

# CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE *Physalis pruinosa*

## AGRO-MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Physalis pruinosa*

**García-Sahagún, M.L.<sup>1</sup>; Santiaguillo-Hernández, J.F.<sup>2</sup>; De Luna-Vega, A.<sup>1</sup>; Rodríguez-Díaz, E.<sup>1</sup>; Corona-Salazar, J.P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>Centro Regional Universitario Occidente. Universidad Autónoma Chapingo. Rosario Castellanos 2332. Residencial La Cruz. Guadalajara, Jalisco.

**Autor responsable:** mgarcia@cucba.udg.mx

### RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el efecto de algas marinas sobre la altura de planta, longitud de tallo y longitud de hoja de *Physalis pruinosa* y caracterizar morfológicamente esta especie. El experimento se estableció bajo invernadero durante 2013. Los tratamientos fueron Alga 600, Seaweed, Osmocalm y un testigo. Las algas se aplicaron al suelo, en el trasplante y cada 15 días durante 10 ocasiones. La caracterización se hizo en el testigo, con base en la Guía UPOV de *Physalis*; además se determinó el peso, diámetros polar y ecuatorial, sólidos solubles totales, firmeza y porcentaje de ácido cítrico de fruto. La aplicación de algas marinas en *Physalis pruinosa* mejoró la altura de la planta, longitud de tallo y longitud de hoja. *Physalis pruinosa* tiene hábito de crecimiento postrado, baja altura de tallo a la primera bifurcación y pigmentación antocianica en entrenudos; así como, frutos pequeños color amarillo, de diferente peso, tamaño, sólidos solubles totales y firmeza.

**Palabras clave:** Tomatillo, algas marinas, caracterización morfológica, calidad.

### ABSTRACT

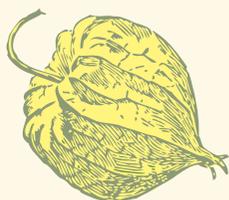
The objectives of this study were to evaluate the effect of marine algae on the plant height, stem length and leaf length of *Physalis pruinosa*, and to characterize this species morphologically. The experiment was established under greenhouse conditions during 2013. The treatments were Alga 600, Seaweed, Osmocalm, and a witness. The algae were applied to the soil, at the moment of transplanting, and every 15 days for 10 occasions. The characterization was done with the witness, based on the UPOV *Physalis* guide; in addition, the weight, polar and equatorial diameters, total soluble solids, firmness and percentage of citric acid of the fruit were determined. Applying marine algae on *Physalis pruinosa* improved the height of the plant, length of the stem and length of the plant. *Physalis pruinosa* has a prostrate growth habit, low stem height at first bifurcation, and anthocyanin pigmentation on the internodes, as well as small yellow fruits, of different weight, size, total soluble solids and firmness.

**Keywords:** tomatillo, marine algae, morphological characterization, quality.



## INTRODUCCIÓN

*Physalis* es un género de plantas herbáceas (Solanaceae) que incluye especies comestibles y ornamentales, llamadas comúnmente tomates de cáscara. En cuanto a especies ornamentales se conoce a *Physalis alkekengi*, denominada linterna china. Otras especies exóticas incluyen a *P. pruinosa* y *P. peruviana.*, que producen frutos comestibles, de color amarillo dorado a naranja, de las cuales la segunda se cultiva en Sudamérica y Europa, en tanto que la primera se reporta como especie ornamental en huertos de los Estados Unidos; sin embargo, presenta un vacío en la información relativa a su fisiología, caracterización y producción en México. En relación con la calidad del tomate, en los últimos años se han implementado sistemas especiales de producción que incluyen condiciones de invernadero, hidroponía, fertirrigación y uso de productos químicos, cuya acción fisiológica ha propiciado aumento del rendimiento y calidad (color, firmeza y sabor) de los frutos (Claridades Agropecuarias, 1998). Como productos químicos, en el caso de solanáceas se ha probado la aplicación foliar y al suelo de fertilizantes quelatados, fertilizantes de liberación lenta, ácidos húmicos, hormonas, ácidos alginicos y fúlvicos que contienen las algas marinas. Senn (1987) reportó que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos, básicamente porque administra a los cultivos todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, además de 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes, como ácidos alginicos, fúlvicos y manitol, así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992). Considerando las propiedades alimenticias y ornamentales de *Physalis pruinosa*, además de los beneficios del uso de las algas marinas durante el desarrollo de varios cultivos, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente una población de *Physalis pruinosa*, además de evaluar la respuesta a la aplicación de fertilizantes ultrasolubles y al-



gas marinas en cuanto al desarrollo, rendimiento y calidad de frutos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó semilla de *Physalis pruinosa* del Banco Nacional de Germoplasma Vegetal de la Universidad Autónoma Chapingo. Las semillas se sembraron en charolas de germinación, utilizando como sustrato helecho Spagnum del producto comercial Sun Shine No.3<sup>®</sup>. En el mes de mayo de 2013 las plántulas se trasplantaron a bolsas de plástico de 10 L<sup>-1</sup> de capacidad, utilizando como sustrato una mezcla de dos partes de estopa de coco, dos de suelo, una de jal (grava volcánica) y una de tezontle (Figura 1), desinfectado con sales cuaternarias de amonio. Se realizó un análisis de agua y los resultados incluyeron una conductividad eléctrica de 0.138 Mmhos, pH de 6.8, RAS de 3.040, Salinidad efectiva de 1.097 meq L<sup>-1</sup>, Carbonato de Sodio Residual 0.550, Carbonatos 0.00 meq L<sup>-1</sup> y Bicarbonatos 0.80 meq L<sup>-1</sup>. Se manejó un pH de 6.2 y conductividad eléctrica de 0.5 a 1.5 Mmhos. Para el control de plagas se utilizó un programa integrado. La polinización



Figura 1. Plántulas de *Physalis pruinosa*.

se realizó artificialmente, al inicio en forma manual y posteriormente con el uso de abejorros.

Se aplicaron fertilizantes ultrasolubles, basándose en el análisis de agua y sustrato. La aplicación de algas marinas se realizó considerando un diseño completamente al azar con 15 repeticiones y como prueba de comparación de medias se utilizó Tukey ( $p \leq 0.05$ ), empleando el paquete estadístico NCSS (Hintze, 2001). Los tratamientos aplicados se describen a continuación:

Tratamiento con Alga 600<sup>®</sup>: extracto de Algas Marinas Marrón: *Laminaria sp.*, *Ascophyllum nodosum* y *Sargassum sp.*

Tratamiento con Osmocalm<sup>®</sup>: es un fertilizante orgánico líquido, bioestimulante extraído de algas *Ascophyllum nodosum* con calcio y boro de fácil absorción y desplazamiento, que controlan el estrés y previenen o corrigen las carencias de calcio en la planta (Cuadro 2), en dosis para fertirrigación de 200 a 500 cc ha<sup>-1</sup>.

El extracto de algas marinas de Noruega (*Ascophyllum nodosum*) contiene más de 60 nutrientes, especial-

**Cuadro 1.** Composición del producto Alga600<sup>®</sup>.

Características	Composición
Materia orgánica	45-55%
Cenizas	9.4-17.5%
Densidad	0.50 g cm <sup>3</sup>
Solubilidad en agua	100%
pH	9-10
Nitrógeno Total (N)	0.5-0.8%
Fosforo Soluble (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.0-5.0%
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	21.0-22.0%
Magnesio (Mg)	0.04%
Calcio (Ca)	0.6-1.8%
Hierro (Fe)	0.15-0.30%
Azufre (S)	1.0-1.5%
Sodio (Na)	1.5-2.2%
Cobre (Cu)	0.0007%
Iodo (I)	350-650 ppm
Ácido alginico (laminaria, vitaminas)	8.0-10.0%
Aminoácidos (totales 17)	5.0%

**Cuadro 2.** Composición de Osmocalm.

Componente	Composición
Extracto de algas	7.50% p/p (9% p/v)
Calcio (CaO)	7.80% p/p (9,36% p/v)
Boro (B)	0.20% p/p (0,24% p/v)

Tratamiento con Seaweed<sup>®</sup>.

mente nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K), además de calcio, magnesio, azufre, micronutrientes aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras de crecimiento, y contiene 12% del ingrediente activo. La recomendación para su uso en el sistema de riego fue una dilución de 1:1000, equivalente a 100 ppm.

4.- Testigo (Sin aplicación de algas marinas).

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron utilizando las dosis recomendadas por el fabricante, durante el trasplante y cada 15 días durante el desarrollo de las plantas.

**Caracterización.** La caracterización de la planta se efectuó con base en el Manual Gráfico para la Descripción de Variedades de Tomate de Cáscara (Peña *et al.*, 2011). También se evaluaron los caracteres de calidad: peso, diámetro polar y ecuatorial, firmeza, sólidos solubles totales, pH y acidez titulable.

**Peso.** Se determinó en una muestra de 10 frutos, para ello se estableció el peso de cada fruto (g), empleando una balanza "Adventurer" modelo Ohaus.

**Diámetro polar y ecuatorial del fruto.** El diámetro polar se determinó utilizando un vernier digital modelo 3416, marca Control Company, que se colocó en el fruto abarcando los polos. El diámetro ecuatorial se estableció colocando el vernier en la región media (ecuador) del fruto. Los valores se expresaron en mm.

**Firmeza.** Se determinó con un penetrómetro manual de 0-13 Kg con puntal de 8 mm. Se eliminó la cutícula en un punto de la región ecuatorial, antes de utilizar el equipo. Se obtuvo el valor promedio de firmeza de 10 repeticiones y los resultados se expresaron en gramos fuerza (kg).

**Sólidos solubles totales (SST).** Para determinar el contenido de sólidos solubles totales (%) se empleó un

refractómetro Marca "Atago" Modelo N-1E. Se tomó una muestra de jugo del fruto de tomate y se colocó en el lente de refracción con valor de lectura de 0% a 30%.

**pH.** Se utilizó un potenciómetro marca "Hanna" modelo pH213. Se tomó una muestra de  $6 \text{ g}^{-1}$  de tejido de fruto, se maceró, se preparó una mezcla con agua destilada hasta llegar a un volumen de 50 ml, se coló y se procedió a medir el pH.

**Acidez titulable expresado en % de ácido cítrico.** Se utilizó la muestra que se preparó para la determinación de pH. El método se basó en titular la muestra con solución de hidróxido de sodio 0.1 N, deteniendo la titulación hasta alcanzar un pH de 8; para ello se utilizó un potenciómetro marca "Hanna" modelo pH 213, y el porcentaje de acidez titulable fue calculado como porcentaje de ácido cítrico mediante la siguiente fórmula: % de ácido cítrico =  $(\text{Gasto de NaOH}) (\text{Normalidad del NaOH}) (0.064) \times 100 / \text{gramos de muestra}$ .

**Extracción de semilla.** Se realizó mezclando los frutos con agua, licuando y decantando para separar la semilla del tejido. Se procedió a lavarla, colar y colocar en papel para su secado (Figuras 2). Se produjeron 169,962 semillas de *Physalis pruinosa* de frutos maduros y 119,540 semillas en frutos verde-amarillo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso de altura de planta el tratamiento que generó mayor valor fue Seaweed, seguido de Alga 600, resaltando que Osmocalm registró una respuesta semejante al tratamiento testigo. En el caso de la longitud de tallo el tratamiento que generó los valores más altos fue Alga 600; los demás tuvieron los mismos valores estadísticos que el testigo. Finalmente, en la longitud de hojas el mejor fue Alga 600, mientras que Osmocalm y Seaweed obtuvieron el mismo efecto.

El efecto que produjo Seaweed en la altura de la planta de *Physalis pruinosa* puede atribuirse a que las algas

**Cuadro 3.** Resultados de variables de desarrollo en *Physalis pruinosa*.

Tratamiento	Altura de planta	Longitud de tallo	Longitud de hoja
Testigo	12.12 c	25.29 b	4.08 c
Alga 600	14.03 b	27.35 a	5.91 a
Seaweed	16.25 a	26.44 b	4.73 b
Osmocalm	11.88 c	25.84 b	4.75 b

Tukey ( $\leq 0.05$ ). Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales.



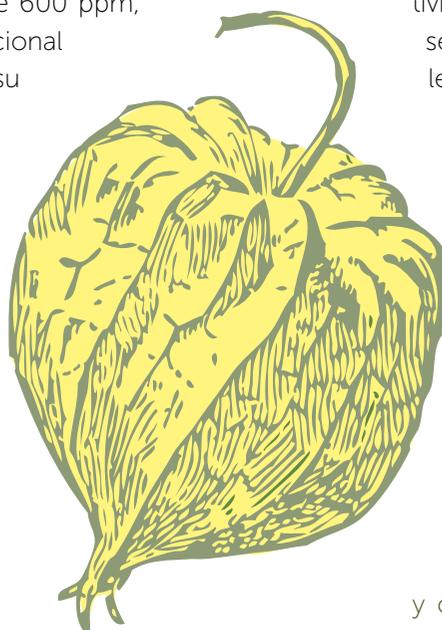
**Figuras 2.** Extracción de semilla de *Physalis pruinosa*.

marinas incorporadas al suelo o vía foliar mejoran la absorción de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, B, Cu, Mn, Zn) e incrementan los rendimientos, además de que aportan aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras de crecimiento (Bludes, 1976 y Canales, 2000).

En el caso de longitud de tallo y de hoja, el mejor tratamiento fue con Alga 600. Esto pudo deberse a que contiene tres tipos de alga y, por ejemplo, *Laminaria* sp., provee importantes cantidades de polisacáridos; *Ascophyllum nodosum* es un producto esencial con betainas y altamente recomendado en suelos; y *Sorgassum* sp., que es rico en ácido algínico (Vitaminas esenciales para las plantas) y con alto contenido de reguladores de crecimiento naturales de más de 600 ppm, contribuyendo a la regulación bidireccional del sistema complejo nutricional. Por su alto contenido de nutrientes esenciales cubren perfectamente los requerimientos de las plantas a nivel celular; además, por ser un complejo oligómero (duplica la absorción de nutrientes), aumenta la disponibilidad de los mismos vía radicular (al suelo) y mejorando paulatinamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Crouch y Van Staden, 1992).

En el Cuadro 4 se observa la caracterización de frutos de *Physalis pruinosa* con los valores promedio de variables de calidad en función de su etapa de madurez. El Cuadro 5 presenta la caracterización morfológica de la especie. Se obtuvieron frutos de 1.16 a 1.71 g de peso. Los frutos amarillos tuvieron menores valores de firmeza (677.08 g) que los verdes (782 g). Los frutos amarillos presentaron mayores va-

lores en sólidos solubles totales (12.1%) que los verdes (8.99%) y menor porcentaje de ácido cítrico (0.33%) que los frutos verdes (0.41%). Los niveles de sólidos solubles totales obtenidos coinciden con lo reportado por Novoa et al. (2006) en frutos de *Physalis peruviana*. A medida que los frutos maduran, los contenidos de sólidos solubles aumentan por procesos de hidrólisis del almidón en azúcares más simples (Herrero y Guardia, 1999). La disminución del ácido cítrico durante la madurez generalmente coincide con el pico climatérico. Esto puede deberse a la oxidación del ácido por acción de enzimas, provocando una reducción acelerada (Mozafar, 1994). Las diferencias entre las variables de calidad de los frutos de *Physalis pruinosa* amarillos y verdes se debieron a que durante la madurez se incrementa la actividad respiratoria, se degradan azúcares, se sintetizan pigmentos y se produce etileno (Salisbury y Ross, 1994; Kader 2002).



### CONCLUSIONES

*Physalis pruinosa* es una

planta con hábito de crecimiento postrado, con altura de tallo a la primera bifurcación baja, que presenta pigmentación antocianídica en entrenudos, con frutos pequeños color amarillo, con una firmeza de 680 g fuerza, contenido de sólidos solubles totales de hasta 12%, con cáliz pubescente, acostillado y con pigmentación antocianica, pedúnculo delgado de longitud corta y semillas amarillas. La aplicación de algas marinas en *Physalis pruinosa* mejoró la altura de la planta, longitud de tallo y longitud de hoja. La aplicación de algas marinas propició la producción de mayor cantidad de semillas de *Physalis pruinosa* de frutos maduros, en comparación con la cantidad de semillas en frutos verde-amarillo.

**Cuadro 4.** Resultados promedio de variables de calidad en frutos de *Physalis pruinosa*.

Madurez	Peso (g)	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza (g)	Sólidos solubles totales (%)	Ácido cítrico (%)
1 Amarillo	1.71a	12.27a	12.1a	677.08b	12.10a	0.33a
2 Verde-amarillo	1.29b	11.57b	11.16b	691.76b	10.90b	0.36a
3 Verde	1.16c	10.81b	10.49b	782.00a	8.99c	0.41a

Tukey ( $\leq 0.05$ ). Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales.

**Cuadro 5.** Caracterización morfológica de *Physalis pruinosa*.

Variable	Característica
<b>1.- Plántula</b>	
1.1- Pigmentación antocianídica del hipocotilo	Presente 9
<b>2.- Planta</b>	
2.- Hábito de crecimiento	Postrado 3
<b>3.- Tallo</b>	
3.- Tallo-Altura a la primera bifurcación	Baja 3
3.4.- Longitud de entrenudos	Corto 3
3.5.- Pigmentación antocianídica en los entrenudos:	Presente 9
3.6.- Intensidad de la pigmentación antocianídica en los entrenudos:	Débil 3
3.7.-Pubescencia de los entrenudos:	Presente 9
<b>4.- Hoja</b>	
4.8 Forma	Elíptica estrecha 3
4.9 Longitud	Corta 3
4.10 Anchura	Estrecha 3
4.11 Dentado	Media 2
4.12 Color	Verde amarillento 1
4.13 Intensidad de color verde	Débil 3
<b>5.- Pecíolo</b>	
5.14 Porte	Colgante 3
5.15 Longitud	Corto 3
<b>6.-Flor</b>	
6.16 Porte del pedicelo	Colgante 5
6.17 Diámetro	Pequeño 3
6.18 Número de anteras	Cinco 1
<b>7.-Fruto</b>	
7.19 Tamaño	Pequeño 3
7.20 Longitud	Corta 3
7.21 Diámetro	Estrecho 3
7.22 Relación largo/diámetro	Pequeña 3
7.23 Forma en sección longitudinal	Circular 2
7.24 Forma en sección transversal	Circular 2
7.25 Profundidad de la cavidad peduncular	Ausente o muy poco profunda 1
7.26 Forma del ápice	Redondeada 2
7.27 Color principal en la madurez para la cosecha	Amarillo 3
7.28 Intensidad de color principal en la madurez para la cosecha	Medio 2
7.29 Color principal en la madurez fisiológica	Amarillo 3

**Cuadro 5.** Caracterización morfológica de *Physalis pruinosa*. (Continuación).

Variable	Característica
7.30 Intensidad de color en madurez fisiológica	Media 2
7.31 Color de la pulpa	Amarillo 2
7.32 Número predominante de lóculos	
7.33 Adherencia del cáliz	Fuerte 7
7.34 Cobertura de cáliz	Ligeramente abierta 2
7.35 Firmeza (maduro)	De 680 gramos fuerza
7.36 Densidad de la pulpa	
7.37 Número de semillas	
<b>8. Cáliz</b>	
8.38 Pubescencia	Presente 9
8.39 Acostillado	Presente 9
8.40 Pigmentación antocianica	Presente 9
8.41 Intensidad de pigmentación antocianica	Muy débil 1
<b>9. Pedúnculo</b>	
9.42 Longitud	Corto 3
9.43 Grosor en el extremo proximal	Delgado 3
<b>10. Semilla</b>	
10.44 Color	Amarillo pardo
10.45 Tamaño	Pequeño

## AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI-SNICS-SAGARPA) por el financiamiento de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Blunden G. 1973. Effects of liquid seaweed extracts as fertilizers. Proc. Seventh International Seaweed Symposium. In ref. 3. School of Pharmacy, Polytecnic, Park Road, Portsmouth, Hants, England.
- Canales B.L. 2000. Enzimas-algas. Posibilidad de uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Revista Terra, volumen 17, número 3.
- Crouch L., Van Staden, J.1992. Evidence of the presence of growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.
- Herrero A., Guardia, J. 1999. Conservación de frutos. Manual técnico. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 59-71.
- Kader A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Aricultural and Natural Resources, Publication 3311.Oakland, CA. 534 p.
- Mozafar A. 1994. Plant vitamins: agronomic, physiological and nutritional aspects. CRC Press, Florida. pp. 9-11.
- Novoa R.H., Bojacá M., Galvis J.A., Fischer G.. 2006. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento postcosecha de la uchuva, almacenada a 12°C (*Physalis peruviana* L.).
- Salisbury B.F., Ross W.C. 1994. Fisiología Vegetal. Ed Grupo Editorial Iberoamérica S.A de C.V. México.
- Senn T.L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al Español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.