



REVISTA CHAPINGO SERIE
HORTICULTURA
ISSN: 1027-152X
revistahorticultura29@gmail.com
Universidad Autónoma Chapingo
México

Mora-Aguilar, R.; Peña-Lomelí, A.; López-Gaytán, E.; Ayala-Hernández, J. J.; Ponce-Aguirre, D.
Agrofenología de Physalis peruviana L. en invernadero y fertirriego
REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 12, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 57-63
Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912109>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

AGROFENOLOGÍA DE *Physalis peruviana* L. EN INVERNADERO Y FERTIRRIEGO

R. Mora-Aguilar¹; A. Peña-Lomelí¹; E. López-Gaytán¹;
J. J. Ayala-Hernández¹; D. Ponce-Aguirre²

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230, MÉXICO.

Correo-e: mar@correo.chapingo.mx (*Autor responsable).

²Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión. Av. Mariano Melgar No. 310. San Juan Pampa. Pasco, PERÚ.

RESUMEN

Con el fin de evaluar el comportamiento agrofenológico de seis colectas silvestres de *Physalis peruviana* L., introducidas de Perú, desde agosto de 2003 hasta febrero de 2004 se realizó el presente estudio en invernadero y fertirriego en Chapingo, México. Se utilizó el diseño de bloques al azar con seis repeticiones; la unidad experimental estuvo constituida por 10 contenedores de polietileno (40 cm de altura y 25 cm de diámetro) llenados con arena de tezontle que fueron colocados en hileras paralelas al sistema de riego; la separación entre contenedores e hileras fueron 50 y 80 cm, respectivamente. Se obtuvieron diferencias genotípicas significativas entre colectas para rendimiento de fruto, peso fresco de fruto con y sin cáscara, altura total de planta y a la primera bifurcación, diámetro de tallo y número de hojas por planta. A los 64 días después del transplante una colecta procedente de Huancayo alcanzó mayor altura de planta (85 cm), diámetro del tallo (1.33 cm) y número de hojas por planta (67). El rendimiento medio de fruto fue de 22 t·ha⁻¹. El número de frutos por planta, la altura total de planta y a la primera bifurcación, y el número total de hojas por planta, correlacionaron positivamente con el rendimiento total de fruto. El desarrollo fenológico de todas las colectas fue similar a través del tiempo: germinaron en 12 días, mientras que la floración, el crecimiento y la madurez de los frutos empezó a los 42, 52 y 146 días después del transplante, respectivamente; sin embargo, hubo traslape en el período de ocurrencia de tales etapas debido al hábito de crecimiento indeterminado de la especie y similar respuesta en el ambiente de producción.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: Solanaceae, fenología, rendimiento, adaptación.

AGROPHENOLOGY OF *Physalis peruviana* L. UNDER GREENHOUSE AND FERTI-IRRIGATION CONDITIONS

SUMMARY

The present study was undertaken in a greenhouse and ferti-irrigation at Chapingo, Mexico, to evaluate the agrophenological behavior during the period of August 2003 to February 2004 of six wild harvests of *Physalis peruviana* L., introduced from Peru. A random design with six repetitions was used; the experimental unit was made up of 10 polyethylene containers, (40 cm high and a diameter of 25 cm) filled with tezontle sand, that were placed in rows parallel to the irrigation system; the containers and rows were separated by 50 cm and 80 cm, respectively. There was a significant difference in genotypes among the collections with regards to fruit yield, fresh fruit weight with and without peel, total plant height, and first bifurcation, diameter of the stalk, and the number of leaves per plant. On the 64th day after being transplanted, a collection from Huancayo reached the tallest plant height (85 cm), diameter of the stalk (1.33 cm), and number of leaves per plant (67). The average fruit yield was 22 t·ha⁻¹. The number of fruit per plant, total plant height, and to the first bifurcation, and total number of leaves per plant had a positive correlation with the total yield of fruit. The phonological development of all the collections were similar over time: they germinated in 12 days, while the flowering, growth, and fruit maturity began at 42, 52 and 146 days after being transplanted, respectively. Nevertheless, the period when these stages occurred overlapped due to the habit of undetermined growth of the species and similar responses to the production environment.

ADDITIONAL KEY WORDS: Solanaceae, phenology, yield, adaptation.

INTRODUCCIÓN

Physalis pertenece a la familia Solanaceae e incluye 100 especies conocidas entre plantas anuales y perennes; de éstas, tres son cultivadas como hortalizas: *Physalis*

ixocarpa Brot., *Physalis peruviana* L. y *Physalis pruinosa* L., y una como ornamental *Physalis alkekengii* L. (Legge, 1974; Quiroz, 1984; Abak, 1994). *P. peruviana* es originaria de Perú, crece en forma silvestre y semiselvaje entre los 800 y 3,000 msnm, y está ampliamente distribuida en la

zona andina. En la actualidad se encuentra en casi todos los altiplanos de los trópicos y en varias partes de los subtrópicos donde se comporta como planta anual o perenne, respectivamente (Morton, 1987; Criollo e Ibarra, 1992; Chia *et al.*, 1997; MADR, 2002). Esta especie ha sido introducida en otras áreas del mundo para su cultivo y se le puede encontrar en el Sur y Centro de África, en las Antillas, Australia, Nueva Zelanda, China, India, Malasia, Filipinas, Estados Unidos de Norteamérica e Inglaterra (Morton, 1987), en áreas ubicadas desde el nivel del mar hasta los 2,400 msnm (Morton, 1987; Criollo e Ibarra, 1992; MADR, 2002). Los principales países productores son Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, Kenia, India y Colombia; también ha sido cultivada por cortos períodos en Francia (Abak *et al.*, 1994).

P. peruviana se comercializa por su fruto que es una baya carnosa, de 1.25 a 2.50 cm de diámetro y peso entre 4.0 y 10.0 g; este fruto pertenece a la categoría de los carotenogénicos, los cuales durante su maduración se colorean gradualmente hacia amarillo, naranja o rojo, y se encuentran cubiertos por el cáliz que les protege contra insectos, pájaros, patógenos y condiciones climáticas extremas (Morton, 1987; Fischer y Martínez, 1991; MADR, 2002; Palme, 2002). Cada fruto contiene entre 150 y 300 semillas y constituye una excelente fuente de las vitaminas A (236 mg de β-caroteno por 100 g de fruto fresco), C (32.2 mg de ácido ascórbico y 2,018 mg de ácido cítrico por 100 g de fruto fresco) y del complejo B (NRC, 1989; Chia *et al.*, 1997), además de hierro y fósforo. Su jugo tiene altos contenidos de pectinasa, lo cual reduce los costos en la elaboración de mermeladas y otros productos similares; también se le atribuyen propiedades medicinales (MADR, 2002). El contenido de azúcares en frutos producidos en invernadero y campo varía desde 11 hasta 15 °Brix, y la firmeza llega a ser de 0.4 a 0.7 kg.

El cultivo se desarrolla con temperaturas mínimas de 13 a 15 °C y óptimas entre 27 y 30 °C, pero es susceptible a temperaturas extremas porque más de 35 °C dañan a la floración y fructificación, y las temperaturas nocturnas y constantes inferiores a 10 °C impiden que la planta prospere (Chia *et al.*, 1997; MADR, 2002). Esta especie no resiste las heladas pero tiene cierta tolerancia a bajas temperaturas y puede rebrotar después de una helada poco severa (Chia *et al.*, 1997), pero no se recupera si la temperatura baja a -0.75 °C (Morton, 1987); necesita aproximadamente 70 días libres de heladas para fructificar, ya que diferencia los botones florales a partir del 12avo o 13avo fitómero maduro y los frutos requieren entre 70 y 90 días para madurar (Morton, 1987; Chia *et al.*, 1997), de acuerdo a las condiciones del ambiente de producción.

La temperatura, la luz y las condiciones del suelo influyen sobre el porte de la planta que alcanza entre 60 y 90 cm de altura y, en condiciones óptimas, llega a medir hasta 180 cm (Chia *et al.*, 1997); conforme se desarrollan

los brotes de la base del tallo, la planta tiende a acamarse y romperse, por lo que requiere apoyo adicional para mantener los tallos juntos y conservar su crecimiento erecto (Palme, 2002). Esos factores también influyen sobre el tamaño, color, contenido nutricional, sabor y tiempo de maduración de los frutos, que requieren una intensidad lumínica equivalente entre 1,500 y 2,000 h luz por año para alcanzar óptima calidad. En campo abierto, las precipitaciones deben oscilar entre 1,000 y 2,000 mm, bien distribuidas a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70 y 80 % (MADR, 2002).

Puede crecer en suelos bien drenados pero lo hace mejor en los limosos, arenosos o pedregosos, con pH de 5.0 a 6.5 (Morton, 1987; Abak *et al.*, 1994; Chia *et al.*, 1997). El crecimiento de las plantas es muy vigoroso en los suelos aluviales肥沃的, igual que en condiciones protegidas, lo que retarda la maduración de los frutos (Morton, 1987) y afecta negativamente el rendimiento y la calidad de éstos (Palme, 2002).

El rendimiento de fruto de esta especie en Sudamérica por lo común alcanza entre 20 y 33 t·ha⁻¹ (NCR, 1989); éste varía de acuerdo con las condiciones ambientales del sitio de producción. En Colombia, los cultivos bien manejados tienen un rendimiento promedio y máximo de 14 y 18 t·ha⁻¹, respectivamente (CCI, 1999), aunque el rendimiento medio nacional estimado en el año 2000 fue de 20 t·ha⁻¹, pudiéndose obtener hasta 36 t·ha⁻¹. En Alemania el rendimiento experimental de fruto ha sido de entre 5.0 y 8.0 t·ha⁻¹ (Palme, 2002).

P. peruviana puede alcanzar gran importancia si se explota adecuadamente, ya que sus posibilidades de exportación son amplias (Criollo e Ibarra, 1992); internacionalmente el fruto se comercializa fresco y procesado como mermelada, pasas y confites cubiertos de chocolate, y por sus características puede ser procesado para obtener jugo, néctar, pulpa y otros productos (MADR, 2002). Su demanda ha aumentado en Europa, donde se comercializan 5,000 kg de fruto al año y las canastillas con 100 g de éste alcanzan un precio de 1.5 a 2.5 euros, ya que está ganando popularidad en los mercados de especialidad (Klinac, 1986; Palme, 2002).

En México, esta especie se conoce como cereza del Perú (Morton, 1987) y de producirse en su territorio tiene excelente oportunidad de mercado (MDR, 2002); sin embargo, no existe investigación en torno a esta especie, por lo que el objetivo de este estudio fue caracterizar agronómicamente seis colectas silvestres de *P. peruviana* y determinar su fenología bajo condiciones de invernadero y fertiriego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre los meses de agosto

(2003) y febrero (2004) bajo condiciones de invernadero y fertiriego, en Chapingo estado de México ($19^{\circ} 29' N$, $98^{\circ} 53' O$ y 2,240 msnm) (García, 1981). Se utilizaron seis colectas silvestres de *P. peruviana* introducidas del Perú a través de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco (Cuadro 1), que se establecieron bajo el diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por diez contenedores de polietileno, de 40 cm de altura y 25 cm de diámetro, llenos con arena de tezontle (10 kg por contenedor); éstos fueron colocados en hileras paralelas al sistema de riego por goteo, separados cada 50 cm entre ellos y cada 80 cm entre hileras.

La siembra se realizó el 2 de julio del 2003, en charolas de poliestireno de 200 cavidades conteniendo musgo (Peat moss) marca Sunshine Mix 3® como sustrato. Desde la siembra y hasta los 45 días después de la emergencia (dde), momento en que se realizó en trasplante, el sustrato se mantuvo húmedo mediante irrigación diaria; posteriormente el cultivo se manejó bajo el sistema de fertiriego. Se irrigó por goteo por tres ocasiones al día con duración de 15 min cada una de éstas; la solución nutritiva se preparó con las fuentes y cantidades de fertilizantes que se indican en el Cuadro 2.

Las plantas fueron tutoradas al alcanzar, en promedio, 50 cm de altura. Para ello se colocaron tutores de madera en los extremos de cada hilera y se tendieron hilos de rafia en ambos lados de las plantas, con separación de 30 cm a lo largo de éstas, lo cual permitió que mantuvieran su hábito de crecimiento erecto.

Durante la germinación y desarrollo del cultivo se aplicó Captan® (1.0 g·litro⁻¹ de solución nutritiva) para prevenir daño de *Damping off* causado por *Rhizoctonia solani* Kunh, *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. Cuando hubo infestaciones leves de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporiorum* Westwood) y de gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hubner), se asperjó manualmente soluciones preparadas con los insecticidas Confidor®, Flint® o Malathion®, en dosis de 75 ml·litro⁻¹.

CUADRO 2. Composición de la solución nutritiva aplicada a *Physalis peruviana* L. durante su desarrollo bajo invernadero y fertiriego. Chapingo, México. Ciclo OI-2003/2004.

| Fuente | Cantidad ^z |
|----------------------|-----------------------|
| Ácido sulfúrico | 1.0 Litro |
| Ácido fosfórico | 2.0 Litro |
| Sulfato de potasio | 17.4 kg |
| Sulfato de magnesio | 24.6 kg |
| Nitrato de potasio | 15.0 kg |
| Nitrato de calcio | 52.0 kg |
| Sulfato ferroso | 1.0 kg |
| Sulfato de manganeso | 100.0 g |
| Sulfato de Zinc | 40.0 g |
| Sulfato de cobre | 40.0 g |
| Bórax | 200.0 g |

^zCantidad utilizada para preparar 20,000 litros de solución nutritiva.

En los primeros 64 días después del trasplante (ddt) y a intervalos de ocho días se registró la altura total de planta (APT; cm), diámetro de tallo (DTA; cm) al nivel del cuello de la planta y número de hojas por planta (NOH), en una muestra aleatoria de tres plantas por unidad experimental. A estas variables se les realizó un análisis de varianza bajo el modelo de parcelas divididas, donde la parcela grande lo constituyó la colecta y la parcela chica, las fechas de registro de datos, y otro de regresión. Aproximadamente a los 175 ddt, también en una muestra de tres plantas por unidad experimental, se registró la altura a la primera bifurcación (ABIF; cm), número de ramas debajo de la primera bifurcación (NORAM), número de frutos por planta (NOFR), diámetro y largo de fruto (DIAFR, LAFR; cm), porcentaje de llenado de cáliz a lo largo y ancho (POLL, POLA; %), peso de fruto con y sin cáscara (PEFRC, PEFRS; g), número de semillas por fruto (NOSFR), concentración de azúcares en grados Brix (GBRX). El rendimiento de fruto fue registrado a los 146 y 158 ddt (REFR1, REFR2; g); mediante la suma de REFR1 y REFR2 se estimó el rendimiento total de fruto (REFRT; kg).

CUADRO 1. Colectas nativas de *Physalis peruviana* L. evaluadas en condiciones de invernadero y fertiriego. Chapingo, Méx. Ciclo Otoño-Invierno 2003/2004.

| Tratam. | Área de colecta ¹ | Altitud media (msnm) | Tipo de suelos | Tipo de clima |
|---------|------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 01 | Ambo, Perú | 2,065 | Delgados, ácidos, franco, arcillosos | Templado calido |
| 02 | Huanuco, Perú | 1,912 | Delgados, ácidos, arcillosos | Templado calido |
| 03 | Ayacucho, Perú | 2,761 | Delgados, ácidos, franco arcillosos | Templado seco |
| 04 | Huariaca, Perú | 2,941 | Delgados ácidos, arcillosos | Templado seco |
| 05 | Huancayo, Perú | 3,249 | Delgados, ácidos, francos | Templado seco |
| 06 | Huancayo, Perú | 3,249 | Delgados, ácidos, francos | Templado seco |

¹Ponce-Aguirre, D. 2002. Comunicación personal. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Av. Mariano Melgar No. 310. San Juan Pampa. Pasco, Perú.

Las fases fenológicas siguientes: emergencia, inicio de ramificación (bifurcación del tallo principal), inicio de floración, inicio de fructificación (amarre de fruto), inicio de desprendimiento de las hojas senescentes y del desarrollo de brotes en la base del tallo, inicio de la madurez fisiológica de los frutos, caída de los primeros frutos maduros, primera y segunda cosecha de frutos maduros (primero y segundo corte) y muerte de la planta debida a la ocurrencia de una helada severa, se registraron de manera general para las seis colectas silvestres de *P. peruviana* porque no hubo diferencias entre éstas en el momento de ocurrencia de dichas fases; se registró el momento en que éstas sucedieron, en dde, cuando cada fase fue evidente en el 50 % de la población.

A partir del trasplante y hasta el momento que murieron las plantas por efecto de una helada tardía, se registró la temperatura mínima, máxima y media (°C) ambiental diaria en el interior del invernadero, a 150 cm de altura sobre el piso, y se calculó el número de grados días de desarrollo (GDD) acumulados para alcanzar el inicio de cada fase fenológica mediante el método residual: $GDD = \Sigma (Temp. media - Temp. base)$, considerando 8 °C como temperatura base (Chia *et al.*, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las colectas silvestres de *P. peruviana* evaluadas mostraron diferencias altamente significativas en la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas por planta en los primeros 64 ddt (Cuadro 3), así como en el rendimiento de fruto en el primero y segundo corte y rendimiento total de fruto, peso de fruto sin cáscara y altura a la bifurcación, y significativas en el peso de fruto con cáscara (Cuadro 4); en las demás variables registradas no hubo diferencias significativas. Estos resultados reflejan la variabilidad genética existente entre las colectas evaluadas, lo cual hace suponer que al considerar mayor número de éstas sería posible identificar aquellas que tengan

CUADRO 3. Análisis de varianza en tres variables agronómicas de *Physalis peruviana* L. evaluadas durante 64 ddt. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

| FV ^y | GL | APT (cm) | DTA (cm) | NOH |
|-----------------|----|----------------------|----------|---------|
| COL | 5 | 449.9** ^z | 0.064** | 133.5** |
| BQ | 5 | 104.3 | 0.004 | 17.8 |
| BQ x COL | 25 | 22.8 | 0.008 | 18.9 |
| MUE | 7 | 20345.3 | 3.510 | 11831.8 |
| COL x MUE | 35 | 11.3 | 0.004 | 19.6 |
| Media | | 37.4 | 0.909 | 29.1 |
| R ² | | 0.9 | 0.980 | 0.9 |
| CV (%) | | 4.3 | 4.420 | 6.1 |

^yFV: Factor de variación; GL: Grados de libertad; APT: Altura de planta (cm); DTA: Diámetro de tallo (cm); NOH: Número de hojas; COL: Colecta; BQ: Bloque; MUE: Fecha de muestreo; R²: Coeficiente de determinación; CV: Coeficiente de variación.

^z**: significativo con P<0.01.

CUADRO 4. Análisis de varianza en siete características agronómicas de *Physalis peruviana* L. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

| FV ^y | GL | ABIF | PEFRC | PEFRS | REFR1 | REFR2 | REFRT |
|-----------------|----|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| COL | 5 | 52.6** ^z | 0.8* | 0.8** | 0.8** | 4.3** | 38.1** |
| BQ | 5 | 11.4 | 0.5 | 0.5 | 1.3 | 2.8 | 20.6 |
| Media | | 25.5 | 4.1 | 4.0 | 2.4 | 5.6 | 22.1 |
| R ² | | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| CV (%) | | 5.3 | 12.1 | 12.2 | 19.5 | 15.6 | 13.7 |

^yFV: Factor de variación; GL: Grados de libertad; ABIF: Altura a la bifurcación (cm); PEFRC: Peso de fruto con cáscara (g); PEFRS: Peso de fruto sin cáscara (g); REFR1: Rendimiento de fruto en el primer corte (t·ha⁻¹); REFR2: Rendimiento de fruto en el segundo corte (t·ha⁻¹); REFRT: Rendimiento total de fruto (t·ha⁻¹); COL: Colecta; BQ: Bloque; R²: Coeficiente de determinación; CV: Coeficiente de variación.

^z*, **: significativo con P<0.05 y 0.01 respectivamente.

características sobresalientes para ser utilizadas comercialmente sin necesidad de llevar a cabo un proceso previo de mejoramiento genético.

A los 64 ddt, la altura de la planta y diámetro de tallo fue de 72-85 y 1.30-1.33 cm, respectivamente, y el número de hojas por planta varió entre 54 y 67 (Figura 1); en general, el incremento en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en el tallo principal, en los primeros 64 ddt, siguió una tendencia exponencial (Figura 1), cuya tendencia se ajustó adecuadamente los valores observados ($R^2 \leq 0.95$). Estos caracteres tuvieron mejor expresión fenotípica en una de las colectas procedentes de Huancayo (Trat. 6), mientras que en la otra colecta de esa misma localidad (Trat. 5) y en la de Ayacucho (Trat. 3) fue menor, lo cual permite hacer selección entre y dentro de ellas con el fin de contar con materiales mejorados y adaptados a las condiciones ambientales de algunas regiones de México y, también, generar información sobre el manejo agronómico de las colectas más uniformes para esas características de la planta.

Considerando el promedio de las seis colectas, se produjeron 214 frutos por planta que alcanzaron un peso individual de 4.1 g, un diámetro de 1.95 cm y tuvieron hasta 236 semillas (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con lo señalado por otros investigadores (Morton, 1987; NCR, 1989; Palme, 2002), lo que evidencia el grado de adaptabilidad de *P. peruviana* a diferentes condiciones de cultivo. La concentración de azúcares en los frutos, en promedio, fue 10 °Brix; sin embargo, fue menor a los 12 a 15 °Brix indicados por Vega *et al.* (1991), Lizana y Espina (1991) y Palme (2002), debido principalmente al grado de madurez de los frutos al momento de medir esta variable, ya que de acuerdo con Fischer y Martínez (1991), el máximo incremento en la cantidad de sólidos solubles ocurre cuando los frutos se tiñen de color naranja.

A los 40 ddt, la altura de las plantas varió entre 34 y 43 cm, mientras que el diámetro del tallo y la altura a la primera

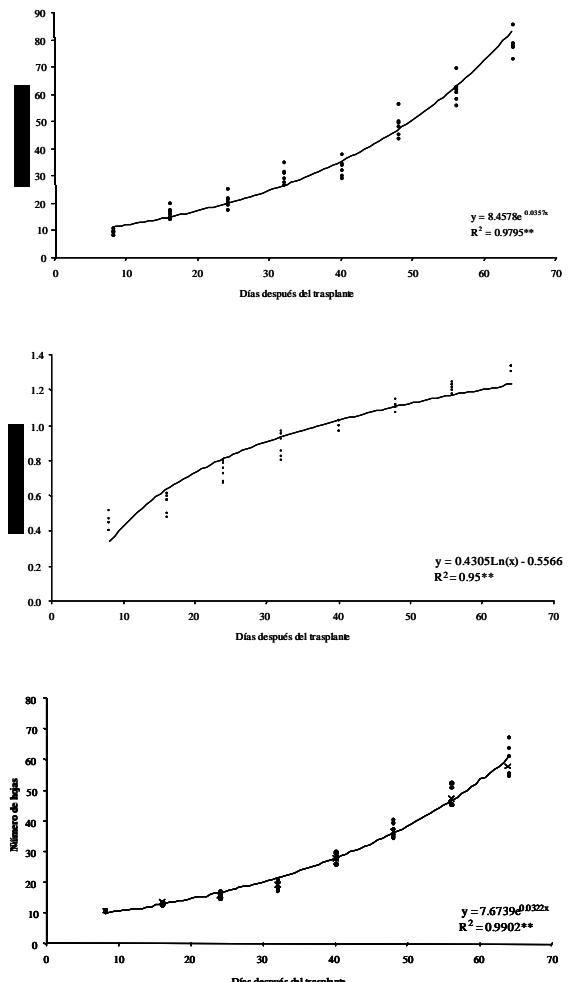


FIGURA 1. Cinética del crecimiento de *P. peruviana*. a) Altura de planta; b) Número de hojas; c) Diámetro de tallo. Promedio de registros en seis colectas silvestres. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

bifurcación lo hicieron entre 0.86-0.95 y 23-31 cm, respectivamente, y el número de hojas por planta fue de 27 a 31 (Cuadro 5). Para esas características sobresalieron las colectas de Huancayo (Trat. 6) y Ambo (Trat. 1), lo que les hace deseables para iniciar un proceso de mejoramiento genético por selección, aunque bajo su condición actual pueden ser utilizados en explotaciones comerciales, sobre todo porque a los 146 ddt, el peso del fruto con cáscara (3.8-4.8 g) o sin ella (3.7-4.7 g) alcanzan un tamaño intermedio a grande; no obstante, con base en el rendimiento total de fruto, así como en el rendimiento de fruto en el primero y segundo corte, las colectas con mejor expresión fenotípica procedieron de Huanuco (Trat. 2), Huariaca (Trat. 4) y Huancayo (Trat. 6), con un rendimiento total de fruto de 22, 24 y 26 t·ha⁻¹. Estos rendimientos se encuentran dentro del rango esperado que es de 3 hasta 33 t·ha⁻¹, según lo indica el NRC (1989), pero fueron más altos que los obtenido en E.U.A., Australia y Nueva Zelanda (3.5-6.0 t·ha⁻¹) por Klinac (1986). No obstante

que el rendimiento total de fruto fue mayor con relación al que se obtuvo en el primero y segundo corte, coincide con el obtenido por Ayala (1992) y CCI (1999) en Colombia, bajo condiciones de invernadero; el rendimiento de fruto en el segundo corte (4.8 a 7.1 t·ha⁻¹) fue similar al que obtuvo Palme (2002) en Alemania, lo cual indica la adaptabilidad de esta especie a condiciones ambientales muy diversas, por lo que es de esperarse que en áreas de México con condiciones ambientales más favorables de temperatura y humedad que las prevalecientes en el sitio y condición de evaluación, se pueda obtener mayor rendimiento y elevada calidad de fruto.

Los resultados contrastantes entre algunas de las colectas en estudio pueden deberse a su información genética, ya que muestran gran variabilidad entre sí (McCain, 1993), pero al considerar a cada una de ellas como un cultivar se aprecia que tienen gran uniformidad (Zuang *et al.*, 1992) y manifiestan buena adaptación a las condiciones ambientales en que fueron evaluadas en Chapingo, México, por lo que es posible su explotación comercial.

El rendimiento total de fruto correlacionó con el mayor número de variables evaluadas ($0.31^* \leq r \leq 0.88^{**}$), con excepción del diámetro de tallo (Cuadro 6), mientras que el rendimiento en el primer corte ($0.51^* \leq r \leq 0.558^{**}$) o en el segundo ($0.32^* \leq r \leq 0.68^{**}$) lo hicieron solamente con el número de hojas por planta, altura a la bifurcación y número de frutos por planta. Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio realizado por Asna *et al.* (1988), quienes encontraron que el rendimiento de fruto por planta correlacionó positivamente con el número de hojas y de ramas por planta, ancho de hoja y altura de planta.

Es lógico esperar la mayor correlación entre el rendimiento total de fruto con el rendimiento obtenido en el primero y segundo corte; sin embargo, estos resultados tienen elevada aplicación práctica pues en evaluaciones posteriores se podrá seleccionar materiales con base en los resultados sobresalientes del primer corte, ya sea que se considere el fruto con o sin cáscara, pues será deseable seleccionar genotipos precoces con elevado rendimiento de fruto en la cosecha inicial, como ocurre en *Physalis ixocarpa* Brot. (Peña, 2004)².

Bajo las condiciones de invernadero y fertiriego en que se llevó a cabo la investigación, *P. peruviana* requirió, en promedio, 12 días para germinar y 46 días después de la emergencia para alcanzar de altura 10 cm y tener suficiente vigor para soportar el transplante (Cuadro 7).

El periodo requerido para germinar fue adecuado, considerando que las colectas evaluadas pertenecen a una especie silvestre, que la semilla fue extraída casi un año antes de la siembra y que durante ese periodo se mantuvo

²Peña-Lomelí, A. 2004. Comunicación personal. Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco. Chapingo, 56230, México.

CUADRO 5. Comportamiento medio de nueve variables agronómicas de *P. peruviana* L. en invernadero y fertirriego. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

| Tratamiento | | APT ^{xy} (cm) | DTA ^y (cm) | NOH ^y | ABIF (cm) | PEFRC (g) | PEFRS (g) | REFR1 (t·ha ⁻¹) | REFR2 (t·ha ⁻¹) | REFRT (t·ha ⁻¹) |
|-------------|----------------|---------------------------|--------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| # | Origen | | | | | | | | | |
| 1 | Ambo, Perú | 38.0b ^z | 0.94a | 31.0a | 25.5b | 3.8b | 3.7b | 2.8a | 5.9a | 20.6b |
| 2 | Huanuco, Perú | 38.0b | 0.91b | 30.2a | 24.5b | 4.1a | 3.9a | 2.6a | 4.8b | 21.7a |
| 3 | Ayacucho, Perú | 33.6e | 0.86c | 27.2c | 22.8c | 3.9a | 3.7b | 2.0b | 4.9b | 19.7b |
| 4 | Huariaca, Perú | 36.9c | 0.91b | 28.5b | 24.7b | 4.4a | 4.3a | 2.4a | 5.8a | 23.7a |
| 5 | Huancayo, Perú | 35.2d | 0.87c | 27.3c | 24.2b | 3.9a | 3.8a | 1.9b | 5.3b | 20.4b |
| 6 | Huancayo, Perú | 42.5a | 0.95a | 30.4a | 31.3a | 4.8a | 4.7a | 2.5a | 7.1a | 26.3a |
| Media | | 37.4 | 0.91 | 29.1 | 25.5 | 4.1 | 4.0 | 2.4 | 5.6 | 22.1 |
| CV (%) | | 4.3 | 4.4 | 6.1 | 5.3 | 12.1 | 12.2 | 19.5 | 15.6 | 13.7 |

^zMedias con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey con $P<0.05$

^yVariables evaluadas a los 40 ddt.

^xAPT: Altura de planta (cm); DTA: Diámetro de tallo (cm); NOH: Número de hojas; ABIF: Altura a la bifurcación (cm); PEFRC: Peso de fruto con cáscara (g); PEFRS: Peso de fruto sin cáscara (g); REFR1: Rendimiento de fruto en el primer corte (t·ha⁻¹); REFR2: Rendimiento de fruto en el segundo corte (t·ha⁻¹); REFRT: Rendimiento de fruto total (t·ha⁻¹).

CUADRO 6. Correlaciones fenotípicas entre algunas características agronómicas de *P. peruviana* L. evaluada en invernadero con fertirriego. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

| Variable | APT ^y (cm) | DTA (cm) | NOH | ABIF (cm) | PERFC (g) | PEFRS (g) | NOFR (t·ha ⁻¹) | REFR1 (t·ha ⁻¹) | REFR2 (t·ha ⁻¹) | REFRT (t·ha ⁻¹) |
|----------|--------------------------|---------------------|--------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| APT | - | 0.35 * ^z | 0.45** | 0.65** | 0.12 | 0.16 | 0.49** | 0.29 | 0.58** | 0.35* |
| DTA | | 1.00 | 0.17 | 0.10 | -0.02 | -0.02 | 0.19 | -0.02 | -0.02 | 0.04 |
| NOH | | | 1.00 | 0.58** | 0.07 | 0.11 | 0.42** | 0.55** | 0.32* | 0.31* |
| ABIF | | | | 1.00 | 0.20 | 0.22 | 0.58** | 0.55** | 0.68** | 0.52** |
| PEFRC | | | | | 1.00 | 0.99** | 0.01 | 0.16 | 0.23 | 0.86** |
| PEFRS | | | | | | 1.00 | 0.06 | 0.18 | 0.24 | 0.88** |
| NOFR | | | | | | | 1.00 | 0.51** | 0.60** | 0.48** |
| REFR1 | | | | | | | | 1.00 | 0.47** | 0.39** |
| REFR2 | | | | | | | | | 1.00 | 0.051** |

^z **: significativo al 5 y 1 %, respectivamente.

^yAPT: Altura de planta (cm); DTA: Diámetro de tallo (cm); ABIF: Altura a la primera bifurcación (cm); PEFRC: Peso de fruto con cáscara (cm); PEFRS: Peso de fruto sin cáscara (cm); NOF: Número de frutos; REFR1: Rendimiento en el primer corte (t·ha⁻¹); REFR2: Rendimiento en el segundo corte (t·ha⁻¹); REFRT: Rendimiento total estimado de fruto (t·ha⁻¹).

CUADRO 7. Fenología de *P. peruviana* L. en invernadero y fertirriego. Chapingo, México. Ciclo Otoño-Invierno, 2003/2004.

| DDE ^z | GDD | Fase Fenológica | Problema Sanitario | Manejo Agronómico |
|------------------|-------|--|--|--|
| 0 | 0 | Emergencia | | |
| 46 | 21 | Transplante | | |
| 76 | 880 | Inicio de ramificación | Mosquita blanca (<i>Trialeurodes vaporiorum</i> Westwood) | Aplicación de confidor® y Flint® para prevenir cenicilla |
| 88 | 1,167 | Inicio de floración | Gusano falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i> Hubner) | Aplicación de Malathion® e inicio de colocación de rafia |
| 98 | 1,396 | Inicio de fructificación | Mosquita blanca (<i>Trichoplusia ni</i> Hubner) | Aplicación de Confidor® |
| 124 | 1,950 | Inicio del desarrollo de brotes basales y caída de hojas senescentes | | Gusano Falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i> Hubner) Aplicación de Malathion® |
| 148 | 2,047 | Inicio de madurez fisiológica | | |
| 180 | 2,924 | Caída de primeros frutos | | Inicio de cosecha |
| 218 | 3,369 | Muerte de plantas | | |

^zOcurrencia de una helada tardía severa (20/02/2004).

^yDDE = Días después de la emergencia; GDD = Grados días de desarrollo acumulados; se tomó 8 °C como temperatura base y se aplicó la fórmula $GDD = \sum (T^{\circ} \text{ media diaria} - T^{\circ} \text{ base})$.

en condiciones poco idóneas para conservar su máxima calidad fisiológica; sin embargo, los resultados de este estudio contrastan con los obtenidos por Criollo e Ibarra (1992) quienes obtuvieron porcentajes elevados de germinación en semilla recién extraída, con relación a las que habían sido almacenadas.

Después del transplante transcurrieron 30 días para que empezara la ramificación, 42 días para iniciar la floración, 52 días para iniciar la fructificación (amarre de fruto), 78 días para comenzar el desarrollo de brotes en la parte basal de la planta y la senescencia de las hojas en esta parte, y 102 días para el inicio de la madurez fisiológica. La cosecha se realizó a los 146 (primer corte) y 158 ddt (segundo corte).

El periodo transcurrido hasta el inicio de la floración (87 dde), casi coincidió con los 80 días señalados por Wolff (1991) y Chia *et al.* (1997); mientras que el periodo para iniciar la madurez de los frutos (60 días), fue menor entre 10 y 30 días al señalado por Morton (1987), debido a las diferentes condiciones ambientales en que se realizaron tales investigaciones. También, la duración del periodo al inicio de la cosecha (181 dde) discrepa con lo señalado por Wolff (1991). Estos resultados, confirman que el momento de ocurrencia de las principales fases y etapas fenológicas de *P. peruviana* varía de acuerdo con el ambiente de producción (Morton, 1987; Chia *et al.*, 1997).

El desarrollo del cultivo, principalmente el inicio de la floración y fructificación, fue favorecido por la temperatura ambiental en el interior del invernadero (promedio de 21 °C), lo cual coincide con lo observado por Wolf (1991); sin embargo, ésta fue menor entre 6 y 9 °C al rango óptimo señalado por otros autores (Chia *et al.*, 1997; MADR, 2002). También, es posible que la duración del fotoperíodo durante los tres últimos meses del año 2003 hayan influido en la floración, ya que Heinze y Midasch (1991) apreciaron en esta especie una respuesta positiva a fotoperíodo corto.

Algunos informes mencionan que *P. peruviana* se comporta como planta de ciclo anual o perenne, dependiendo del ambiente de producción (clima, suelo y manejo agronómico), lo cual se comprobó en las condiciones de la presente investigación, ya que hubo desarrollo de brotes cuando había transcurrido 60 % del otoño (15 de noviembre del 2003) y de no haber sido afectada por el descenso drástico de la temperatura mínima (-3 °C) al pasar 60 % del invierno (18 de febrero del 2004), esta especie se hubiera comportado como planta perenne; no obstante, es evidente que no tolera las bajas temperaturas como lo indican Chia *et al.*, (1997) y Fisher y Ludders (1992).

LITERATURA CITADA

- ABAK, K.; GULLER, H.Y.; SARI, N.; PAKSOY, M. 1994. Earlines and yield of physalis (*P. ixocarpa* Brot. and *P. peruviana* L.) in greenhouse, low tunnel and open field. *Acta Hort.* 366: 301-306.
- AYALA, C. 1992. Evaluación de tres distancias de siembra y tres sistemas de poda en uchuva bajo invernadero. *Acta Hort.* 310: 206.
- CHIA, C.L.; NISHIMA, M.S.; EVANS, D.O. 1997. Poha. CTAHR Fact Sheet. Horticultural Commodity No. 3. University of Hawaii. Manoa. 2 p.
- CRİOLLO E., H.; İBARRA C., V. 1992. Germinación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. *Acta Hort.* 310: 183-187.
- FISCHER, G.; MARTINEZ, O. 1991. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana* 16(1-3): 35-39.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 251 p.
- HEINZE, W.; MIDASCH, M. 1991. Photoperiodic reaction of *Physalis peruviana* L. *Gortenbauwissenschaft* 56(6): 262-264.
- KLINAC, D. J. 1986. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production systems. *New Zealand J. Exp. Agric.* 14(4): 425-430.
- LEGGE, A. P. 1974. Notes on the history, cultivation and uses of *Physalis peruviana* L. *J. Royal Hort. Soc.* 99(7): 310-314.
- LIZANA, A. L.; ESPINA, S. 1991. Efecto de la temperatura de almacenaje sobre el comportamiento en postcosecha de frutos de físcal (*Physalis peruviana* L.) *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 35: 278-284.
- MCCAIN, R. 1993. Goldenberry, Passion fruit and White Sapote: Potential Fruits for Cool Subtropical Areas, pp. 479-486. In: *New Crops. Proceedings of the Second National Symposium: New Crops, Exploration, Research and Commercialization*. California, USA.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). 2002. Uchuva. Perfil de Producto No. 13. Sistema de Inteligencia de Mercados. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 12 p.
- MORTON F., J. 1987. Cape Gooseberry, pp. 430-434. In: *Fruits of Warm Climates*. MORTON F., J. (Edit). University of Miami. Media Incorporated. Miami, FL.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR). 1989. Goldenberry (cape gooseberry), pp. 241-251. In: *Lost Crops of the Incas: Little - Know Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. Office of International Affairs (ed.). National Academy Press. Washington, D. C.
- PALME, W. 2002. New cultivation systems for *Physalis peruviana* L.; Effects on quality, physiology, productivity and storage. HBLVA für Gartenbau, pp. 340-343. In: *Forschungssprojekt. Versuchsjahre 2000-2002*. Wien, Germany.
- QUIROZ, F. C. 1984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. *HortScience* 19(6): 872-874.
- VEGA, R. A.; ESPINA, S.A.; LIZANA, L.A. 1991. Crecimiento del fruto de physalis (*Physalis peruviana* L.) y determinación del índice de cosecha. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 35: 23-28.
- WOLFF, Y. X. 1991. Species, cultivar and soil amendments influence fruit production of two physalis species. *HortSci.* 26(12): 1558-1559.
- ZUANG, H.; BARRET, P.; BEAU, C. 1992. Nuevas Especies Frutales. Conservatorio Botánico de Porquerolles. Editorial Mundial Prensa. Madrid, España. pp. 157-160.