultivares de pimiento 2006/07. Serie Informe Frutihortícola. (272): 21. San Pedro, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 5 p. Obtenido desde: http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-cultivares-de-pimiento-2006-07/at_multi_download/file/ip_0706.pdf
- PIMA. (2010). *Estadísticas sobre la comercialización de Chile dulce en el CENADA, Costa Rica*. San José, Costa Rica: Sistema de Información de Mercados Mayoristas, Programa Integral de Mercadeo Agropecuario. Informe interno.
- Quesada, G. (2015). Producción de Chile dulce en invernadero bajo diferentes niveles de agotamiento en la humedad del sustrato. *Agronomía Costarricense*. 39(1): 25-36.

- Reho, A. I. (2010). Rumbo al norte. *Productores de Hortalizas*. 13 de setiembre. Tomado de: <http://www.hortalizas.com/ehortalizas/?storyid=2545>
- Reséndiz-Melgar, R. C.; Moreno-Pérez, E. C.; Sánchez-Del Castillo, F.; Rodríguez-Pérez, J. E. & Peña-Lomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 16(3): 223-229.
- Salas, L. (2012). Chile dulce se exportó por primera vez a EE.UU. CRHoy.com Noticias 24/7. San José, Costa Rica. 23 marzo. Obtenido desde: <http://www.crhoy.com/chile-dulce-se-exporto-por-primera-vez-a-ee-uu/>
- Santos, B. M.; Salamé-Donoso, T. P.; Obregón-Olivas, H. A.; Inestroza, J. E.; Galeano, R.; Sáenz, M. V.; Monge-Pérez, J. E.; Cuevas, M. G.; Torres-Quesada, E. A. & Méndez-Urbaz, C. J. (2011). Evaluation of planting densities and shoot pruning practices for indeterminate bell pepper production in Dominican Republic, Honduras, and Costa Rica. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 24: 191-193.
- Seifi, S.; Nemati, S. H.; Shoor, M. & Abedi, B. (2012). The effect of plant density and shoot pruning on growth and yield of two greenhouse bell pepper cultivars. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 3(11): 77-83.
- Sharma, V. K.; Semwal, C. S. & Uniyal, S. P. (2010). Genetic variability and character association analysis in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticulture and Forestry*. 2(3): 58-65.
- Shaw, N. L. & Cantliffe, D. J. (2002). brightly colored pepper cultivars for greenhouse production in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 115: 236-241.
- Sitthiwong, K.; Sukprakarn, S.; Okuda, N. & Kosugi, Y. (2005). Classification of pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions by RAPD. *Analysis Biotechnology*. 4(4): 305-309.
- Wittwer, S. & Castilla, N. (1995). Protected cultivation of horticulture crops worldwide. *Hort Technology*. 5(1): 6-22.

Zúñiga, L.; Martínez, J.; Baca, G.; Martínez, A.; Tirado, J. & Kohashi, J. (2004). Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. *Agrociencia*. 38: 201-218.