



Caracteres agronómicos de dos poblaciones de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry¹

Agronomical characters of two populations of *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry

I. Darío Flores-Sánchez², Manuel Sandoval-Villa², Ernesto Gabriel Alcántar-González²,
Prometeo Sánchez-García², Ramón Marcos Soto-Hernández³, Ebandro Uscanga-Mortera³

¹ Recepción: 22 de octubre, 2020. Aceptación: 9 de marzo, 2021. Este trabajo fue parte del proyecto de investigación de tesis “Potencial agronómico y calidad de fruto de dos poblaciones de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry, erguida y decumbente”. Adscrito a la línea de investigación “Tomatillos Silvestres Mexicanos”, del Programa de Postgrado en Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México. Financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

² Colegio de Postgraduados, Postgrado en Edafología. Carretera México-Texcoco, km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. flores.ignacio@colpos.mx (<https://orcid.org/0000-0003-3425-7480>), msandoval@colpos.mx (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-0228-0734>), alcantar@colpos.mx (<https://orcid.org/0000-0001-6150-0453>), promet@colpos.mx (<https://orcid.org/0000-0001-8287-4606>).

³ Colegio de Postgraduados, Postgrado en Botánica. Montecillo, Estado de México. msoto@colpos.mx (<https://orcid.org/0000-0001-8577-7991>), euscanga@colpos.mx (<https://orcid.org/0000-0002-8951-8724>).

Resumen

Introducción. *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry, de uso alimenticio, se considera una especie semi-domesticada (poblaciones que han tenido un proceso de selección artificial pero aún tienen la capacidad de sobrevivir y reproducirse sin la intervención del ser humano) y que cumple con los criterios para su futuro uso. **Objetivo.** Evaluar caracteres agronómicos de dos poblaciones de *J. procumbens*, en invernadero e hidroponía. **Materiales y métodos.** La investigación se realizó en el Colegio de postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, de julio a diciembre de 2019. Se aplicaron los siguientes tratamientos en un sistema hidropónico abierto: dos poblaciones (erguida y decumbente), tres niveles de conductividad eléctrica (CE): 1, 2 y 3 dS m⁻¹ y dos niveles de poda (con y sin poda). Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de hojas (NH) y de racimos (NR), flores por racimo (FLR), frutos por racimo (FR), peso de fruto (PF), rendimiento (REND) y lecturas SPAD. **Resultados.** Para ambas poblaciones, su cultivo en condiciones de invernadero e hidroponía promovieron el desarrollo en altura de planta, diámetro de tallo y peso de fruto. Se observó una variabilidad dentro y entre poblaciones para poda y conductividad eléctrica; el cultivo a 3 dS m⁻¹ registró la menor altura de planta y el mayor diámetro de tallo, mientras que con 1 dS m⁻¹ se obtuvo el mayor rendimiento; para el tratamiento con poda, los valores más altos se presentaron en flores por racimo, frutos por racimo y peso de fruto. **Conclusiones.** Ambas poblaciones presentaron el potencial para ser consideradas en estudios en ambientes controlados.

Palabras clave: recursos nativos, semi-domesticación, agricultura protegida, hidroponía.



Abstract

Introduction. *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry, used as food, is considered a semi-domesticated species (populations that have had a process of artificial selection but still have the ability to survive and reproduce without human intervention) and meets the criteria for future use. **Objective.** To evaluate agronomic traits of two *J. procumbens* populations, in greenhouse and hydroponics. **Materials and methods.** The research was carried out at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, State of Mexico, from July to December 2019. The following treatments were applied in an open hydroponic system: two populations (erect and decumbent), three electrical conductivity levels (CE): 1, 2, and 3 dS m⁻¹ and two pruning levels (with and without pruning). The variables evaluated were: plant height (AP), stem diameter (DT), number of leaves (NH) and clusters (NR), flowers by clusters (FLR), fruits by clusters (FR), fruit weight (PF), yield (REND), and SPAD readings. **Results.** For both populations, their cultivation under greenhouse and hydroponic conditions promoted development in plant height, stem diameter, and fruit weight. Variability within and between populations was observed for pruning and electrical conductivity; the crop at 3 dS m⁻¹ recorded the lowest plant height and the highest stem diameter, while at 1 dS m⁻¹ the highest yield was obtained; for the pruning treatment, the highest values in flowers by cluster, fruit by cluster, and fruit weight were presented. **Conclusion.** Both populations showed the potential to be considered for studies in controlled environments.

Keywords: native resources, semi-domesticated species, protected agriculture, hydroponics.

Introducción

Dentro de la diversidad de plantas arvenses identificadas en México (Albino-García et al., 2011) se encuentran una parte importante con uso alimenticio, de las cuales se han reconocido ejemplares candidatos para estudios agronómicos, como *J. procumbens* (Williams, 1985; Williams, 1993).

De hábito de crecimiento erguido y fruto azul-negrusco, *J. procumbens*, es una especie arvense con uso alimenticio en México (Laferriere et al., 1991; Mione, 2017). También cuenta con una población distinta en regiones específicas del país, de crecimiento decumbente y fruto verde en estado maduro. La primera se puede encontrar como ruderal, en las orillas o dentro de sitios cultivados (arvense) (Casas et al., 2001; Mione & Anderson, 2017); mientras que la segunda, dentro de dichos sitios (Williams, 1985; Coe, 1997), donde son toleradas y cuyo proceso de selección artificial *in situ*, ha implicado un incremento de fenotipos deseables, pero los cuales aún tienen la capacidad de sobrevivir y reproducirse sin la intervención del ser humano, por lo que, se les considera en un estado incipiente de domesticación (Casas et al., 1997) o semi-domesticación cuyos frutos son recolectados más que cosechados, crecen de manera natural en los terrenos de cultivo, no están sometidos a prácticas de cultivo intensivo y el conocimiento sobre sus ciclos biológicos o prácticas agronómicas está poco entendido (Kc et al., 2017). Las poblaciones aún muestran variabilidad genética debida a la mutación aleatoria, el flujo génico y la selección natural (Gellatly & Dennis, 2011); por lo que la estructura genética está dada por la proporción de los diferentes genotipos presentes (Picó et al., 2008). Los frutos colectados se consumen en fresco o a través de algunas preparaciones (Davis & Bye, 1981; Williams, 1985; T. Mione, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018).

Junto con otras arvenses, *J. procumbens*, se encuentra en riesgo de desaparecer por el uso de herbicidas; en particular, la población decumbente, ya que su presencia es más restringida y además presenta una mayor vulnerabilidad a dicho agroquímico (Coe, 1997; Williams, 1985).

En general, estas plantas se consideran malezas, perjudiciales a los cultivos de importancia económica, por lo que se busca eliminarlas. No obstante, en el contexto biológico y de la agricultura tradicional mexicana, se

consideran recursos importantes. Algunos de sus beneficios son: control de la erosión, preservación de insectos benéficos, fuente de forraje, medicamento o alimento (Albino-García et al., 2011). Entre las especies estudiadas, algunas resaltan por su importancia en el aporte de nutrientes para el ser humano (Carballo et al., 2013; Mera et al., 2013; Williams, 1985).

Algunos estudios que se han realizado sobre *J. procumbens*, reportaron importante contenido de nutrientes y componentes benéficos (Laferriere et al., 1991; Mendoza-Rodríguez et al., 2016; Mera-Ovando et al., 2003; Williams, 1985). Por lo que, se considera viable para su futuro aprovechamiento al cumplir con los siguientes criterios para considerar nuevos recursos vegetales con propósitos alimenticios (J. Sarukhán, comunicación personal, 14 de junio de 2020):

1. Plantas comestibles por el hombre.
2. Plantas de alto valor nutricional.
3. Plantas que no requieren de procesos intermedios entre cultivo, cosecha y utilización.
4. Plantas que, de preferencia, sean nativas de México.

No obstante, hasta el momento no se cuenta con información sobre caracteres de interés agronómico, que permitan valorar su potencial.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar caracteres agronómicos de dos poblaciones de *J. procumbens*, en invernadero e hidroponía.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se realizó durante los meses de julio a diciembre de 2019, se suministró agua y nutrimentos vía riego por goteo sin recirculación de la solución nutritiva.

Material genético

Se evaluaron dos poblaciones de *J. procumbens*: erguida y decumbente, originarias de Tlaxcala, México (19° 15' N y 97° 53' O, a 2500 m de altitud) zona con clima predominante templado subhúmedo C(w1) y C(w2), temperatura media anual entre 12 y 18 °C. Se utilizaron frutos colectados en el año 2015, en estado maduro, a los que se les dio el siguiente manejo: se extrajo la semilla y se enjuagó con agua de la llave, después, se secaron bajo la sombra a temperatura ambiente, se almacenaron en frascos de plástico de 30 ml y se mantuvieron en condiciones de refrigeración a 4 °C.

Manejo de experimento

El material vegetal se obtuvo de un experimento previo para romper la latencia de la especie. Se utilizó una cámara de germinación con condiciones diurnas (12 h a 30 °C) y nocturnas (12 h a 20 °C). El procedimiento fue el siguiente:

Las plántulas, se transfirieron a vasos de plástico de 24 ml con turba como sustrato y se regaron con agua destilada. Después, con las primeras hojas verdaderas, se colocaron en invernadero, con malla sombra 40 % y se regaron con agua de la llave (pH 7,7 y CE 0,5 dS m⁻¹). Luego, se trasplantaron a vasos de unicel de 265 ml, con una mezcla de tezontle rojo como sustrato (4 a 10 mm); se regó con solución nutritiva Steiner a 1 dS m⁻¹ de CE hasta alcanzar una altura de 15 cm.

El trasplante final se realizó a los cuarenta días después de la siembra. Se utilizaron bolsas de polietileno negro 40x40 (13 l), con tezontle rojo como sustrato (diámetro ≤ 12 mm, densidad de $0,78 \text{ g cm}^{-3}$, y $21,87 \%$ de retención de humedad). Se realizó amarre de tallos principales con cordel usado para sujetar plantas de tomate, el cual se ubicó alrededor de dichos tallos y ramificaciones conforme avanzó el crecimiento de la planta; el cordel se sujetó en alambre galvanizado fijado a la estructura del invernadero.

Se aplicaron tres concentraciones de solución nutritiva Steiner con micronutrientes: 1, 2 y 3 dS m^{-1} , dosificadas desde el trasplante; el volumen de riego aplicado cada día fue de 0,23 a un litro por planta, dependiendo de la etapa de crecimiento.

El pH se mantuvo en el intervalo de 5,5 a 6,5. El pH y la conductividad eléctrica (CE) se monitorearon con un equipo portátil (Combo Waterproof HI-98129).

Para el manejo de poda, se aplicaron los tratamientos con poda (CP) y sin poda (SP). En las plantas podadas se eliminaron brotes laterales y basales, permitiendo la ramificación normal de la planta.

Se presentaron plagas como escarabajo pulga de la papa (*Epitrix cucumeris*), trips (*Thysanoptera* sp.), chinche fétida verde (*Acrosternum hilare*) y marrón (*Euschistus servus*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y pulgón (*Aphididae* sp.). También patógenos como cenicilla (*Oidium* sp.) y Cercospora. En el caso del gusano soldado, se eliminó de manera manual; para los demás patógenos y plagas se utilizó: mancozeb ($3,5 \text{ g l}^{-1}$), abamectina (3 ml l^{-1}) y bicarbonato de sodio (20 g l^{-1}).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una planta por maceta, con un total de 48 unidades experimentales.

Variables evaluadas

Altura de planta y diámetro de tallo

La altura de planta (AP) y el diámetro de tallo (DT) se registraron a los 156 días después del trasplante (DDT), cuando el 50 % de las plantas detuvo su crecimiento. La altura se midió en cm, con una cinta métrica, desde la base del tallo principal hasta la punta. El DT se registró con un vernier graduado en mm, donde se ubican los cotiledones.

Número de hojas

El número de hojas (NH) se obtuvo del total de hojas por planta desde la base hasta la punta de la misma.

Número de racimos

El número de racimos (NR) se contabilizó por planta, al sumar el total de racimos con flores desarrolladas.

Número de flores por racimo y frutos por racimo

El número de flores por racimo (FLR) y los frutos por racimo (FR) se contabilizaron, por unidad experimental, en cuatro racimos seleccionados al azar. En FLR, se contaron el número de flores desarrolladas. Para FR, en la

población erguida, se registró cuando el fruto alcanzó en su totalidad el color azul-negruzco. Para la decumbente, se presentaron problemas de desprendimiento de fruto en estado maduro; por lo tanto, se contabilizaron cuando el fruto alcanzó un tamaño mínimo de 0,5 cm de diámetro ecuatorial.

Frutos totales

Los frutos totales (FT) se determinaron con el número de racimos (NR) y los frutos por racimo (FR), debido a los problemas de desprendimiento de fruto mencionados.

Peso de fruto

El peso del fruto (PF) se determinó en cada unidad experimental al obtener el peso promedio (g) de veinticinco frutos con madurez fisiológica seleccionados al azar.

Rendimiento por planta

El rendimiento por planta (REND) se estimó en gramos con el número de frutos totales y el peso del fruto.

Lecturas SPAD

Las lecturas SPAD se utilizan para medir la intensidad del color verde de las hojas. El acrónimo SPAD viene del inglés Soil Plant Analysis Development, nombre del proyecto desarrollado por la empresa Minolta. Para obtener una lectura promedio se tomaron lecturas en cuatro hojas opuestas recién expandidas, a los 67 DDT. Se utilizó el SPAD-502.

Análisis estadístico

A los datos obtenidos se les aplicó los análisis de homogeneidad de varianzas y normalidad. En las variables que no cumplieron con los supuestos estadísticos, se transformaron los datos con base en la raíz cuadrada. Los resultados se analizaron con el programa estadístico SAS Institute Inc. (2002) versión 9.0; se realizó análisis de varianza, con base en un modelo factorial $2 * 3 * 2$ completamente al azar, una prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) y análisis de correlación.

Resultados

Población y poda afectaron todas las variables excepto las lecturas SPAD para población y, lecturas SPAD y diámetro del tallo (DT) para poda; por el contrario, la conductividad eléctrica (CE) solo influyó en el DT ($p \leq 0,05$). Los valores más altos de coeficientes de variación se detectaron en frutos por racimo (FR) (20,33 %), peso del fruto (PF) (21,71 %), número de racimos (NR) (23,47 %), rendimiento por planta (REND) (34,06 %) y frutos totales (FT) (39,83 %).

En la interacción población * poda se presentaron diferencias estadísticas en PF y REND, lo cual indicó que, para dichas variables, el efecto de la poda no fue el mismo dentro de cada población.

La población erguida, excepto en PF, presentó los valores más altos en todas las variables (Cuadro 1). Fue superior en: 45,82 % para altura de planta (AP), 37,31 % para DT, 148,56 % para número de hojas (NH), 92,95 % para NR, 28,74 % para flores por racimo (FLR), 35,49 % para FR, 118,33 % para FT y 62,45 % para REND. En lecturas SPAD no hubo diferencias estadísticas entre poblaciones, pero la tendencia fue la misma, con el valor más alto en la población erguida. Para PF, la población decumbente fue superior en 60,29 %.

Cuadro 1. Comparación de medias para caracteres agronómicos de dos poblaciones de *J. procumbens*, cultivados en tres niveles de conductividad eléctrica y dos manejos de poda. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Julio – diciembre de 2019. Datos tomados entre los 32 y 156 días después del trasplante (DDT).

Table 1. Comparison of mean values of agronomical characters of two *J. procumbens* populations, cultivated at three electrical conductivity levels and two pruning treatments. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Mexico State. July – December 2019. Data taken among 32 and 156 days after transplantation (DAT).

| | Altura de planta | Diámetro de tallo | Número de hojas | Número de racimos | Flores por racimo |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Población | | | | | |
| Erguida | 177,64 a | 15,53 a | 395,54 a | 264,30 a | 4,39 a |
| Decumbente | 121,82 b | 11,31 b | 159,13 b | 136,98 b | 3,41 b |
| CE (dS m⁻¹) | | | | | |
| 1 | 158,92 a | 12,44 b | 241,47 a | 174,74 a | 3,75 a |
| 2 | 148,52 a | 13,36 ab | 267,65 a | 193,49 a | 4,20 a |
| 3 | 141,75 a | 14,48 a | 258,64 a | 219,43 a | 3,73 a |
| Poda | | | | | |
| CP | 185,58 a | 13,23 a | 207,47 b | 93,27 b | 4,30 a |
| SP | 113,88 b | 13,62 a | 309,19 a | 335,03 a | 3,50 b |
| | Frutos por racimo | Frutos totales | Peso de fruto | Rendimiento | Lecturas SPAD |
| Población | | | | | |
| Erguida | 4,81 a | 1232,70 a | 1,36 b | 1558,90 a | 60,65 a |
| Decumbente | 3,55 b | 564,60 b | 2,18 a | 959,60 b | 58,40 a |
| CE (dS m⁻¹) | | | | | |
| 1 | 4,49 a | 892,90 a | 1,85 a | 1364,30 a | 58,68 a |
| 2 | 4,11 a | 830,90 a | 1,81 a | 1201,20 a | 59,90 a |
| 3 | 3,94 a | 972,30 a | 1,64 a | 1212,20 a | 59,99 a |
| Poda | | | | | |
| CP | 4,59 a | 534,30 b | 2,22 a | 947,60 b | 59,43 a |
| SP | 3,77 b | 1263,10 a | 1,32 b | 1570,80 a | 59,62 a |

CE: conductividad eléctrica; CP: con poda; SP: sin poda. Letras diferentes indican diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0,05$) / CE: electrical conductivity; CP: pruned; SP: without pruning. Different letters indicate statistical difference (Tukey, $p \leq 0,05$).

Para conductividad eléctrica (CE), con el cultivo a 3 dS m⁻¹, se presentó el mayor DT, superior a 1 dS m⁻¹ en 16,40 % (Cuadro 1). Para las demás variables se detectaron tres tendencias: en la primera, AP, FR y PF

disminuyeron conforme aumentó la CE, en la segunda, al aumentar la CE aumentaron el DT, el NR y las lecturas SPAD, en la tercera, con el cultivo a 2 dS m⁻¹ se obtuvieron los valores más altos en NH y FLR.

En el factor poda para AP, FLR, FR y PF, el tratamiento con poda (CP) registró valores más altos que SP en 62,96, 22,86, 21,75 y 68,18 %, respectivamente (Cuadro 1). Por el contrario, con el manejo sin poda (SP) se registraron los mayores valores en NH, NR, FT y REND, superiores en 49,03, 259,20, 136,40 y 65,77 %, respectivamente. Para DT y lecturas SPAD, los valores aumentaron con el tratamiento SP, aunque no hubo diferencias estadísticas.

Se observó en la población erguida una constante ramificación en ambos tipos de manejo (CP y SP). En contraste, en la decumbente bajo el manejo CP no se observó dicho comportamiento (Figuras 1a y 1b).

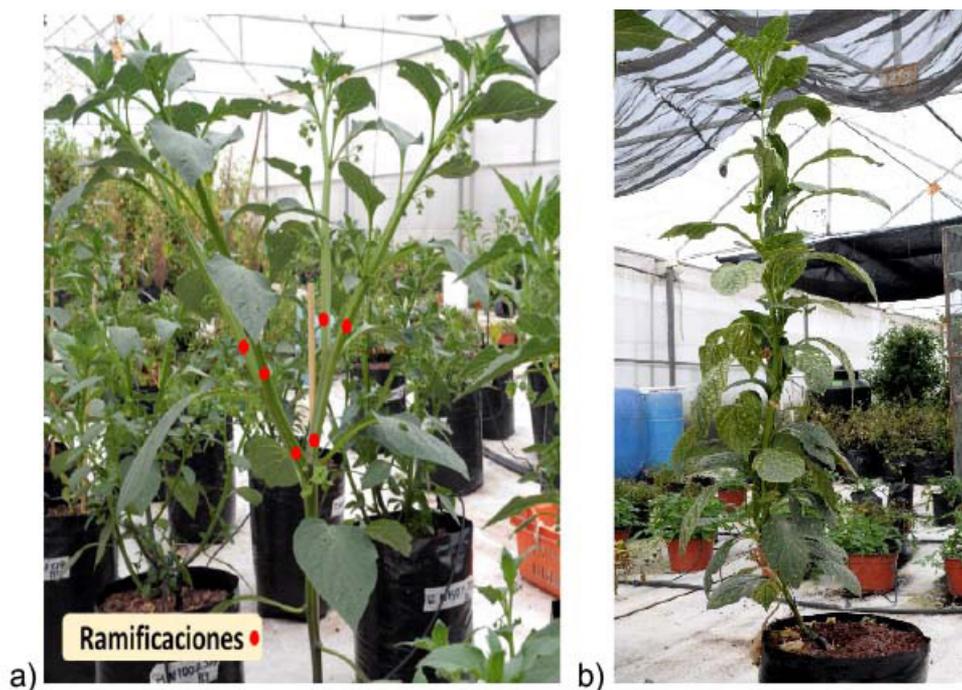


Figura 1. a) Ramificación de tallos en la población erguida de *J. procumbens*, con tratamiento con poda (Imagen tomada a los 45 días después del trasplante (DDT)); b) Efecto del tratamiento con poda en la población decumbente de *J. procumbens* (Imagen tomada a los 117 DDT). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. 2019.

Figure 1. a) Branching stems of the *J. procumbens* erect population with pruning treatment (Image taken 45 days after transplantation (DAT)); b) Pruning treatment effect on *J. procumbens* decumbent population (Image taken 117 DAT). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Mexico State. 2019.

En las combinaciones población * CE, se encontró que una CE de 3 y 1 dS m⁻¹ promovieron el desarrollo para ambas poblaciones en AP y REND, respectivamente (Figura 2). Estos mismos niveles de CE, en la población

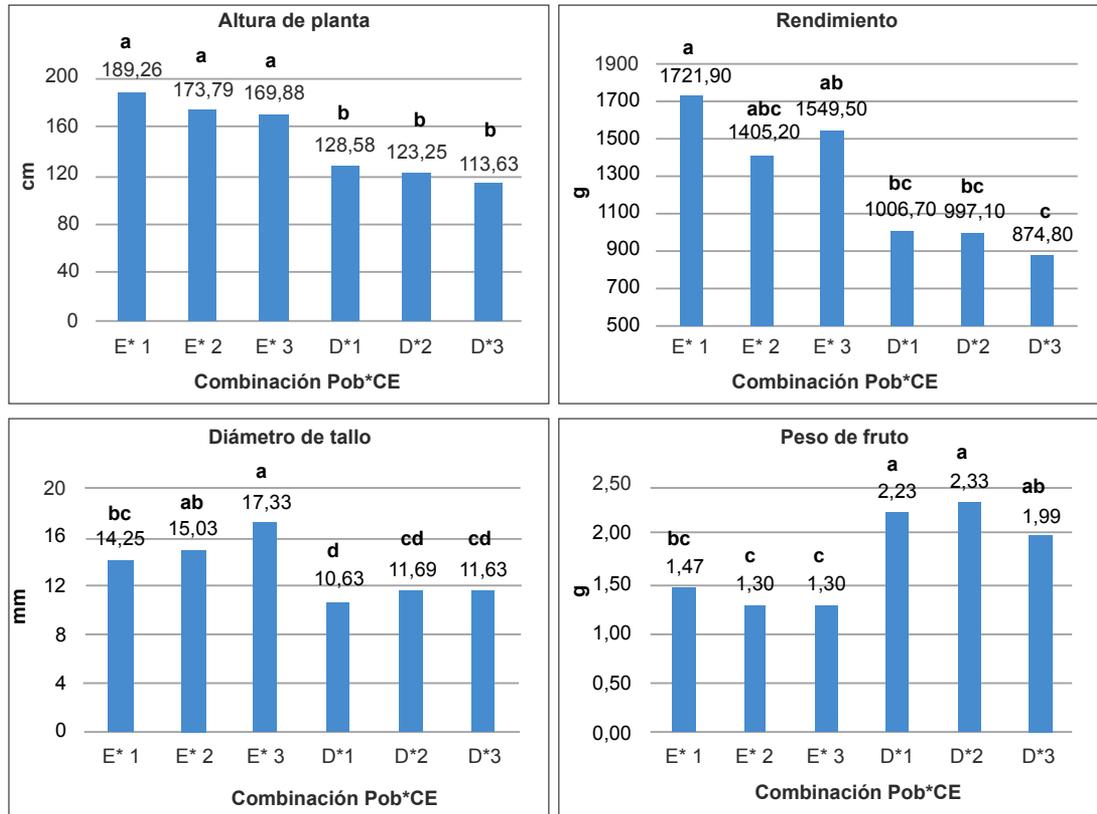


Figura 2. Efecto de la combinación población (Pob) * conductividad eléctrica (CE) en altura de planta, diámetro de tallo, peso de fruto y rendimiento, de dos poblaciones de *J. procumbens*. E*1: erguida * 1 dS m⁻¹; E*2: erguida * 2 dS m⁻¹; E*3: erguida * 3 dS m⁻¹; D*1: decumbente * 1 dS m⁻¹; D*2: decumbente * 2 dS m⁻¹; D*3: decumbente * 3 dS m⁻¹. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Julio – diciembre de 2019. Datos tomados entre los 32 y 156 DDT.

Letras diferentes en barras, indican diferencia estadística (Tukey, p≤0.05).

Figure 2. Effect on the population (Pob) * electrical conductivity (CE) combination effect on plant height, stem diameter, fruit weight, and yield of two *J. procumbens* populations. E*1: erect * 1 dS m⁻¹; E*2: erect * 2 dS m⁻¹; E*3: erect * 3 dS m⁻¹; D*1: decumbent * 1 dS m⁻¹; D*2: decumbent * 2 dS m⁻¹; D*3: decumbent * 3 dS m⁻¹. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México State. July – December 2019. Data taken among 32 and 156 DAT.

Different letters among bars indicate statistical difference (Tukey, p≤0.05).

erguida, favorecieron el DT y PF; por el contrario, en estas variables para la decumbente, los valores más altos obtuvieron con 2 dS m⁻¹.

En la interacción CE * poda (Figura 3), el manejo CP o SP en combinación con 3 dS m⁻¹, favoreció AP y DT. En PF, el valor más alto se registró con el cultivo a 2 dS m⁻¹ y tratamiento CP; mientras que el tratamiento SP y 1 dS m⁻¹ favoreció el REND.

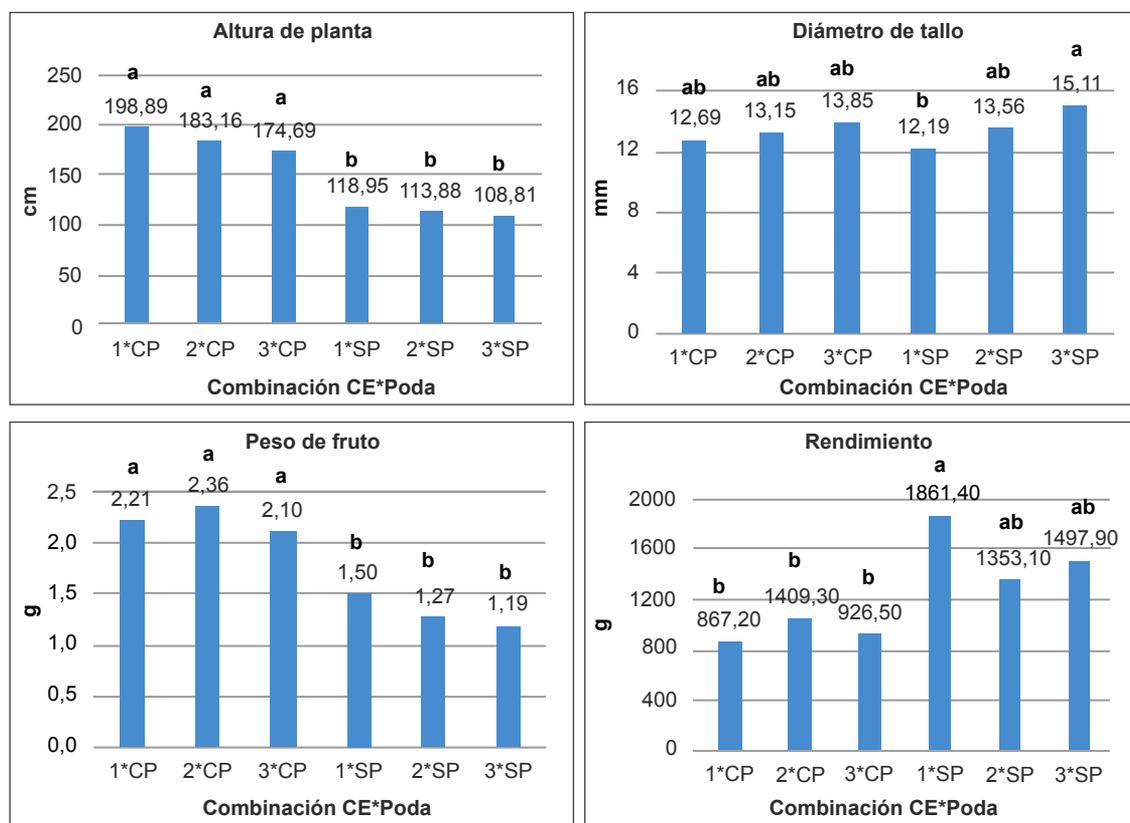


Figura 3. Efecto de la combinación conductividad eléctrica (CE) * poda en altura de planta, diámetro de tallo, peso de fruto y rendimiento, de dos poblaciones de *J. procumbens*. 1*CP: 1 dS m⁻¹ * con poda; 2*CP: 2 dS m⁻¹ * con poda; 3*CP: 3 dS m⁻¹ * con poda; 1*SP: 1 dS m⁻¹ * sin poda; 2*SP: 2 dS m⁻¹ * sin poda; 3*SP: 3 dS m⁻¹ * sin poda. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Julio – diciembre de 2019. Datos tomados entre los 32 y 156 días después del trasplante (DDT).

Letras diferentes en barras, indican diferencia estadística (Tukey, p<0.05).

Figure 3. Electrical conductivity (CE) * pruning combination effect on plant height, stem diameter, fruit weight, and yield of two *J. procumbens* populations. 1*CP: 1 dS m⁻¹ * pruned; 2*CP: 2 dS m⁻¹ * pruned; 3*CP: 3 dS m⁻¹ * pruned; 1*SP: 1 dS m⁻¹ * without pruning; 2*SP: 2 dS m⁻¹ * without pruning; 3*SP: 3 dS m⁻¹ * without pruning. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Mexico State. July – December 2019. Data taken among 32 and 156 days after transplantation (DAT).

Different letters among bars indicate statistical difference (Tukey, p<0.05).

Para población * poda (Figura 4), sobresalió el manejo SP para ambas variantes en AP, DT y REND; mientras que para PF, la mejor combinación fue con el manejo CP.

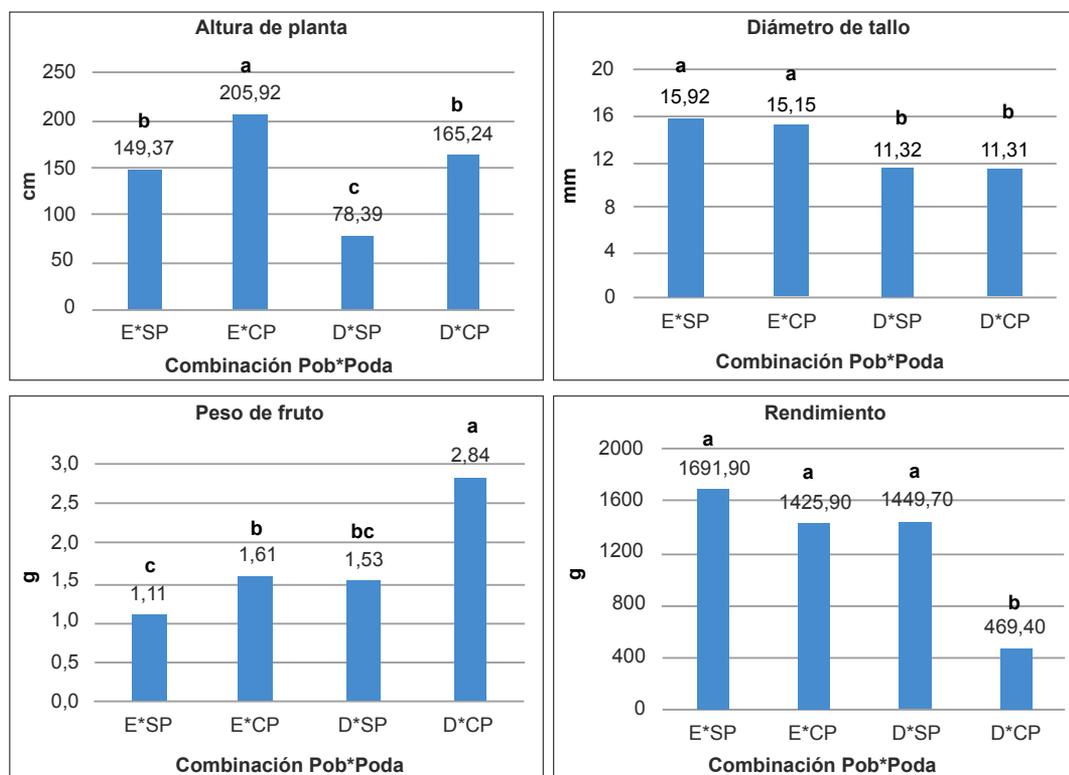


Figura 4. Efecto de la combinación población (Pob) * poda en altura de planta, diámetro de tallo, peso de fruto y rendimiento, de dos poblaciones de *J. procumbens*. E*SP: erguida * sin poda; E*CP: erguida * con poda; D*SP: decumbente * sin poda; D*CP: decumbente * con poda. Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Julio – diciembre de 2019. Datos tomados entre los 32 y 156 días después del transplante (DDT).

Letras diferentes en barras, indican diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$).

Figure 4. Effect on the population (Pob) * pruning combination effect on plant height, stem diameter, fruit weight, and yield of two *J. procumbens* populations. E*SP: erect * without pruning; E*CP: erect * pruned; D*SP: decumbent * without pruning; D*CP: decumbent * pruned. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Mexico State. July – December 2019. Data taken among 32 and 156 days after transplantation (DAT).

Different letters among bars indicate statistical difference (Tukey, $p \leq 0.05$).

Discusión

Se registró una altura de planta promedio de 121,82 cm para la población decumbente y de 177,64 cm para la erguida. Esta variable es importante si se quiere cultivar una planta en condiciones de invernadero, ya que un porte menor permite reducir el uso de mano de obra y el riesgo de dañar tallos, durante el amarre (Juárez-López et al., 2012; Pilatti & Bouzo, 2000). Además, si se toman como referencia especies de importancia económica como *Solanum lycopersicon* L., cultivada bajo invernadero y para la cual, Juárez-López et al. (2012) mencionaron que en variedades de crecimiento indeterminado dicha variable es importante por los aspectos mencionados, las poblaciones de *J. procumbens* evaluadas, presentaron un buen comportamiento al registrar una altura promedio menor a la reportada para poblaciones nativas de *S. lycopersicon* L. (139,80 – 228,10 cm) (Flores-González et al., 2012) e híbridos comerciales como Sun-7705 (142,20 cm) y H-790 (163,10 cm) (Juárez-López et al., 2012).

La poda fue determinante para registrar valores de AP mayor a los observados en su ambiente natural para: población erguida (120 cm) y población decumbente (80 cm) con máximas de 236,70 cm y 231,70 cm (Coe, 1997; Williams, 1985). No obstante, esto no fue un problema para el manejo de la planta. En cambio, en la población erguida, debido a la constante ramificación presentada (Figura 1a), en el manejo con y sin poda, se dificultó el amarre de tallos, principalmente en el segundo tratamiento. En contraste, en la población decumbente en el manejo CP no se presentó dicho problema. La poda es un aspecto importante en plantas cultivadas en sistemas hidropónicos, ya que sin una poda regular, puede presentarse un crecimiento excesivo, muy difícil de manejar; además, el sistema de raíces no es tan fuerte en hidroponía como en un cultivo en suelo, por lo que la planta no es capaz de soportar cargas pesadas. Debido al alto costo por metro cuadrado del cultivo en agricultura protegida, la poda es importante para un uso eficiente de la infraestructura, para con ello lograr altas densidades de plantación y obtener productos de calidad (Singh & Dunn, 2017).

La altura de planta correlacionó con flores por racimo ($r=0,68$), frutos por racimo ($r=0,60$) y diámetro de tallo ($r=0,42$). Lo que indicó que a una mayor altura, se induce la generación de estructuras reproductivas y tallos más gruesos, para favorecer el anclaje de la planta y sostener ramas y racimos (Vallejo et al., 1994).

El diámetro de tallo (DT) registrado en el manejo con poda, mostró los máximos valores de hasta 20,70 y 13,38 mm en las poblaciones erguida y decumbente, respectivamente; sin embargo, el mayor DT promedio se registró en el tratamiento sin poda (13,62 mm), respuesta que se atribuye a la necesidad de la planta de almacenar una mayor cantidad de fotosintatos, para mantener la alta producción de sitios de demanda. El DT, es un indicador del vigor de la planta, que refleja la acumulación de compuestos de reserva que pueden ser trasladados a dichos sitios (Preciado et al., 2002).

Los valores de DT obtenidos, fueron similares a los que se han encontrado en poblaciones nativas de *Solanum lycopersicon* L. (10,3 – 20,99 mm) e híbridos comerciales (14,04 – 18,1 mm) (Flores-González et al., 2012; Juárez-López et al., 2012; Velasco-Alvarado et al., 2017). El DT correlacionó de manera positiva con frutos totales (FT) ($r=0,45$) y negativa con peso de fruto (PF) ($r=-0,47$), es decir, un mayor DT permite sostener la alta producción de frutos pero con menor peso, pues los fotoasimilados almacenados no son suficientes para abastecer la demanda de todos los frutos en el proceso de llenado.

El manejo con poda (CP) redujo el NH. La población erguida registró 332,15 hojas, 24,32 % menos en comparación con el manejo SP, que tuvo 438,90 hojas. En la decumbente se registraron 112,00 hojas en promedio, 44,60 % menos con respecto a las 202,15 hojas obtenidas SP. No obstante, se observó un tamaño de hoja mayor (datos no registrados), lo que compensó la pérdida de área foliar. El número de hojas (NH) es un indicador del área foliar en donde una mayor área permite una mayor producción de esqueletos carbonados, que serán utilizados en las diferentes estructuras de la planta o almacenados en el tallo (Preciado et al., 2002).

La tendencia registrada en NH con poda, también se observó en NR. La población erguida registró 164,35 racimos, 57,62 % menos en comparación con el manejo SP que obtuvo 387,85 racimos. En la decumbente se observó un efecto mayor al registrar 42,17 racimos CP, 85,26 % menos en comparación SP (286,05 racimos). En este trabajo, se observó que, iniciada la emergencia de racimos, por cada nudo la planta emite un racimo, por tanto, la eliminación de brotes laterales y basales generó tal respuesta, ya que las ramificaciones no fueron suficientes para compensar los brotes eliminados en la población decumbente que presentó una baja ramificación (Figura 1b). De esta manera, el número de racimos se relacionó de manera positiva con el NH ($r=0,73$).

Para el caso del número de flores por racimo (FLR) y frutos por racimo (FR), el manejo con poda influyó de manera positiva. Para la primera variable, la población erguida obtuvo 17,08 % más en comparación con SP (4,04 FLR); la decumbente, tuvo 3,88 FLR con el manejo CP, 31,97 % más con respecto a SP. Para FR, la población erguida con poda (5,44 frutos) obtuvo 29,83 % más de FR que sin poda; en la decumbente, el efecto fue menor entre ambos tipos de manejo, CP (3,75 frutos), fue 11,94 % mayor que SP. Esta fue una tendencia similar a la mencionada por Mbonihankuye et al. (2013), quienes reportaron que una poda severa incrementó el número de FLR y FR en

híbridos de *Solanum lycopersicon* L. Estas variables se relacionaron de manera positiva ($r=0,46$) así, al incrementar el número de flores por racimo aumentó el número de frutos por racimo.

El menor número de racimos (NR) influyó en el número de FT y por consiguiente, en el rendimiento por planta (REND). Lo cual coincide con lo observado por Meneses-Buitrago et al. (2019) en cocoa (*Theobroma cacao* L.), en donde las plantas podadas requirieron la generación de ramas secundarias y terciarias para compensar la pérdida de estructuras florales que darían lugar a frutos, condición similar a la observada en este trabajo, cuyas plantas podadas no tuvieron las suficientes ramificaciones para compensar las estructuras florales eliminadas.

El mayor PF expresado con el manejo CP (erguida= 1,6 g; decumbente= 2,84 g) compensó el bajo número de frutos totales producidos, lo que redujo la diferencia del REND registrado entre ambos tipos de manejo. En la población erguida, en el manejo CP se obtuvieron 906,2 FT y 1425,9 g planta⁻¹ de REND, lo cual fue 41,88 y 15,72 % menor en comparación con SP; para la decumbente, la reducción CP en FT (162,4) fue del 83,2 %, y en REND (469,4 g planta⁻¹) fue del 67,62 %, en comparación con SP. El número de FT correlacionó de manera negativa con PF ($r= -0,74$) y positiva con REND ($r= 0,85$). La relación negativa con PF, indica el efecto positivo del tratamiento CP para obtener frutos más grandes y de mayor peso, lo cual coincide con la tendencia observada por Mbonihankuye et al. (2013) y Sultana et al. (2016) para cultivares de *Solanum lycopersicon* L. El uso de poda promueve el balance entre crecimiento vegetativo y reproductivo e induce la remoción de sustancias de reserva, con la finalidad de controlar la dirección y cantidad de crecimiento, y la calidad del fruto (Ponce-Valerio et al., 2011).

Con respecto al peso de fruto, en relación con variedades de arándano (*Vaccinium* sp.) cuyo fruto presenta características similares a *J. procumbens* en cuanto a tamaño, peso y forma de aprovechamiento en fresco, como fruta, su peso promedio (erguida= 1,36 g fruto⁻¹; decumbente = 2,18 g fruto⁻¹) se ubicó entre lo reportado por Zapata et al. (2013) para variedades como Emerald, Jewel, Misty, O'Neal y Snowchaser, quienes reportaron un intervalo de 1,25 y 2,01 g fruto⁻¹. Por lo tanto, en *J. procumbens*, existe la posibilidad de obtener frutos de mejor calidad en peso sin mermar el rendimiento.

El efecto de la conductividad eléctrica (CE) en variables como AP, FLR, FR y PF, presentó la tendencia que, a mayor CE se registraron valores más bajos. Esto concuerda con lo reportado por Dorai et al. (2001), Goykovic & Saavedra del Real (2007) y Marchese et al. (2008), quienes mencionaron que a mayor CE se afecta en forma negativa el desarrollo de la planta en dichas variables al disminuir los valores registrados.

El diámetro de tallo incrementó al aumentar la CE, lo cual podría explicarse por una mayor concentración de N y K en la solución nutritiva, lo que promovió un mayor desarrollo en esta estructura, ya que una mayor disponibilidad de N causa un desarrollo vegetativo excesivo, acumulándose este elemento en tallos y hojas; por su parte, el K, involucrado en el crecimiento y expansión celular, juega un papel esencial en el desarrollo de la planta, al contribuir a la generación de estructuras más grandes (Azcón-Bieto & Talón, 2008; Leghari et al., 2016; Osakabe et al., 2013).

Para el caso del NH, se observó la misma respuesta que en DT al incrementar la CE de 1 a 2 dSm⁻¹; sin embargo, al nivel de 3 dS m⁻¹ se registró una reducción en esta variable, aunque se mantuvo superior al nivel más bajo de CE, lo cual indica que la especie empezó a tener problemas de tolerancia a la salinidad después de 2 dS m⁻¹. La tolerancia a la salinidad depende de la especie o cultivar y de los niveles a los que son sometidas las plantas (Goykovic & Saavedra del Real, 2007). Este efecto coincide con lo reportado en *Solanum lycopersicon* L. por Bustomi et al. (2014), donde a partir de una CE de 3 dS m⁻¹ se disminuyó el número de hojas. En el cultivo de fresa también se reportó un comportamiento similar, donde una CE de hasta 1,6 dS m⁻¹ aumentó el NH, en cambio, se redujo a partir de 1,8 dS m⁻¹ (Bagale, 2018; Gallace et al., 2017). Esta respuesta a la CE, podría ser consecuencia del estrés hídrico generado en la planta al incrementar la concentración de nutrientes en la zona radicular y, por lo tanto, una reducción de caracteres vegetativos (Bagale, 2018).

El rendimiento se vio afectado al incrementar la CE. En la población erguida se presentó el mayor efecto al disminuir en promedio 16,84 %; mientras que en el decumbente la reducción fue del 8,02 %. Un comportamiento similar fue observado por Bagale (2018) en fresa, en donde al aumentar la CE disminuyó el rendimiento; por el contrario, Bustomi et al. (2014), en el cultivo de *Solanum lycopersicon* L., observaron un aumento constante en el REND con una CE de 1 a 3 dS m⁻¹, pero una reducción a una CE mayor. Lo anterior sugiere que el efecto de la CE está determinado por el material genético, ya que entre especies y entre variedades de la misma especie, se puede observar una respuesta diferencial a la salinidad (Dorai et al., 2001; Navarro et al., 2006; Villarreal et al., 2002).

En lecturas SPAD, los valores más altos se registraron en población erguida (60,65), manejo SP (59,62) y 3 dS m⁻¹ de CE (59,99), pero sin ser estadísticamente diferentes a los otros niveles. Las lecturas SPAD permiten determinar el verdor y el contenido relativo de clorofila, con una lectura en una unidad arbitraria que es proporcional a la concentración de clorofila en la hoja (Jiang et al., 2017), en donde la disponibilidad de nutrimentos es importante. En el factor CE, se observó que al incrementar el nivel de este aumentaron las lecturas SPAD. Dicha tendencia fue similar a lo observado por Ding et al. (2018) en *Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*, estos autores mencionaron que este comportamiento podría estar determinado por una deficiencia en las CE más bajas de nutrientes como N, Mg y Fe, ya que estos juegan un papel importante en la biosíntesis de clorofila, de ellos, sobresale la función del Fe cuya deficiencia perturba la síntesis de clorofila.

Conclusiones

Para ambas poblaciones de *Jaltomate procumbens* (Cav.) J. L. Gentry., su cultivo en condiciones de invernadero e hidroponía promovieron el desarrollo en caracteres agronómicos de altura de planta, diámetro de tallo y peso de fruto.

Se observó una variabilidad dentro y entre poblaciones para poda y conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva, resultados relacionados con variación genética al estar en etapa intermedia de domesticación.

La altura de planta fue favorable para el amarre de tallos principales y ramificaciones y posterior sujeción en el alambre galvanizado fijado a la estructura del invernadero, a pesar de obtener plantas de hasta 2 m de alto.

Se observó el efecto favorable del manejo con poda, al obtener un tamaño y peso de fruto mayor, que compensó el menor número de frutos generados bajo dicho tratamiento, además, facilitó el manejo de la planta para su amarre.

Las poblaciones mostraron vigor en el desarrollo reflejado en altura de planta y diámetro del tallo. Se tomó como referencia a *Solanum lycopersicon* L., especie de la misma familia y de valor comercial, cultivada en invernadero e hidroponía.

La ramificación presentada en ambas poblaciones, con y sin poda en la erguida y sin poda en la decumbente, dificultó el amarre de tallos.

El control de plagas y patógenos, presentadas por la falta de control al compartir el espacio con otros usuarios del mismo invernadero y el acomodo de ramificaciones, se dificultó en plantas con manejo sin poda. Dicho manejo, también dificultó la cosecha, por el follaje exuberante y menor tamaño de fruto generado.

Referencias

- Albino-García, C., Cervantes, H., López, M., Ríos-Casanova, L., & Lira, R. (2011). Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: el caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3), 1005–1019. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n3/v82n3a25.pdf>

- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal* (2ª Ed.). McGraw-Hill – Interamericana.
- Bagale, K. V. (2018). The effect of electrical conductivity on growth and development of strawberries grown in deep tank hydroponic systems, a physiological study. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, SPI*, 1939–1944. <http://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue1S/partAC/SP-7-1-594.pdf>
- Bustomi, R. R. A., Senge, M., Suhandy, D., & Tusi, A. (2014). The effect of EC levels of nutrient solution on the growth, yield, and quality of tomatoes (*Solanum Lycopersicum*) under the Hydroponic System. *Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.18005/JAEB0201002>
- Carballo, C. A., Noguez, H. R., & Zárate, C. J. L. (2013). Colecta dirigida y caracterización morfológica y bromatológica del romerito (*Suaeda* spp.) en México. En: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Ed.), *Resúmenes ejecutivos: ejercicio fiscal 2010* (pp. 171–172). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232379/Resumenes_ejecutivos_ejercicio_fiscal_2010.pdf
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., & Zárate, S. (1997). Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 61, 31–47. <https://doi.org/10.17129/botsci.1537>
- Casas, A., Valiente-Banuet, A., Viveros, J. L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila P., Lira, R., & Rodríguez, I. (2001). Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 55(1), 129–166. <https://doi.org/10.1007/BF02864551>
- Coe, L. A. (1997). *The taxonomy of Jaltomata tlaxcala and Jaltomata procumbens (Solanaceae): Morphological distinctions and infertility* [Master thesis, Central Connecticut State University]. Central Connecticut State University Repository. https://cscu-ccsu-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?vid=CCSU_V1&search_scope=CCSU&tab=default_tab&docid=01CSCU_NETWORK_ALMA7179792680003451&lang=en_US&context=L&adaptor=Local%20Search%20Engine&query=any,contains,The%20taxonomy%20of%20Jaltomata%20tlaxcala%20and%20Jaltomata%20procumbens&offset=0
- Davis, T., & Bye, R. A. (1981). Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in Mexico and Central America. *Economic Botany*, 36(2), 225–241. <https://doi.org/10.1007/BF02858722>
- Ding, X., Jiang, Y., Zhao, H., Guo, D., He, L., Liu, F., Zhou, Q., Nandwani, D., Hui, D., & Yu, J. (2018). Electrical conductivity of nutrient solution influenced photosynthesis, quality, and antioxidant enzyme activity of pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*) in a hydroponic system. *PLoS ONE*, 13(8), Article e0202090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202090>
- Dorai, M., Papadopoulos, A., & Gosselin, A. (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie, EDP Sciences*, 21(4), 367–383. <https://doi.org/10.1051/agro:2001130>
- Flores-González, D., Sandoval-Villa, M., Ramírez-Vallejo, P., Sánchez-García, P., & Rodríguez-García, M. N. (2012). Yield of native genotypes of tomato as affected by electrical conductivity of nutrient solution. *Acta Horticulturae*, 947, 69–76. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.947.6>
- Gallace, N., Boonen, M., Lieten, P., & Bylemans, D. (2017). Electrical conductivity of the nutrient solution: implications for flowering and yield in day-neutral cultivars. *Acta Horticulturae*, 1156, 223–228. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.34>
- Gellatly, K., & Dennis, D. T. (2011). Plant biotechnology and GMOs. In: M. Moo-Young (Ed.), *Comprehensive biotechnology* (2nd Ed., pp. 9–22). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00272-5>

- Goykovic, C. V., & Saavedra del Real, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA*, 25(3), 47–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292007000300006>
- Jiang, C., Johkan M., Hohjo M., Tsukagoshi, S., & Maruo, T. (2017). A correlation analysis on chlorophyll content and SPAD value in tomato leaves. *HortResearch*, 71, 37–42. <https://doi.org/10.20776/S18808824-71-p37>
- Juárez-López, P., Castro-Brindis, R., Colinas-León, T., Sandoval-Villa, M., Ramírez-Vallejo, P., Reed, D. Wm., Cisneros-Zevallos, L., & King, S. (2012). Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(2), 207–216. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.02.013>
- KC, H.B., Joshi, B. K., Acharya, A. K., & Aryal, K. (2017). Semi-domesticated plant genetic resources in Nepal. In B. K. Joshi, H. B. KC, & A. K. Acharya (Eds.), *Conservation and utilization of agricultural plant genetic resources in Nepal: Proceedings of 2nd National Workshop* (pp. 410–414). NAGRC, FDD, DoA, & MoAD. https://www.researchgate.net/publication/344605604_Semi-domesticated_Plant_Genetic_Resources_in_Nepal
- Laferriere, J. E., Weber, C. W., & Kohlhepp, E. A. (1991). Use and nutritional composition of some traditional mountain pima plant foods. *Journal of Ethnobiology*, 11(1), 93–114. <https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/11-1/Laferriere.pdf>
- Leghari, S. J., Wahocho, N. A., Laghari, G. M., HafeezLaghari, A., MustafaBhabhan, G., HussainTalpur, K., Bhutto, T. A., Wahocho, S. A., & Lashari, A. A. (2016). Role of nitrogen for plant growth and development: a review. *Advances in Environmental Biology*, 10(9), 209–219. [https://www.researchgate.net/publication/309704090_Role_of_Nitrogen_for_plant_Growth_and_Development_A_review#:~:text=All%20plants%20utilize%20nitrogen%20\(N,and%20physiological%20functions%20of%20plant.](https://www.researchgate.net/publication/309704090_Role_of_Nitrogen_for_plant_Growth_and_Development_A_review#:~:text=All%20plants%20utilize%20nitrogen%20(N,and%20physiological%20functions%20of%20plant.)
- Marchese, M., Tuttobene, R., Restuccia, A., Longo, A.M.G., Mauromicale, G., & Restuccia, G. (2008). Effects of electrical conductivity of irrigation water on the growth and production of *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* grown in greenhouse. In A. Santini, N. Lamaddalena, G. Severino, & M. Palladino (Eds.), *Irrigation in mediterranean agriculture: Challenges and innovation for the next decades* (N. 84, pp. 311–315). Options Méditerranéennes, Series A: Mediterranean Seminars. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM). <https://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=800978>
- Mbonihankuye, C., Kusolwa, P., & Msogoya, T. J. (2013). Assessment of the effect of pruning systems on plant developmental cycle – yield and quality of selected indeterminate tomato lines. *Acta Horticulturae*, 1007, 535–542. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1007.61>
- Mendoza-Rodríguez, M. N., González-Barraza, L., Argüelles-Martínez, L., Hernández-Ramírez, I., Cervantes-Rodríguez, M., Rodríguez-Salazar, O., Aguilar-paredes, A., & Méndez-Iturbide, D. (2016). Antioxidant property of the wild fruit pipisco (*Jaltomata procumbens*), and its application in the preparation of a sauce. *Mexican Journal of Biotechnology*, 1(2), 83–96. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2016.1.2.83>
- Meneses-Buitrago, D. H., Bolaños-Benavides, M. M., Gómez-Gil, L. F., & Ramos-Zambrano, H. S. (2019). Evaluation of irrigation and pruning on the phenology and yield of *Theobroma cacao* L. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 681–693. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.36307>
- Mera, O. L. M., Castro, L. D., Bye, B. R. A., Rodríguez, S. J., Palomino, G., Martínez, R. J., Laad, M., Linares, M. E., Villanueva, V. C., Morales de León, J., Ruíz, J. S., Pérez, G. F., Solano, M. de L., Álvarez, V. J., Sistema Productos Hortalizas, & Figueroa, E. (2013). Evaluación del complejo *Portulaca oleracea* L. involucrado en la producción de verdolaga como

- hortaliza 2010. En: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Ed.), *Resúmenes ejecutivos: ejercicio fiscal 2010* (pp. 173–175). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232379/Resumenes_ejecutivos_ejercicio_fiscal_2010.pdf
- Mera-Ovando, L. M., Alvarado-Flores, R., Basurto-peña, F., Bye-Bottler, R., Castro-Lara, D., Evangelista, V., Mapes-Sánchez, C., Martínez-Alfaro, M. Á., Molina, N., & Saldívar, J. (2003). De quelites me como un taco. Experiencia en educación nutricional. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 24(1–2), 45–49. <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/383/0>
- Mione, T. (2017). Heritability of floral traits estimated with regression for *Jaltomata procumbens* (Solanaceae). *Journal of Biology and Nature*, 7(4), 190–200. https://www.researchgate.net/publication/319099474_HERITABILITY_OF_FLORAL_TRAITS_ESTIMATED_WITH_REGRESSION_FOR_Jaltomata_procumbens_Solanaceae
- Mione, T., & Anderson, G. J. (2017). Genetics of floral traits of *Jaltomata procumbens* (Solanaceae). *Brittonia*, 69(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12228-016-9447-z>
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., & Martínez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1), 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057>
- Osakabe, Y., Arinaga, N., Umezawa, T., Katsura, S., Nagamachi, K., Tanaka, H., Ohiraki, H., Yamada, K., Seo, S., Abo, M., Yoshimura, E., Shinozaki, K., & Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013). Osmotic stress responses and plant growth controlled by potassium transporters in Arabidopsis. *The Plant Cell*, 25, 609–624. <http://www.plantcell.org/cgi/doi/10.1105/tpc.112.105700>
- Picó, F. X., Rodrigo, A., & Retana, J. (2008). Plant demography. In S. E. Jørgensen, & B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 2811–2817). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00653-4>
- Pilatti, R. A., & Bouzo, C. A. (2000). Nota corta: efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, 15(1–2), 143–150. http://www.inia.es/gcontrec/pub/pilat_1161155531937.pdf
- Ponce-Valerio, J. J., Peña-Lomelí, A., Sánchez-del-Castillo, F., Rodríguez-Pérez, J. E., Mora-Aguilar, R., Castro-Brindis, R., & Magaña-Lira, N. (2011). Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en campo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(3), 151–160. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n3/v17n3a7.pdf>
- Preciado, R. P., Baca, C. G. A., Tirado, T. J. L., Kohashi-Shibata, J., Tijerina, C. L., & Martínez, G. A. (2002). Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 267–276. <https://www.researchgate.net/publication/237036648>
- SAS Institute Inc. (2002). *User's guide Version 9.0*. SAS Institute Inc.
- Singh, H., & Dunn, B. (2017). *Pruning hydroponic crops*. Oklahoma State University. <http://pods.dasn.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-10803/HLA-6725web.pdf>
- Sultana, R., Dilruba, S., Parveen, K., Kulsum, U., & Parvin, N. (2016). Effect of pruning on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *European International Journal of Science and Technology*, 5(9), 127–132. <https://pdfs.semanticscholar.org/f103/38bcee483a070735cf95d06a9f45f9175dec.pdf>

- Vallejo, C. F. A., Pava, M. J. H., Vargas, M. J. A., & Arango, A. P. A. (1994). Capítulo IV: caracterización morfo-agronómica de especies y variedades botánicas del género *Lycopersicon*. *Acta Agronómica*, 44(1-4), 37-50. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15554/16308
- Velasco-Alvarado, M. de J., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J. J., Castro-Brindis, R., Cruz-Izquierdo, S., Corona-Torres, T., & Moedano-Mariano, M. K. (2017). Mexican native tomatoes as rootstocks to increase fruit yield. *Agricultural Research*, 77(3), 187-193. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392017000300187>
- Villarreal, R. M., García, E. R. S., Osuna, E. T., & Armenta, B. A. D. (2002). Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad postcosecha de tomate en fertirriego. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 311-320. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320310.pdf>
- Williams, D. E. (1985). *Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México* [Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados]. Repositorio del Colegio de Postgraduados. <http://catalogo.colpos.mx:81/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16343>
- Williams, D. E. (1993). *Lycianthes moziniana* (Solanaceae): An underutilized mexican food plant with “New” crop potential. *Economic Botany*, 47(4), 387-400. <https://doi.org/10.1007/BF02907353>
- Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., & Carlazara, G. (2013). Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia de recolección de bayas de arándanos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 186-194. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81329290013>