

## Variedades y densidades de población de frijol ejotero cultivado bajo invernadero e hidroponía\*

### Varieties and population densities of green beans cultivated under greenhouse and hydroponics

Felipe Sánchez del Castillo, Ma. Guadalupe Durán Paredes, Esaú del Carmen Moreno Pérez<sup>§</sup> y J. Jesús Magdaleno Villar

Departamento de Fitotecnia-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5. Chapingo, Estado de México, México. CP. 56230. (fsanchezdelcastillo@yahoo.com.mx; j\_magdaleno\_v@yahoo.com.mx; guadalupeduranp@yahoo.com.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: esaump10@yahoo.com.mx .

#### Resumen

En la Universidad Autónoma Chapingo, se ha estado desarrollando un paquete tecnológico basado en un huerto comercial hidropónico (HCH), en el cual en un mismo invernadero se pueden cultivar diferentes hortalizas de manera intermitente todo el año. El objetivo fue definir las mejores variedades y densidades de población para lograr el mayor rendimiento en frijol ejotero para ser cultivado dentro de un HCH. Se evaluaron tres variedades de crecimiento determinado y 10 indeterminados en densidades de 15 y 25 plantas m<sup>-2</sup> de invernadero en las primeras, y 10 y 15 plantas m<sup>-2</sup> en las segundas. El diseño fue bloques completos al azar en arreglo de parcelas dividida con cuatro repeticiones. Se evaluaron variables de precocidad y del rendimiento, y se hizo análisis de varianza y comparaciones de medias (Tukey,  $p=0.05$ ). La mejor variedad determinada fue Palma a una densidad de 15 plantas m<sup>-2</sup> (3.09 kg m<sup>-2</sup> de vaina fresca en un periodo de 94 días de siembra a fin de cosecha), y la mejor variedad indeterminada fue HAB-229 con 10 planta m<sup>-2</sup> (3.63 kg m<sup>-2</sup>, en 110 días).

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L., ejote, hortalizas.

#### Abstract

At the Universidad Autónoma Chapingo, a technology package has been developed based on a hydroponic commercial orchard (HCH), in which in the same greenhouse different vegetables can be grown intermittently throughout the year. The objective was to define the best varieties and population densities in order to obtain the highest yield in kidney bean to be cultivated within an HCH. Three varieties of determined growth and 10 indeterminate were evaluated in densities of 15 and 25 plants m<sup>-2</sup> of greenhouse in the first, and 10 and 15 plants m<sup>-2</sup> in the second. The design was randomized complete blocks in divided plots arrangement with four replicates. Precocity and yield variables were evaluated and variance analysis and means comparisons (Tukey,  $p=0.05$ ) were performed. The best determined variety was Palma at a density of 15 plants m<sup>-2</sup> (3.09 kg m<sup>-2</sup> of fresh pod in a 94 days period from planting to harvest), and the best indeterminate variety was HAB-229 with 10 plants m<sup>-2</sup> (3.63 kg m<sup>-2</sup>, in 110 days).

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., green beans, vegetables.

\* Recibido: julio de 2017  
Aceptado: agosto de 2017

## Introducción

La agricultura protegida en México ha crecido enormemente en los últimos años. De los productores en invernadero alrededor de 40 000 productores, sólo 2.5% tiene más de 1 ha, pero aglutinan más de 50% de las superficie con esta tecnología, y su producción se orientan a mercados de exportación (Ponce, 2015), que se deduce a la gran mayoría de las empresas de invernadero en México es de pequeños y medianos productores (menos de una hectárea por productor).

Alrededor de 70% de la superficie con agricultura protegida se cultiva con jitomate y 25% más con pepino y chile pimiento. Esto afecta particularmente a los pequeños y medianos productores quienes difícilmente pueden acceder a mercados de exportación o mercados nacionales selectos, por lo que recurren a centrales de abasto donde se les paga un precio muy bajo.

La diversificación de hortalizas en invernadero es difícil, porque algunos cultivos aumentan sus rendimientos, pero no alcanzan ser rentables por bajos precios del mercado. Por ejemplo, el frijol ejotero se maneja como unicultivo y con rendimientos entre 2 y 4 kg m<sup>-2</sup> (Delgado *et al.*, 2015), no sería rentable al venderlo en centrales de abasto a precios bajos.

Por ello, una alternativa que se ha desarrollado en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), es la producción bajo un esquema de huerto comercial hidropónico, que se define como un sistema de producción donde se cultivan al mismo tiempo, y con la misma solución nutritiva, diversas especies de hortalizas, sembrando y cosechando de manera intermitente para tener producción continua todo el año (Moreno *et al.*, 2014). Esto permite al productor planear sus producciones en función de los mercados locales, incrementando sus ingresos al vender a precios de consumidor final. Este sistema se ha validado con éxito para diferentes hortalizas de hoja y bulbo (lechuga, espinaca, arúgula, cilantro, rábano, cebolla cambray, betabel, acelga, etc) y para hortalizas de fruto (jitomate, pepino, chiles, calabacita, entre otras), y en el presente trabajo se pretende evaluar el cultivo de frijol ejotero para considerar su posible inclusión en el huerto.

Moreno *et al.* (2014), describen el manejo de frijol ejotero en el huerto comercial hidropónico, pero señalan que aún falta definir cuáles variedades y densidad de población son las más apropiadas para este sistema. Las respuestas a estos aspectos constituyen el objetivo de esta investigación.

## Introduction

Protected agriculture in México has grown enormously in recent years. Of the greenhouse producers around 40 000 producers, only 2.5% have more than 1 ha, but they agglutinate more than 50% of the surface with this technology, and their production is oriented to export markets (Ponce, 2015), which shows that the vast majority of greenhouse companies in México belongs to small and medium-sized producers (less than one hectare per producer).

About 70% of the area with protected agriculture is cultivated with tomatoes and 25% more with cucumber and chili peppers. This particularly affects small and medium producers who can hardly access export markets or select national markets, so they resort to supply centers where they are paid a very low price.

The diversification of vegetables in greenhouses is difficult, because although some crops increase their yields, they are not profitable because of the low prices at which they are sold. For example, if the string beans are handled as unicult and yields oscillated between 2 and 4 kg m<sup>-2</sup> (Delgado *et al.*, 2015), it would not be profitable by selling on supply centers at very low prices.

For this reason, an alternative that has been developed at the Universidad Autónoma Chapingo (UACH), is the production under a hydroponic commercial orchard scheme, which is defined as a production system where are grown at the same time, and with the same nutrient solution, various vegetables species, planting and harvesting intermittently to have continuous production throughout the year (Moreno *et al.*, 2014). This allows the producer to plan the productions based on what can be sold in local markets, increasing the income by selling at almost final consumer prices. This system has been successfully validated for different leaf and bulb vegetables (lettuce, spinach, arugula, cilantro, radish, chambray onions, beets, chard, etc) and fruit vegetables (tomato, cucumber, chilli peppers, zucchini, among others), and this paper aims to assess the string beans crop to consider its possible inclusion in the orchard.

Moreno *et al.* (2014), describe the management of green beans in the hydroponic commercial orchard, but they point out that it is still necessary to define which varieties and population density are the most appropriate for this system. Responses to these questions are the objective of this research.

## Metodología

La investigación se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, de abril a julio de 2013, en condiciones de invernadero e hidroponía.

Se evaluaron en experimentos independientes, 10 variedades de frijol ejotero de hábito de crecimiento indeterminado (HAV-2, HAV-27, HAV-44B, HAV-44N, HAV-62, HAV-65, HAV-68, ROJO CELAYA, EJSI-88 y HAB-229), y tres variedades de hábito determinado (PALMA, STRIKE y OPUS). Las variedades indeterminadas fueron establecidas en densidades de población de 10 y 15 plantas m<sup>-2</sup> útil y las determinadas a 15 y 25 plantas m<sup>-2</sup> útil. El riego se dio con una solución nutritiva que contenía los siguientes elementos y concentraciones (mg L<sup>-1</sup>): N= 200; P= 40; K= 200; Ca= 220; Mg= 40; S= 150; Fe= 2; Mg= 1; B= 0.5; Cu= 0.05; Zn= 0.05.

Las plantas con crecimiento indeterminado fueron despuntadas a la altura de tres metros. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. En la parcela grande se colocaron las densidades de población y en la parcela chica las variedades; la unidad experimental constó de 1.5 m<sup>2</sup> de cama de cultivo.

Se evaluaron variables indicadoras de precocidad: días a emergencia (DE), días a anthesis (DA), días a inicio de cosecha (DIC) y días a fin de cosecha (DFC); así como, variables del rendimiento y sus componentes: peso fresco de vaina en kg m<sup>-2</sup> (PFV), número de vainas por m<sup>2</sup> (NV), longitud de vaina (LV) y diámetro de vaina (DV) en una muestra de 10 vainas tomadas al azar por tratamiento y repetición para cada corte. Se hicieron siete cortes en total. Para cada variable se hizo análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ( $p=0.05$ ).

## Resultados

### Variables indicadoras de precocidad

Entre las variedades de hábito determinado, Opus fue la más precoz con 91 días de siembra a fin de cosecha (Cuadro 1), resultados similares a los reportados por Salinas *et al.* (2008); Kenneth (2012).

## Methodology

The research was carried out in the Experimental Field of the Universidad Autónoma Chapingo, from April to July 2013, under greenhouse and hydroponics conditions.

Ten Green bean varieties of undetermined growth habit were evaluated in independent experiments (HAV-2, HAV-27, HAV-44B, HAV-44N, HAV-62, HAV-65, HAV-68, ROJO CELAYA, EJSI-88 and HAB-229), and three varieties of particular habit (PALMA, STRIKE and OPUS). Indeterminate varieties were established in densities of 10 and 15 plants m<sup>-2</sup> useful and determined at 15 to 25 plants m<sup>-2</sup> useful. The irrigation was given with a nutrient solution containing the following components and concentrations (mg L<sup>-1</sup>): N= 200; P= 40; K= 200; Ca= 220; Mg= 40; S= 150; Fe= 2; Mg= 1; B= 0.5; Cu= 0.05; Zn= 0.05.

The plants with indeterminate growth were pruned to the height of three meters. A randomized complete block experimental design was used, with split plot arrangement, with four replications. In the large plot the population densities were placed and in the small plot the varieties; the experimental unit consisted of 1.5 m<sup>2</sup> of culture bed.

Early indicator variables were evaluated: days to emergence (DE), days to anthesis (DA), days at the beginning of harvest (DIC) and days at harvest (DFC); and, yield variables and components: sheath fresh weight in kg m<sup>-2</sup> (PFV), number of sheaths per m<sup>2</sup> (NV), sheath length (LV) and sheath diameter (DV) in a sample of 10 sheaths taken at random per treatment and repetition for each cut. Seven cuts were made in total. For each variable a variance analysis and Tukey comparisons ( $p=0.05$ ) were performed.

## Results

### Early indicator variables

Among the varieties of particular habit, Opus was the earliest with 91 days from planting to harvest (Table 1), similar to those results reported by Salinas *et al.* (2008); Kenneth (2012).

**Cuadro 1. Comparaciones de medias de variables indicadoras de precocidad en variedades de decrecimiento determinado en frijol ejotero.**

**Table 1. Comparisons of means of indicator variables of precocity in varieties of determined growth in green beans.**

Variedad	Días a emergencia	Días a floración	Días de siembra a inicio de cosecha	Días de siembra a fin de cosecha
Palma	7.12 a	44.6 a	63.3 a	94.5 a
Strike	7.12 b	43.2 a	62.6 a	94 a
Opus	6.12 b	43.2 a	61.2 b	91 b
Media	6.79	43.6	62.3	93.2
DMS	0.97	1.46	0.95	1.61
CV (%)	10.69	2.61	1.15	1.3

Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey,  $p=0.05$ ). DMS: diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación.

Las variedades indeterminadas más precoces fueron HAV-44B y HAV-2, ambas con 99 días al último corte (Cuadro 2). Salinas *et al.* (2008) señalan que en clima templado bajo condiciones de temporal, la antesis en la variedad HAV-14 ocurrió a los 60 días, mientras que bajo condiciones de riego Peixoto *et al.* (2002) observaron que este evento se dio a los 42 días. Los resultados indican que la antesis ocurre más pronto cuando no hay restricciones de agua como en el caso del presente experimento.

**Variables del rendimiento y sus componentes**

Las variedades de hábito determinado, Palma fue similar a OPUS en rendimiento con base a peso fresco de vaina (PFV), pero superior a Strike (Cuadro 3). En diámetro de vaina (DV) y longitud de vaina (LV), no hubo diferencias entre variedades (Cuadro 3), por lo que el mayor rendimiento en PALMA se explica por su mayor número de vainas (NV) cosechadas.

En las variedades indeterminadas (Cuadro 4), HAV-27 y HAB-229, fueron las de mayor DV (1.05 cm), HAV-2 la de mayor LV (14.5 cm) y Rojo Celaya la de mayor NV (591), pero en rendimiento de fruto (PFV) no hubo diferencias estadísticas. No obstante, el rendimiento promedio obtenido ( $3.3 \text{ kg m}^{-2}$ ) en estas variedades bajo el sistema de producción utilizado, es superior a lo obtenido en campo abierto por Esquivel *et al.*, 2006 ( $2.5 \text{ kg m}^{-2}$ ) y Salinas *et al.*, 2008 ( $1.17 \text{ kg m}^{-2}$ ).

The earliest indeterminate varieties were HAV-44B and HAV-2, both with 99 days to the last cut (Table 2). Salinas *et al.* (2008) show that in temperate climate under rainfed conditions, the anthesis in HAV-14 variety occurred at 60 days, while under irrigation conditions Peixoto *et al.* (2002) observed that this event occurred at 42 days. The results indicate that anthesis occurs sooner when there are no water restrictions as in the case of this experiment.

**Cuadro 2. Comparaciones de medias de variables indicadoras de precocidad en variedades de decrecimiento indeterminado de frijol ejotero.**

**Table 2. Comparisons of means of early indicator variables in undetermined growth varieties of green beans.**

Variedad	Días a emergencia	Días a floración	Días de siembra a inicio de cosecha	Días de siembra a fin de cosecha
Palma	7.12 a	44.6 a	63.3 a	94.5 a
Strike	7.12 b	43.2 a	62.6 a	94 a
Opus	6.12 b	43.2 a	61.2 b	91 b
Media	6.79	43.6	62.3	93.2
DMS	0.97	1.46	0.95	1.61
CV (%)	10.69	2.61	1.15	1.3

Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey,  $p=0.05$ ). DMS: diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación.

**Yield variables and its components**

In the varieties of determined habit, Palma was similar to OPUS in yield based on fresh sheath weight (PFV), but superior to Strike (Table 3). There were no differences between varieties (Table 3) in sheath diameter (DV) and pod length (LV), so the higher yield in PALMA was explained by the higher number of harvested sheaths (NV).

In the undetermined varieties (Table 4), HAV-27 and HAB-229 showed the highest DV (1.05 cm), HAV-2 the highest LV (14.5 cm) and Rojo Celaya the highest NV (591), but regarding fruit yield (PFV) there were no statistical differences. However, the average yield obtained ( $3.3 \text{ kg m}^{-2}$ ) in these varieties under the production system used, is superior to that obtained in open field by Esquivel *et al.* 2006 ( $2.5 \text{ kg m}^{-2}$ ) and Salinas *et al.*, 2008 ( $1.17 \text{ kg m}^{-2}$ ).

Los 3.63 kg m<sup>-2</sup> de la variedad HAB-229 se logró en 110 días de siembra a fin de cosecha, por lo que es posible obtener un rendimiento potencial anual de 11 kg m<sup>-2</sup> de invernadero (110 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

The 3.63 kg m<sup>-2</sup> of the HAB-229 variety were achieved in 110 days from planting to harvest, so it is possible to obtain a potential annual yield of 11 kg m<sup>-2</sup> of greenhouse (110 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>).

**Cuadro 3. Comparaciones de medias de variables del rendimiento en variedades de decrecimiento determinado de frijol ejotero.**

**Table 3. Comparisons of means of yield variables in determined growing varieties of green bean.**

Varietad	Peso fresco de vaina (kg m <sup>-2</sup> )	Número de vainas (vainas m <sup>-2</sup> )	Diámetro de vaina (cm)	Longitud de vaina (cm)
Palma	3.09 a	608 a	0.93 a	13.6 a
Strike	2.66 b	505 b	0.92 a	13.5 a
Opus	2.9 ab	631 a	0.89 a	13.4 a
Media	2.88	581	0.91	13.5
DMS	0.27	46.2	0.04	0.38
CV (%)	7	5.96	3.55	2.11

Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ), DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación.

**Densidad de población**

Respecto a la densidad de población, en las variedades de crecimiento determinado, sólo hubo diferencias estadísticas a favor de la densidad mayor (25 plantas m<sup>-2</sup>) en el número de vainas m<sup>-2</sup> (Cuadro 5), sin que esto afectara el rendimiento. Morales *et al.* (2006 y 2008) señalan que con un mayor IAF se logra mayor intercepción de la radiación solar incidente para un mayor rendimiento. Aguilar *et al.* (2005) señalan que conforme avanza el ciclo de un cultivo, aumenta el índice de área foliar, y se incrementa el sombreado entre plantas, afectando negativamente el rendimiento final.

En las variedades indeterminadas tampoco hubo diferencias significativas en las variables del rendimiento entre densidades (Cuadro 5). López *et al.* (2008) también señalaron que el frijol ejotero en invernadero en densidades altas de población, se producen sombra excesiva, lo que reduce el rendimiento.

**Cuadro 4. Comparaciones de medias de variables del rendimiento en variedades de decrecimiento indeterminado de frijol ejotero.**

**Table 4. Comparisons of means of yield variables in indeterminate growth varieties of green bean.**

Varietad	Peso fresco de vaina (kg m <sup>-2</sup> )	Número de vainas (vainas m <sup>-2</sup> )	Diámetro de vaina (cm)	Longitud de vaina (cm)
HAV-68	3.5 a	459 bc	0.94 b	13.6 b
HAV-44B	3.4 a	569 ab	0.55 e	12.2 c
HAV-2	3.3 a	438 c	0.76 d	14.5 a
EJ. SI 88	3.21 a	428 c	0.82 cd	14.1 ab
R. Celaya	2.96 a	591 a	0.83 cd	9.3 e
HAV-27	3.53 a	498 abc	1.05 a	11.1 d
HAV-65	3.52 a	451 bc	1.02 a	10.6 d
HAB-229	3.63 a	542 abc	1.05 a	10.7 d
HAV-44N	3.1 a	480 abc	0.61 e	12.7 c
HAV-62	3.16 a	427 c	0.92 b	14.1 ab
Media	3.3	488	0.86	12.3
DMS	0.81	130.9	0.07	0.61
CV (%)	14.78	16.25	4.83	3.02

Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales (Tukey,  $p= 0.05$ ); DMS= diferencia mínima significativa; CV= coeficiente de variación.

**Population density**

Regarding population density, in determinate growth varieties, there were only statistically significant differences in favor of higher density (25 plants m<sup>-2</sup>) in the number of sheaths m<sup>-2</sup> (Table 5), without this affecting yield. Morales *et al.* (2006 and 2008) indicate that with a higher IAF greater interception of the incident solar radiation is achieved for a higher yield. Aguilar *et al.* (2005) indicate that as the crop cycle advances, the index of leaf area increases, and shading between plants increases, negatively affecting the final yield.

### Cuadro 5. Comparación de medias de variables del rendimiento entre dos densidades de población en distintas variedades de frijol ejotero.

Table 5. Comparison of means of yield variables between two population densities in different green bean varieties.

Densidad de población (plantas m <sup>-2</sup> )	Hábito de crecimiento	Peso fresco de vaina (kg m <sup>2</sup> )	Número de vainas (m <sup>2</sup> )	Diámetro de vaina (cm)	Longitud de vaina (cm)
15	Determinado	2.8 a	549.47 b	0.91 a	13.58 a
25	Determinado	2.9 a	613.44 a	0.91 a	13.43 a
DMS		0.25	53.43	0.03	0.31
10	Indeterminado	3.2 a	485.6 a	0.85 a	12.29 a
15	Indeterminado	3.4 a	490.9 a	0.86 a	12.26 a
DMS		0.23	84.6		0.54

Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p= 0.05$ ); PFV= peso fresco de vaina; NV= número de vainas; DV= diámetro de vaina; LV= longitud de vaina; DMS= diferencia mínima significativa.

## Conclusiones

El cultivo de frijol ejotero manejado como parte de un huerto comercial hidropónico representa una opción viable para pequeños y medianos productores en invernadero. Con la variedad Palma que es de crecimiento determinado manejada a 15 plantas m<sup>-2</sup>, se logró el mayor rendimiento de vaina (3.09 kg m<sup>-2</sup> de invernadero en un periodo de 94 días de siembra a fin de cosecha), y en la variedad HAB-229 que es de hábito indeterminado con 10 plantas m<sup>-2</sup>, el rendimiento fue 3.63 kg m<sup>-2</sup> en un ciclo de 110 días.

## Literatura citada

- Aguilar, G. E. E.; Fucikovsky, Z. T. C. y Mark, E. E. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoam.* 23(3):303-310.
- Delgado, M. R.; Escalante, E. J. A. S.; Morales, R. E. J.; López, S. J. A. y Rocandio, R. M. 2015. Producción y rentabilidad del frijol ejotero asociado a maíz en función de la densidad y el nitrógeno en clima templado. *Uncuyo.* 47(2):15-25.
- Esquivel, E. G.; Acosta, G. J. A.; Rosales, S. R.; Pérez, H. P.; Hernández, C. M.; Navarrete, M. R. y Muruaga, M. J. S. 2006. Productividad y adaptación de frijol ejotero en el Valle de México. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 12(1):119-126.
- Kenneth, V. A. R. 2012. Evaluation of six fresh green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties for pod quality and yield. GRAC Crop Research Report No 9: Department of Agriculture, Nassau, Bahamas. 1-8 pp.
- López, J. C.; Baille, A.; Bonachela, S. and Pérez, P. J. 2008. Analysis and prediction of greenhouse green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in a Mediterranean climate. *Bio. Eng.* 100(1):86-95.

In undetermined varieties, there were no differences in yield variables between densities (Table 5). López *et al.* (2008) also pointed out that green beans in greenhouse in high population densities produce excessive shade, which reduces yield.

## Conclusions

The cultivation of Green bean managed as part of a hydroponic commercial orchard represents a viable option for small and medium producers in greenhouse. With the Palma variety which is of determinate growth at 15 plants m<sup>-2</sup> the highest yield of sheaths was achieved (3.09 kg m<sup>-2</sup> of greenhouse over a period of 94 days from planting to harvest), and the HAB-229 variety which is of indeterminate habit with 10 plants m<sup>-2</sup> the yield was 3.63 kg m<sup>-2</sup> in a cycle of 110 days.

*End of the English version*



- Morales, R. E. J.; Escalante, E. J. A.; Tijerina, CH. L.; Volke, H. V. y Sosa M. E. 2006. Biomasa, rendimiento, eficiencia en el uso del agua y de la radiación solar del agrosistema girasol-frijol. *Terra Latinoam.* 24:55-64.
- Morales, R. E. J.; Escalante, E. J. A. y López, S. J. A. 2008. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un cultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuum* L.). *Universidad y Ciencia.* 24(1):1-10.

- Moreno, P. E. del C.; Sánchez, del C. F.; Blancas, C. M. E.; Vásquez, S. A.; González, M. L. y Montalvo, H. D. 2014. Huerto comercial hidropónico: una alternativa de producción de hortalizas en invernadero. *Agroproductividad*. 7(1):21-27.
- Peioxoto, N.; Braz, L. T.; Banzatto, D. A.; Morales, E. A. y Moreira, F. M. 2002. Características agronómicas, productividad, qualidade de vagens e divergencia genética en Feijoo-vegem de crecimiento indeterminado. *Hortic. Bras.* 20:447-451.
- Ponce, P.; Molina, A.; Cepeda, P.; Lugo, E. and MacCleery, B. 2015. *Greenhouse control and design*. CRC Press. Taylor and Francis Group Boca Raton London UK. ISBN: 9781138026292. 354 p.
- Salinas, R. N; Escalante, E. J. A.; Rodríguez, G. M. T. y Sosa, M. E. 2008. Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes fechas de siembra. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(003):235-241.