

EVALUACIÓN DEL MICROCLIMA EN INVERNADERO Y SU INTERACCIÓN CON CINCO CULTIVARES DE CHILE DULCE

Roberto Ramírez Matarrita¹, Johnny Aguilar Rodríguez¹, Luis Meza Rodríguez¹

RESUMEN

Evaluación del microclima en invernadero y su interacción con cinco cultivares de chile dulce. Se evaluaron las variables ambientales: temperatura, humedad relativa, luz y CO₂ tanto dentro como afuera de un invernadero multi capilla. Al mismo tiempo se evaluó la interacción de las variables con cinco cultivares de chile dulce (*Capsicum annum*) provenientes de dos casas semilleras brasileñas. El estudio se realizó en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, ubicada en Cañas, Guanacaste, durante los meses de octubre del 2010 a marzo del 2011. Las plantas se sembraron en sustrato hidropónico conformado por piedra volcánica roja y se regó por medio de un sistema presurizado una lámina diaria de 4,6 mm con solución nutritiva compuesta por elementos mayores y menores. El mes de marzo registró la mayor temperatura en la nave donde estuvo ubicado el cultivo con un promedio de 38,9 °C, existiendo un salto térmico de 4,1 °C con respecto a la temperatura externa. Durante el periodo de evaluación; de las 7:00 a.m. a las 9:00 a.m., la humedad fue superior a 48%, con una Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) máxima de 172,7 watts/m² obtenida en el mes de febrero. En cuanto a los niveles de CO₂ los datos fueron muy variables a lo largo del día; registrándose las mayores concentraciones en el interior del invernadero a las 7:00 a.m. con 231 ppm. De los cultivares de chile dulce: tres presentan forma cónica, uno piramidal y el restante es de tipo campana. El cultivar que obtuvo el mayor rendimiento productivo fue Andes Cobayashi con 67 000 kg/ha, cuyos frutos son de forma cónica y tienen una maduración a rojo.

Palabras clave: *Capsicum annum*, ambiente controlado, variables ambientales.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile es originario de la zona tropical de América y actualmente su consumo está difundido por todo el mundo. Existen cinco especies cultivadas: *Capsicum frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens* y *C. annum*, siendo este último el que más se utiliza en Costa Rica (MAG 1991). Las variedades se pueden clasificar según las características del fruto tales como forma, tamaño, color, sabor y destino comercial. Dentro de las variedades dulces, se encuentran los californiano wonder y los lamuyo, además los procesados para la obtención de pimentón (Maroto 1986). *Capsicum annum*, es un cultivo que se adapta a un rango muy amplio de altitudes, desde

el nivel del mar hasta 3000 m de altitud. El rango de temperatura en que se cultiva este fruto también es variable, prevaleciendo en Costa Rica las zonas con temperaturas entre 18 y 30 °C, aunque con la introducción de materiales adaptados a altas temperaturas el rango se ha ampliado. La duración de las fases de crecimiento está ligada al manejo de las plantas y clima de cada región, por lo cual el ciclo de vida de los cultivares dependerá de la zona ecológica donde se siembren (Bolaños 1998).

Esta actividad productiva se ha constituido en uno de los principales cultivos hortícolas que se siembran en la Región Chorotega de Costa Rica. El creciente uso de semillas

¹Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA-CR. rramirez@inta.go.cr, jaguilar@inta.go.cr, lmeza@inta.go.cr

“tropicalizadas”, cuyo fin es introducir materiales adaptados a las condiciones ambientales de la provincia, impulsó cambios en el manejo agronómico y tecnológico que normalmente se venía utilizando en esta actividad.

Mediante el proyecto “Perfeccionamiento de Técnicas de Producción de Hortalizas en Ambiente Protegidos en Costa Rica” ejecutado por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA); se contempló la evaluación de germoplasma de chile dulce proveniente de Brasil con potencial productivo para las condiciones del Pacífico Seco bajo ambientes protegidos. Se entiende por cultivo protegido, la aplicación de toda forma de protección física a las plantas contra las condiciones adversas del ambiente, especialmente de la alta pluviometría característica de zonas del trópico; con el propósito de alcanzar mayor productividad, mejor calidad, alargar los períodos de recolección y extender las áreas de producción (Wittwer y Castilla 1995).

De las variables ambientales que afectan los cultivos hortícolas, la temperatura es el factor más importante a tomar en cuenta en la Región Chorotega, ya que la actividad fotosintética tiene una clara respuesta a la temperatura, mostrando un mínimo sobre los 5 °C y alcanzando el óptimo entre los 25 a 35 °C, disminuyendo a valores superiores (Urban 1997). Este aspecto es muy importante ya que la tendencia de la temperatura en el interior de los invernaderos ubicados en esta zona es la de aumentar, debido a dos fenómenos distintos: a un efecto convectivo debido al confinamiento del aire, que reduce la ventilación con el exterior y a un efecto radiativo, producto de la reemisión de energía del infrarrojo largo desde el suelo hasta el techo plástico (Castilla 2005).

La humedad relativa óptima para cultivos de hortalizas oscila entre 50 y 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo

de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados. En cuanto a la luminosidad el chile dulce es una planta muy exigente en luz, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Investigaciones realizadas por el INTA en el año 2006 en la Región Chorotega obtuvieron rendimientos de 22 000 kg por hectárea en invernadero, durante tres meses de ciclo productivo con una temperatura y humedad relativa promedio en el día de 36 °C y 40% respectivamente (Ramírez y Aguilar 2007, Ramírez *et al.* 2009).

El propósito de llevar a cabo pruebas de adaptabilidad de cultivares, es medir sus rendimientos comparativos, precocidad, altura, resistencia a enfermedades y otras características de los cultivares o líneas experimentales de una determinada especie. La finalidad es ofrecerles a los productores una oferta de semillas que se ajuste a las condiciones ambientales y económicas de su entorno (Poehlman 1992).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la dinámica de las variables ambientales temperatura, humedad relativa, luminosidad y CO₂ dentro de un invernadero y su interacción con la fenología de cinco cultivares de chile dulce (*Capsicum annum*) en la Región Chorotega de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La actividad se realizó en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez en Cañas, Guanacaste. Durante el periodo comprendido entre octubre del 2010 a mayo del 2011. El sitio se encuentra a una altura de 14 msnm, dentro de la zona de vida Bosque Tropical Seco (Holdridge) en la coordenada plana 258597 norte y 411946 oeste.

El estudio se efectuó en la segunda nave de un invernadero multi capilla orientado norte-sur. El techo estuvo cubierto con plástico transparente de polietileno de 150 micras de

espesor y las paredes con malla anti insecto de 52 mesh de porosidad. Se realizaron 20 mediciones de las variables ambientales en estudio tanto adentro como afuera del invernadero, durante todo el periodo de la prueba, en tres diferentes horas del día (7:00 a.m., 9:00 a.m. y 1:00 p.m.). La temperatura y humedad relativa se registraron con un sicrómetro marca Extech HD500, la radiación con un luxómetro marca Extech Easy view 30 y el CO₂ con un analizador de CO₂ marca Extech EA 80.

Para evaluar las características agronómicas de los cultivares de chile dulce se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 40 plantas por parcela de cada cultivar (Cuadro 1). Las dimensiones de las parcelas experimentales fueron de 6,6 m de largo por 0,4 m de ancho. Se utilizaron cuatro canaletas de 0,4 m de ancho por 0,2 m de altura con sustrato hidropónico (piedra volcánica roja). La distancia entre plantas fue de 0,25 m dentro de la canaleta y 1,4 m entre pasillo, resultando una densidad de 28 571 plantas por hectárea (incluido pasillos).

Cuadro 1. Cultivares de chile dulce (*Capsicum annum*) evaluados. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Código	Cultivar	Casa semillera
CTT 01-10	Itapua	Isla Sementes
CTT 02-10	Vermelho Samurai	Isla Sementes
CTT 03-10	All big	Feltrin Sementes
CTT 04-10	Andes Kobayashi	Isla Sementes
CTT 05-10	Tiberius	Feltrin Sementes

En el mes de octubre se elaboraron los almácigos en bandejas con sustrato inerte, para su posterior trasplante dentro del invernadero a los 25 días posterior a la germinación de la semilla. El riego se realizó mediante un sistema presurizado, el cual se programó para que se activara 22 veces en el día durante 5 minutos por cada riego. Se aplicaron por hectárea 180

kg de N, 60 kg P₂O₅, 180 kg K₂O₅, 160 CaO y 50 kg de MgO, mediante dos líneas de goteo por canoa, con un distanciamiento de 40 cm entre emisores y un caudal de descarga de 2 l/h, agregándose los fertilizantes por medio de un inyector venturi en cada riego. El manejo fitosanitario se realizó según la presión de enfermedades y plagas en el momento.

Se utilizó un muestreo probabilístico al azar, con un factor de muestreo para Z_α² de (1,96)² y un error máximo permitido del 14%. Al ser los híbridos de chile dulce F1, la proporción de la población que posee la característica deseada se estima que es cercano al 95% (p=0,95), lo que resultó una muestra de 6 plantas por parcela útil. Como características agronómicas se evaluaron las siguientes variables: tipo, color, número y peso de frutos por plantas. Rendimiento por área (kg/ha) según categoría (primera y segunda) y duración del ciclo productivo (días después del trasplante).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias fueron separadas mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Además se realizó una prueba de contrastes para la variable peso y número de frutos según el tipo de chile dulce (bell, cónico o piramidal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de los factores ambientales

-Temperatura del aire

La temperatura es uno de los factores climáticos más difíciles de controlar en zonas de baja humedad como las que predominan en el Pacífico Seco costarricense, ya que puede influir en aspectos del crecimiento de las plantas, en la actividad metabólica, calidad de los frutos y otros.

Se presentó una inercia térmica tanto en el interior como exterior del invernadero para el tiempo comprendido entre diciembre del 2010

a marzo del 2011 (Cuadro 2). En el mes de diciembre inició la época seca y coincidió con los menores registros de temperatura, los cuales no superaron los 34 °C y se dio a la 1:00 p.m. que fue la hora de mayor incidencia de la radiación del día (Figura 1). El mes de marzo registró la mayor temperatura en la nave donde estuvo ubicado el cultivo, con un promedio de 38,9 °C y un salto térmico de 4,1 °C con respecto a la temperatura externa. Cabe destacar que en esta prueba no se utilizó ningún tipo de sistema de humidificación ni de sombreo para disminuir la temperatura dentro del recinto.

Las modificaciones del microclima en el interior de los invernaderos varían

dependiendo del diseño de la estructura y del manejo agronómico que se realice al cultivo. Al comparar los datos obtenidos en esta prueba con los registros observados en el mismo periodo del año 2007 (Ramírez *et al.* 2009), se puede inferir como el promedio de las temperaturas registradas a las 9 a.m. disminuyó en 3,3 °C, con la diferencia que en el año 2007 se empleó un sistema de nebulización y una pantalla de sombreo de 50% de transmisión de luz de 10:00 a.m. a 2:00 p.m. La variante fue que en esta investigación (2011) la distribución del riego cambió de 12 a 22 activaciones diarias durante 5 minutos por cada una, lo que significó una precipitación de 4,6 mm por día y una mayor humidificación del ambiente.

Cuadro 2. Registros de la temperatura (°C) en el interior y exterior del invernadero en tres horas diferentes del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Mes	Temp. Ext 7:00 a.m.		Temp. Ext 9:00 a.m.		Temp. Ext 1:00 p.m.	
	Temp. Ext	Temp. Int	Temp. Ext	Temp. Int	Temp. Ext	Temp. Int
Dic-10	25,2	24,6	27,0	29,7	29,7	33,8
Ene-11	25,1	24,9	29,4	31,9	31,3	36,2
Feb-11	24,6	25,4	30,8	34,4	34,4	38,7
Mar-11	25,7	26,0	30,6	34,7	34,8	38,9

La Figura 1, muestra el ascenso vertiginoso de la temperatura en tres diferentes horas del día. Las temperaturas que se alcanzan dentro de la estructura especialmente a la 1:00 p.m. están por encima de los límites óptimos para el desarrollo de cultivos tipo C3, como el chile dulce. De aquí

que los materiales genéticos que se deben seleccionar bajo estas condiciones deben ser tolerantes al calor y el manejo agronómico debe enfocarse en suministrar con precisión los riegos para disminuir el estrés hídrico de las plantas.

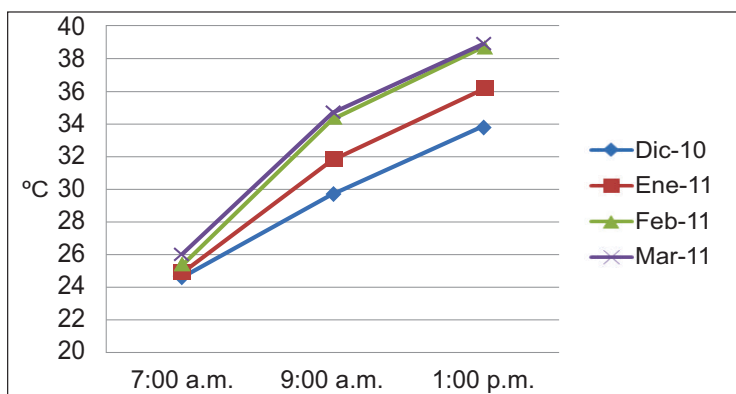


Figura 1. Temperatura registrada en el interior del invernadero en tres diferentes horas del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

- Humedad relativa

La humedad relativa aunque no es inversamente proporcional con la temperatura, sí tiene una estrecha relación. Los menores porcentajes de humedad que se registraron

en el mes de marzo a la 1:00 p.m. coinciden con la mayor temperatura de 38,9 °C para el mismo momento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Registros de la humedad relativa (%) en el interior y exterior del invernadero en tres horas diferentes del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Mes	H.R. Ext	H.R. Int	H.R. Ext	H.R. Int	H.R. Ext	H.R. Int
	7:00 a.m.		9:00 a.m.		1:00 p.m.	
Dic-10	60,7	66,0	53,4	48,7	48,2	41,7
Ene-11	74,0	79,4	61,6	57,9	51,7	46,1
Feb-11	74,7	75,9	50,3	49,0	41,1	37,2
Mar-11	63,3	68,3	47,6	45,0	40,3	36,3

Las condiciones normales de la época seca se caracterizan por la disminución de la temperatura en las noches, debido en gran parte por la ausencia de nubes, lo que provoca la liberación al espacio de la energía absorbida por la tierra durante el día. Esta condición físico climática origina una caída en la temperatura y aumento de la humedad relativa en el ambiente, esto aunado al punto de rocío nos indica que en la única hora del día donde la humedad relativa en el interior del invernadero es mayor a la exterior fue en enero, a las 7:00 a.m. cuando llegó a 79,4% (Figura 2).

Es importante recalcar que de las 7:00 a.m. a las 9:00 a.m. durante el periodo de la evaluación, la humedad fue superior al 48%, lo que nos indica que las plantas tuvieron las condiciones idóneas para transpirar sin que cerraran estomas. A la 1:00 p.m. es claro que con las temperaturas obtenidas y la humedad relativa inferior al 40% en los meses de febrero y marzo, se disminuye la capacidad de transpiración, lo cual nos hace suponer que en las primeras 5 horas de la mañana los intervalos de riego se deben ajustar con el objetivo de que la planta aproveche al máximo la absorción de agua y nutrientes.

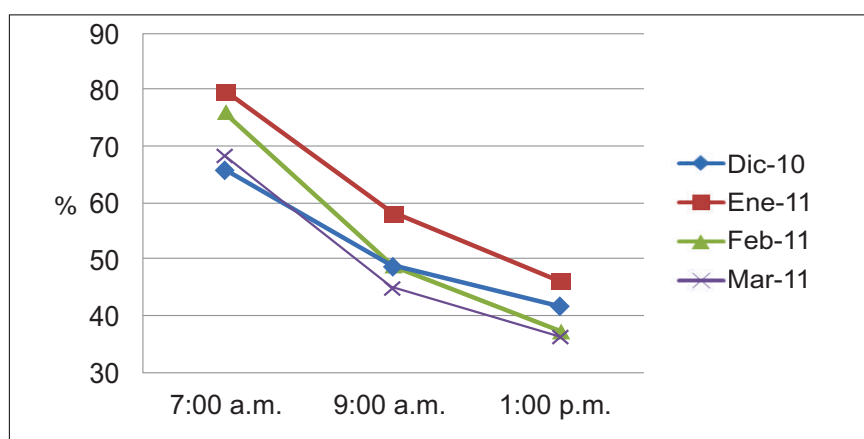


Figura. 2. Humedad relativa promedio registrada en el interior del invernadero en tres diferentes horas del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

- Radiación

La menor radiación fotosintéticamente activa (PAR) en el exterior del invernadero, se obtuvo en el mes de enero a las 7:00 a.m. con un promedio de 24,5 watts/m², mientras que a la misma hora pero en el mes de febrero se dio la menor radiación PAR en el interior del recinto con 13 watts/m². Por el contrario la mayor radiación PAR promedio registrada tanto en el exterior como en el interior de la estructura fue en el mes de febrero con 357,6 y 172,7 watts/m² respectivamente (Cuadro 4).

Según Langhams y Tibbitts (1997), para la mayoría de cultivos C3 como el chile dulce la saturación del sistema fotosintético se alcanza alrededor de los 90 watts/m² de radiación fotosintéticamente activa, lo que indica que la cantidad de radiación PAR que llegó a las plantas en estudio, fue propicia para potencializar la fotosíntesis desde las primeras horas de la mañana.

Cuadro 4. Registros de la radiación fotosintéticamente activa (watts/m²) en el interior y exterior del invernadero. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Mes	Luz Ext	Luz Int	Luz Ext	Luz Int	Luz Ext	Luz Int
	7:00 a.m.	7:00 a.m.	9:00 a.m.	9:00 a.m.	1:00 p.m.	1:00 p.m.
Dic-10	33,4	23,4	181,1	115,8	173,6	168,4
Ene-11	24,5	14,2	163,8	108,0	292,7	140,1
Feb-11	47,5	13,0	259,1	128,5	357,6	172,7
Mar-11	58,5	19,6	263,2	135,8	334,0	151,8

Durante todo el periodo del estudio a las 7:00 a.m. la diferencia promedio entre la radiación PAR registrada en el exterior del invernadero y el interior fue de 23 watts/m² (57%), a las 9:00 a.m. de 95 watts/m² (44%) y a la 1:00 p.m. de 131 watts/m² (45%). Si bien es cierto que el espesor de la cobertura

plástica disminuye entre un 10 a 15% la transmisibilidad de la luz, es evidente que la restante reducción en la transmisión se debe a suciedad por efecto del polvo que es un problema que se acrecienta al inicio de la época seca (Figura 3).

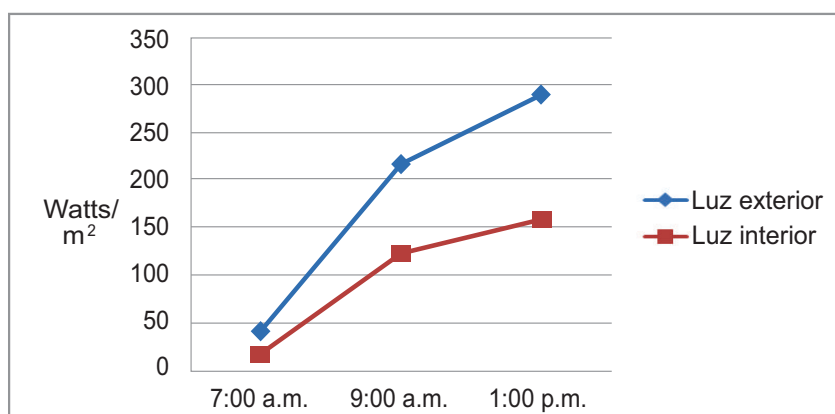


Figura 3. Promedio de radiación fotosintéticamente activa en watts/m², registrada en el interior y exterior del invernadero en tres diferentes horas del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

- Dióxido de carbono (CO₂)

La máxima concentración de CO₂ obtenida en el periodo de la prueba ocurrió en el mes de marzo a las 7:00 a.m.; en el exterior del invernadero y no superó las 255 ppm (Cuadro 5), coincidiendo en el mes e instante con las mayores concentraciones registradas en el interior del mismo con 309 ppm. El CO₂ es uno de los compuestos básicos de la fotosíntesis, que pocas veces caracterizamos a través de mediciones. La disponibilidad de este compuesto varía según la hora del día ya que por las noches debido a la respiración de las plantas los niveles de CO₂ aumentan, mientras que en el día por efecto de la fotosíntesis bajan (Lorenzo *et al.* 1997).

Los resultados demuestran que tanto los niveles de CO₂ del ambiente externo como interno al cultivo, están muy por debajo de las 700 ppm, cantidad óptima que es necesaria para que estos cultivos puedan potenciar la fotosíntesis, ya que según el principio de los factores limitantes de Blackman (Castilla 2005), la velocidad del proceso está limitada por la velocidad del factor más lento, lo que indica que en la zona donde se realizó el estudio, la disponibilidad de este compuesto puede reducir la expresión genética en términos productivos de los cultivares evaluados.

Cuadro 5. Registros de CO₂ (ppm) en el interior y exterior del invernadero. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Mes	CO ₂ Ext	CO ₂ Int	CO ₂ Ext	CO ₂ Int	CO ₂ Ext	CO ₂ Ext
	7:00 a.m.		9:00 a.m.		1:00 p.m.	
Dic-10	197	203	192	190	164	145
Ene-11	232	235	176	231	141	150
Feb-11	241	317	166	215	124	179
Mar-11	255	309	162	209	113	180

La concentración de CO₂ fue muy variable a lo largo del día (Figura 4). Los mayores registros tanto en el interior como exterior del invernadero en promedio durante la

investigación se dieron a las 7:00 a.m. con 231 y 266 ppm respectivamente, mientras que los niveles más bajos se obtuvieron a la 1:00 p.m. no superando las 190 ppm.

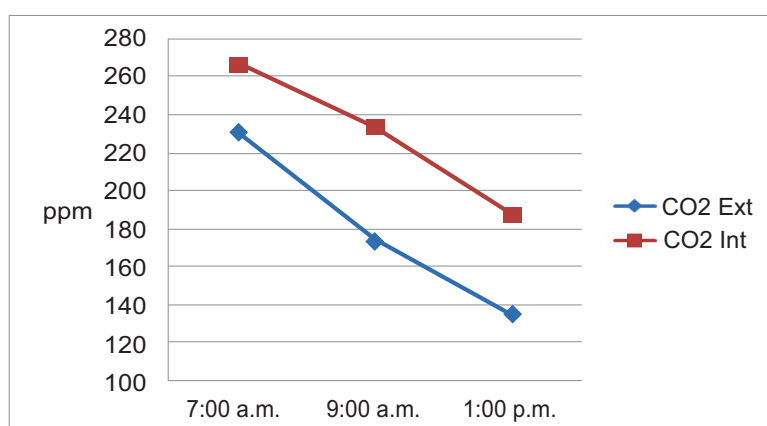


Figura 4. Promedio de CO₂ en ppm registrada en el interior y exterior del invernadero en tres diferentes horas del día. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Caracterización agronómica de los cultivares

Los cultivares de chile dulce evaluados se clasificaron según la forma del fruto, encontrándose que Andes Cobayashi, Tiberius y Vermelho Samurai presentaron frutos cónicos con las mayores longitudes promedios en la categoría de primera calidad, cercanos a los 30 cm que son los preferidos por el mercado local. El cultivar Itapua presentó frutos de forma piramidal y All Big forma de campana, rondando ambos los 10 cm de longitud (Cuadro 6). Se debe mencionar que el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) solamente regula la calidad de los frutos de chile dulce de forma cónica y

alargados, lo que excluye de esta clasificación los de tipo campana, por lo que se determina que un fruto es grande si la longitud es mayor a los 15 cm, por debajo de este valor hasta llegar a los 10 cm es mediano y menos de esta última medida son pequeños. No obstante en el comercio nacional se consideran a los frutos de chile dulce que se encuentran dentro de la clasificación del MEIC como grandes y medianos de primera calidad y los pequeños de segunda. Además se destaca que todos los materiales maduraron a color rojo y la duración del ciclo productivo (periodo de cosecha) fue de 90 días, muy por debajo del tiempo promedio para esta etapa fenológica, que se obtiene en la Meseta Central, que es superior a los 150 días.

Cuadro 6. Características físicas de los frutos de chile dulce. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Cultivar	Tipo de fruto	Color de fruto maduro	Longitud promedio frutos 1 ^{era} (cm)	Longitud promedio frutos 2 ^{da} (cm)
Itapua	Piramidal	Rojo	11,78	9,01
Vermelho Samurai	Cónico	Rojo	30,66	9,56
All Big	Bell	Rojo	11,41	8,69
Andes Cobayashi	Cónico	Rojo	29,75	8,92
Tiberius	Cónico	Rojo	30,52	9,29

Los frutos del cultivar Andes Cobayashi obtuvieron el mayor peso promedio en el rango de primera categoría con 283,86 g, mostrando diferencias significativas con Itapua que tuvo el menor peso (65,98 g) y con All Big (127,63 g). El cultivar que produjo el mayor porcentaje y número de frutos de primera fue Tiberius con un 85,5% y 9,3 unidades. En cuanto a frutos de segunda categoría, Itapua fue el que obtuvo la mayor cantidad con 8,15 unidades por planta y un peso promedio de 48,93 g (Cuadro 7).

tipos bell y piramidal, sin que ocurriera lo mismo en los de segunda ($p=0,4910$). El grupo de chiles de forma cónica presenta diferencias significativas en el número de frutas tanto de primera como de segunda contrastándolos con los tipo bell, mientras que con los piramidales solamente existen diferencias en los de segunda categoría.

Mediante el análisis de contraste se determinó que el peso de los frutos de primera categoría de los cultivares tipo cónicos presentaron diferencias altamente significativas ($p<0,0001$) con respecto a los

Cuadro 7. Rendimiento y número de frutos por planta. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Cultivar	Peso (g) promedio frutos de 1 ^{ra} por planta	Número promedio frutos de 1 ^{ra} por planta	Peso (g) promedio frutos de 2 ^{da} por planta	Número promedio frutos de 2 ^{da} por planta	Peso total (g) de chiles por planta	Número total de chiles por planta
Itapua	65,98 a	6,58 ab	48,93 ab	8,15 b	833	14,73
V. Samurái	241,48 b	7,81 b	76,45 b	3,95 a	2188	11,76
All Big	127,63 a	2,50 a	77,47 b	9,30 b	1039	11,8
Andes C.	283,86 b	7,75 b	55,13 ab	2,63 a	2345	10,38
Tiberius	224,61 b	9,30 b	38,18 a	0,87 a	2122	10,17

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

El cultivar Andes Cobayashi presentó el mayor rendimiento total con 67 000 kg/ha, seguido por los cultivares Samurái y Tiberius con 62 513 y 60 628 kg/ha, mientras que muy rezagados y con menos de la mitad de lo producido por los tres primeros se ubica All Big e Itapua (Cuadro 8). El rendimiento alcanzado

por Andes Cobayashi en esta prueba supera en tres veces lo obtenido en el ensayo realizado en el mismo invernadero, para el año 2006, donde el mayor rendimiento productivo lo obtuvo el cultivar Hércules (tipo bell) con 21 192 kg/ha (Ramírez y Aguilar 2007).

Cuadro 8. Rendimiento en kilogramos por hectárea con una población estimada de 28 571 plantas/ha. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

Cultivar	Rendimiento kg/ha
Andes Cobayashi	67 000
Vermelo Samurái	62 513
Tiberius	60 628
All Big	29 685
Itapua	23 800



Figura 5. Parcelas de investigación a los 50 días después del trasplante. Guanacaste, Costa Rica. 2011.



Figura 6. Cultivar Andes Cobayashi en plena producción. Guanacaste, Costa Rica. 2011.

LITERATURA CITADA

Bolaños, A. 1998. Introducción a la Olericultura. EUNED. San José, Costa Rica. 100 p.

Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. p 201-206.

Langhams, R.; Tibbitts, T. 1997. Plant growth chamber handbook. USA. Ed. Iowa State Univ. Press. 240 p.

Lorenzo, P; Sánchez, M; Medrano, E; Aguilar, F y Castilla, N. (1999). Soilles cucumber response to mulching in unheated Mediterranean greenhouse. *Acta Horticulturae*, 491:401-403.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, CR (en línea). Consultado 10 set. 2010. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-chile.pdf

Maroto, J. 1986. Horticultura herbácea y Especial. Ed. Mundi-Prensa. 5 ed. Madrid, España. 590 p.

Poehlman, J. 1992. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. LIMUSA. México. 11 ed. 105 p.

Ramírez, R; Aguilar, J. 2007. Evaluación y validación de rendimiento y adaptabilidad de cultivares de chile dulce en ambiente controlado. *Archivos Técnicos del INTA*. San José, Costa Rica. p 3-5.

Ramírez, R; Aguilar, J; Gamboa J. 2009. Evaluación del microclima en invernadero y su interacción con la fisiología de los cultivos en la Región Chorotega de Costa Rica. En: Memoria 55 reunión anual de la sociedad del PCCMCA. Campeche. México. 147 p.

Urban, L. 1997. Introduction a la production sous serre. En: CASTILLA, N. Invernaderos de plástico. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. p 147-158.

Wittwer, S. y Castilla, N. 1995. Protected cultivation of horticultural crops. *Worldwide Horttechnology*, 5 (1):6-23.