

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN UN CULTIVO DE EJOTE (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. VALENTINO BAJO CONDICIONES A CAMPO ABIERTO

EVALUATION OF SUBSTRATES IN BEAN CROPS (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. VALENTINO UNDER OPEN FIELD CONDITIONS

Leana Acevedo J. L.^{1*}, Vidal Mejía A. E.², López Calderón J. C.¹

¹ Carrera de Agricultura Sustentable y Protegida, ² Carrera de Paramédico Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma No. 168, Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Pue. Tel. 243 43 6 3895.

*Autor de correspondencia: josel.leana@utim.com

Recibido: 28/abril/2023

Aceptado: 27/junio/2023

RESUMEN

El ejote (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia de las leguminosas; es una hortaliza de gran importancia, rica en vitaminas y minerales; es el fruto inmaduro de la planta. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en la producción y calidad del frijol ejotero variedad Valentino bajo condiciones de campo abierto y compararlos con el sustrato de turba y perlita (Testigo). Las semillas de los ejotes se sembraron en bolsas negras de polietileno, de 3.8 litros de capacidad, las cuales se llenaron con diferentes sustratos. Se colocó una semilla en cada bolsa, llenándose con tepojal, arena, fibra de coco, tierra de

hojas, vermiculita y turba con perlita. Los requerimientos de agua de un cultivo dependen de varios factores, tales como el clima, el suelo y la variedad. Las plantas se regaron tres veces al día con solución nutritiva de Steiner al 25, al 50 y al 100 %. Las variables evaluadas fueron: días a germinación, días a floración, días a fructificación, días a madurez de consumo, altura de la planta (cm), peso de fruto (g), número de frutos por planta, y rendimiento (g) por planta. El sustrato de turba con perlita (Testigo) fue superior a la vermiculita, hojarasca, fibra de coco, arena y tepojal en las variables de rendimiento, número de frutos por planta, peso de fruto y altura de la planta;

e inferior en días a germinación, días a floración, días a fructificación y días a madurez de consumo.

Palabras clave: ejote, sustrato, variedad

ABSTRACT

Green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are a member of legume family; they are a very important vegetable, rich in vitamins and minerals; They are the unripe, young fruit of various cultivars of the common bean. The aim of this research was to evaluate the effect of different substrates on the production and quality of ejotero bean variety Valentino under open field conditions and to compare them with the peat and perlite substrate (Control). The green bean seeds were sown in black polyethylene bags, with a capacity of 3.8 liters, which were filled with different substrates. A seed was placed in each bag, filling it with tepojal, sand, coconut fiber, leaf soil, vermiculite and peat with perlite. The crop water requirements depend on several factors, such as climate, soil and variety. Plants were irrigated three times a day with 25%, 50% and 100% Steiner's nutrient solution. The variables evaluated were days to germination, days to flowering, days to fruiting, days to eating maturity, plant height

(cm), fruit weight (g), number of fruits per plant, and yield (g) per plant. The peat substrate with perlite (Control) was superior to vermiculite, leaf litter, coconut fiber, sand and tepojal in the yield variables, number of fruits per plant, fruit weight and plant height; and lower in days to germination, days to flowering, days to fruiting and days to consumption maturity.

Keywords: green beans, substrate, variety

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es un cultivo de gran importancia para los pueblos latinoamericanos y México no es la excepción, ya que se puede consumir básicamente como semilla seca y en fruto fresco como ejote, donde aporta a la dieta humana vitaminas, aminoácidos, minerales y carbohidratos (Díaz, 2010). El frijol ejotero tiene vainas con mesocarpo grueso, succulento, y una reducida o nula cantidad de fibras en las paredes y suturas (Myers, 2000). Además de tener poca fibra, las variedades ejoteras tienen otras características morfológicas y culinarias que las distinguen dentro de la especie. (Esquivel *et al.*, 2006).

El rendimiento promedio obtenido con frijol ejotero durante el ciclo fue de 7.8 t·ha⁻¹ de vainas tiernas. En México la superficie sembrada en riego con frijol ejotero es mayor a la establecida en secano, debido a que, en esta última condición, la calidad y productividad son bajas. Por lo anterior, es necesario conocer la adaptación y calidad del frijol ejotero bajo condiciones de secano (Esquivel *et al.*, 2006).

El término “sustrato” se usa para definir cualquier material, de origen natural o sintético, que reemplaza al suelo y cumple una función de sostén de la planta. El sustrato puede ser fuente de algún nutriente (generalmente sustratos orgánicos como compost, turba, etc.) o sin nutriente (perlita, espumas agrícolas, lana de roca, etc.). Los sustratos para la producción de plantas de buena calidad deben contar con buenas características físicas y químicas que les proporcionen a las plantas condiciones adecuadas para su desarrollo (Palacios *et al.*, 2022).

Las propiedades físicas constituyen el conjunto de características que describen el comportamiento del sustrato en relación con su porosidad. Estas propiedades determinan las fracciones sólida, líquida y gaseosa del

sustrato, por lo tanto, las cantidades de agua y de aire de los que va a disponer la planta (Márquez, 2016). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en la producción y calidad del frijol ejotero var. Valentino bajo condiciones de campo abierto y compararlos con el sustrato de turba con perlita.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo a cielo abierto en el campo experimental de la carrera de Agricultura Sustentable y Protegida de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, localizado en el Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Puebla, México (18°32'51" N 98°27'23" O, 1346 m.s.n.m.). Se evaluaron cinco sustratos: tepojal, arena, fibra de coco, tierra de hojas y vermiculita y como testigo se usó la turba con perlita.

Siembra y manejo del cultivo

Las semillas de los ejotes se sembraron el 12 de septiembre de 2022, en bolsas negras de polietileno, de 3.8 litros de capacidad, las cuales se llenaron con diferentes sustratos. Se colocó una semilla en cada bolsa, las cuales

se llenaron con tepojal, arena, fibra de coco, tierra de hojas, vermiculita y turba con perlita. El tepojal o tepezil es una roca de origen volcánico, material cuyas propiedades mejoran la composición de los suelos para el cultivo de prácticamente cualquier especie de plantas (Velázquez *et al.*, 2021). Incluye en su composición los siguientes elementos: dióxido de silicio, óxido de aluminio, hierro y óxidos férrico y ferroso, sodio, potasio, calcio, óxido de magnesio y dióxido de titanio (Acosta, 2023). La arena resiste el paso del tiempo y la agresión de los minerales disueltos en la solución nutritiva. La arena fue uno de los sustratos más antiguos en los primeros días de la hidroponía (Martínez *et al.*, 2021). La fibra de coco tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, con un pH ligeramente ácido que va de 6.3 a 6.5 (Lazcano *et al.*, 2021). Tierra de hojas (hojarasca) son hojas que han caído de los árboles y cubren el suelo. Las hojas caídas alimentan el suelo del bosque, ya que generan humus y nutrientes que son recuperados por ellos mismos. Gracias a ellas se retornan al suelo los bioelementos necesarios para mantener su productividad (Castellanos *et al.*, 2011). La vermiculita es un mineral perteneciente a la familia de las micas compuesto por silicatos de aluminio,

magnesio y hierro al que se le trata térmicamente adquiriendo un volumen muy superior al original. Esta expansión es la que le confiere las características de alta capacidad de retención de agua y capacidad de aireación, aunque este último se llegue a perder con el tiempo por la compactación, así como pasa con las arenas (Monsalve *et al.*, 2021). Turbas con perlita (Testigo). Las turbas son residuos vegetales que han pasado por un proceso de descomposición natural y que son muy ricas en materia orgánica. La perlita es un material logrado por medio del tratamiento térmico de una roca silícea volcánica. Se le puede encontrar como partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, mezclado con turbas (Bautista *et al.*, 2020).

Los requerimientos de agua de un cultivo dependen de varios factores, tales como el clima (temperatura y humedad relativa), el suelo (textura, densidad, porosidad y drenaje) y la variedad. Las plantas se regaron tres veces al día con solución nutritiva de Steiner al 25, al 50 y al 100 % (Steiner, 1984). Para la preparación de la solución nutritiva se consideró la aportación nutrimental del agua, con fertilizantes comerciales solubles para uso en fertirriego e hidroponía: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , MgSO_4 , K_2SO_4 y KH_2PO_4 . Como

fuelle de micronutrientes se utilizó el producto ultrasol Micro Mix® (SQM, Jalisco, México), a dosis de $40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ de solución nutritiva. El volumen de riego diario por planta se aplicó con base en el requerimiento del cultivo, el cual fue de 0.5 L en las dos primeras semanas después de la siembra, 1.5 L de la tercera semana a inicio de floración, 2.0 L a inicio de fructificación y 3.0 L hasta la cosecha, expresado en litros por día y por planta. El pH de la solución nutritiva se mantuvo entre 5.5 y 6.0, mediante acidificación con ácido sulfúrico, y la conductividad eléctrica fue de $2.0 \pm 0.2 \text{ dSm}^{-1}$.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: días a germinación, días a floración, días a fructificación, días a madurez de consumo, altura de la planta (cm), peso de fruto (g), número de frutos por planta, y rendimiento (g) por planta.

A continuación se describe cómo se midieron cada una de las variables: para determinar los días a floración se registraron los días requeridos desde la siembra hasta la floración, es decir, cuando 50 por ciento de las flores presentaron apertura floral completa; los días a fructificación se

establecieron desde la siembra hasta cuando 50 por ciento de los frutos de la planta habían fructificado; los días a madurez de consumo se determinaron desde la siembra hasta que los ejotes estaban completamente desarrollados; la altura de planta se midió a los 30 días después de la siembra (dds), desde la base del tallo hasta el ápice con un flexómetro graduado en cm.

El peso de los frutos se determinó con una báscula OHAUS con sensibilidad 0.01 g. En cuanto al número de frutos, se contabilizaron todos los frutos por planta. El rendimiento se evaluó mediante la suma del peso de los frutos de cada planta.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones para las variables de crecimiento y producción rendimiento del cultivo del ejote; la unidad experimental fue una bolsa que contenía una planta de ejote. En cuanto a las variables de los frutos, la unidad experimental fue un fruto con cinco repeticiones. Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias con el programa Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de crecimiento producción rendimiento del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.) se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características fenotípicas de crecimiento y producción rendimiento de ejotes (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados en diferentes sustratos.

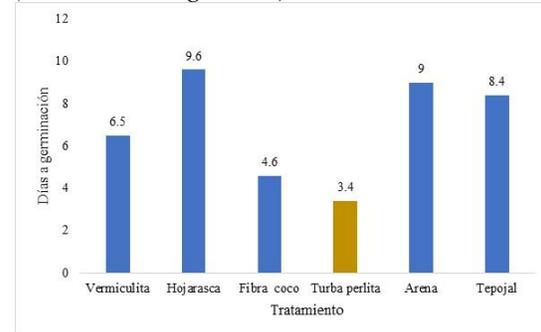
Tratamiento	Días a germinación	Días a floración	Días a fructificación	Días a madurez
Vermiculita	6.5	39.5	50.7	56
Hojarasca	9.6	39.3	48.5	57.3
Fibra coco	4.6	35.3	46.8	54.8
Turba perlita	3.4	35	40.8	55.4
Arena	9	41.6	51.3	58.7
Tepojal	8.4	40.6	52	57.7

Tratamiento	Altura (cm)	Peso del fruto (g)	Número frutos	Rendimiento (g)
Vermiculita	14.3	50	10	150
Hojarasca	21.8	79.3	11.5	317
Fibra coco	25.3	49.8	8	189
Turba perlita	33.2	98	15	395
Arena	15.7	60	7	180
Tepojal	14	56.7	5	170

Fuente: elaboración propia

Para la característica días a germinación, la vermiculita, hojarasca, fibra de coco, arena y tepojal fueron superiores al testigo (Turba con perlita) (Figura 1).

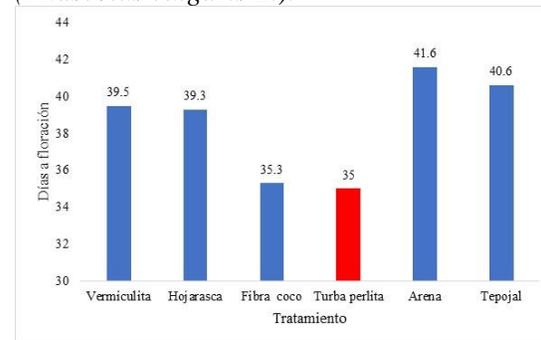
Figura 1. Días a germinación del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia

En días a floración solo la fibra de coco fue similar al testigo y el resto de los tratamientos fueron superiores (Figura 2).

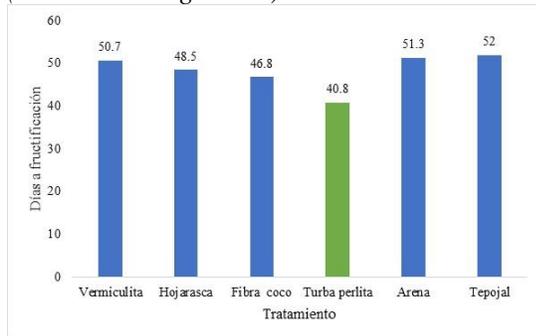
Figura 2. Días a floración del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia

En días a fructificación todos los tratamientos del estudio fueron superiores a la turba con perlita (Figura 3).

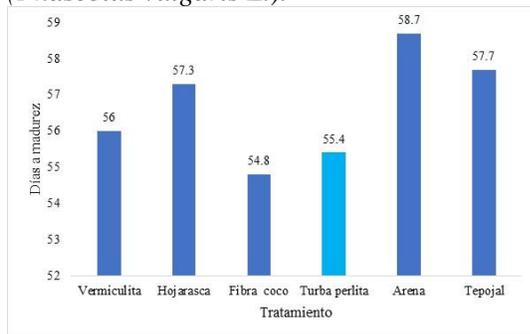
Figura 3. Días a fructificación del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia.

En días a madurez del fruto de ejote, solo la fibra de coco fue inferior al testigo y el resto fue superior (Figura 4).

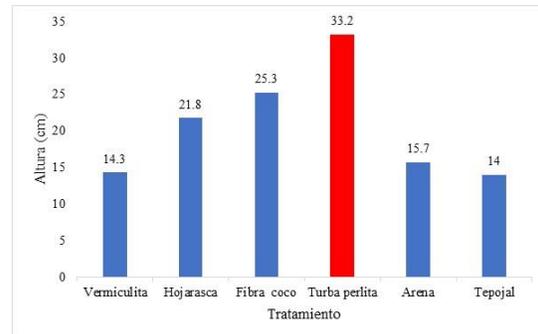
Figura 4. Días a madurez del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia.

En altura de la planta, la turba con perlita fue significativamente superior a todos los tratamientos (Figura 5).

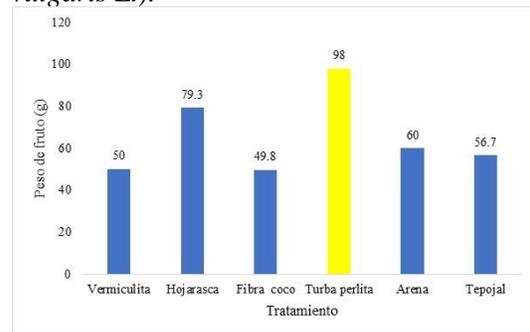
Figura 5. Altura de la planta de ejote.



Fuente: elaboración propia

En peso de fruto, el testigo fue superior a todos los tratamientos de este estudio (Figura 6).

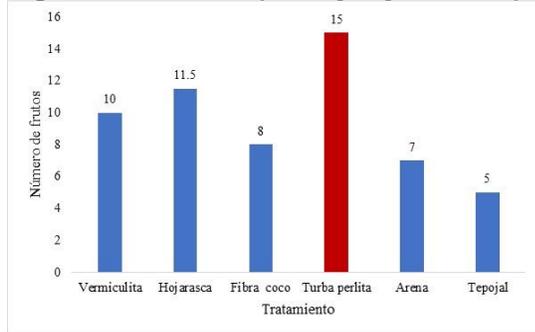
Figura 6. Peso de fruto del ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia

En número de frutos, la turba con perlita también fue superior a los tratamientos de este experimento (Figura 7).

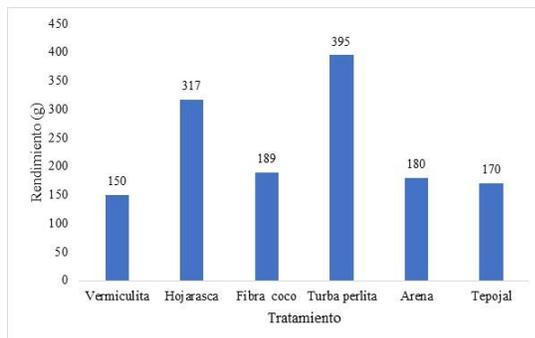
Figura 7. Número de frutos por planta de ejote.



Fuente: elaboración propia

Y finalmente en rendimiento, el testigo también fue significativamente superior a los otros tratamientos (Figura 8).

Figura 8. Rendimiento del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.).



Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Análisis de varianza del cultivo de ejote (*Phaseolus vulgaris* L.) con cinco tratamientos y el testigo

Fuente de variación	Tratamientos	Error	Total
Grados de Libertad	5	54	59
Suma de Cuadrados	2102.6	60175.5	62278.2
Cuadrado Medio	420.5	1114.3	
Fcalculada	0.377		
Ftablas 0.05	2.386		
Ftablas 0.01	3.376		
Coefficiente de Variación	11.87%		

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para la altura de la planta, el rendimiento y el peso de fruto. El número de frutos y peso de frutos resultaron significativamente iguales. El coeficiente de variación resultó ser aceptable (11.87%) por lo que el proyecto de investigación se evalúa como bueno (Steel y Torrie, 1996). En relación con la prueba de comparación múltiple los cultivares en fibra de coco y arena, presentaron un mayor despliegue a los días a floración, superando a los sustratos de vermiculita y hojarasca, turba con perlita y tepojal. De acuerdo con la comparación de medias todos los tratamientos son estadísticamente inferiores al testigo (Turba con perlita).

CONCLUSIONES

El sustrato de turba con perlita (Testigo) fue superior a la vermiculita, hojarasca, fibra de coco, arena y tepojal en las variables de rendimiento, número de frutos por planta, peso de fruto y altura de la planta e inferior en días a germinación, días a floración, días a fructificación y días a madurez de consumo. El tratamiento de hojarasca tiene potencial para cultivar el ejote variedad valentino.

REFERENCIAS

- Acosta, M. B. (2020). Tepojal para plantas: qué es, para qué sirve y cómo se usa. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/tepojal-para-plantas-que-es-para-que-sirve-y-como-se-usa-3007.html>
- Bautista, C. A., Velasco, V. A. (2020). Enraizado de brotes in vitro y aclimatación de plantas de *Agave potatorum* Zucc. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, volumen 7(3), 1-13.
- Cabrera, R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo - Serie Horticultura*. 5. 5-11. 10.5154/r.rchsh.1998.03.025.
- Castellanos, B. J., León, P. J. (2011). Descomposición de hojarasca y liberación de nutrientes en plantaciones de *Acacia mangium* (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, volumen 59 (1): 113-128.
- Díaz, E. (2010). Producción de frijol ejotero en función del tipo de espaldera. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 215-221.
- Esquivel, G. (2006). Productividad y adaptación del frijol ejotero en el valle de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(1), 119-126.
- Hernández, R. (2015). Retención de humedad de cuatro sustratos bajo invernadero del cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 327. h478 2012.
- Lazcano, B. M., Sandoval, C. E. (2021). Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, volumen 12 (número 1), pp. 61-76.
- Lien, A. (1998). Pod detachment characteristics of easy picking and normal green beans. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 41: 223-224.
- Martínez, P. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. *Revista Chapingo - Serie Horticultura*. 10(1), 123-136.
- Martínez, G. Rey, J. C. (2021). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. *Agronomía Mesoamericana*, volumen 32(3):808-822.
- Márquez R. (2016). Utilización de diferentes sustratos y tiempos de inmersión en el incremento de la germinación de semillas de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.)

(Doctoral dissertation, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez).

Monsalve, C. O., Henao, T. (2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, volumen 22(1). 1977.

Myers, J. (2000). Tomorrow's snap bean cultivars, pp. 39-51. In: Bean Research, Production and Utilization. SINGH, S. P. (ed.). Proceedings of the Idaho Bean Workshop 'Celebrating 75 years of Bean Research and Development' and 50 Years of the Cooperative Dry Bean Nursery. Ag. Communications, Univ. of Idaho.

Palacios, R. (2022). Producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en lombricomposta con fertilización orgánica. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 9. 1-10.

Ronald E. (2012). Probabilidad y estadística para Ingeniería y Ciencias; Editorial Pearson; pag. 816.

Steel, R., Torrie, J. and Dickey, D. (1996) Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 3 Sub Edition, McGraw-Hill, New York.

Steiner A A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: Proceedings of the Sixth International Congress on Soils Culture. Wageningen, The Netherlands.

Velázquez, J. Y., Quevedo, N. A. (2021). Uso del agua en pitahaya (*Hylocereus undatus*) en diferentes condiciones de manejo. En J. Uresti (Ed.), *Reunión Nacional de Investigación Agrícola*. (pp. 57-60). Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).