

Densidad de población y fertilización orgánica en habas del centro mexicano

Laura Stephanie Flores Carrera¹
Delfina de Jesús Pérez López^{2§}
Dora Ma. Sangerman-Jarquín³
Martín Rubí Arriaga¹
Andrés González Huerta²
José Francisco Ramírez Dávila¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México-Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales-Campus Universitario 'El Cerrillo'. Toluca, Estado de México. Tel. 722 2965552, ext. 117. (pcarn@uaemex.mx; lphaniefc@hotmail.com; mrubia@uaemex.mx; jframirez@uaemex.mx). ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento-Facultad de Ciencias Agrícolas. AP. 435. Tel. 722 2965518, ext. 148. (agonzalez@uaemex.mx). ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, México. CP. 56250. (dsangerman@yahoo.com.mx).

§Autor para correspondencia: djperezl@uaemex.mx.

Resumen

Dos experimentos se establecieron en 2017 y 2018 en San Nicolás Guadalupe, San Felipe del Progreso, Estado de México, para evaluar los efectos del distanciamiento entre plantas a 20, 30, 40 y 50 cm con la aplicación de gallinaza, lombricomposta, composta de champiñón y 30N-60P-60K en los cultivares identificados como Xalatlaco, Calimaya y San Felipe. Los 48 tratamientos fueron evaluados en una serie de experimentos en diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por año en un arreglo de parcelas subdivididas. En el análisis combinado se observó que en ambos años (A) hubo diferencias altamente significativas ($p=0.01$) en 13 variables. En 2017 se favoreció la mejor expresión fenotípica en altura de planta (AP), floración (DF), vainas por planta (NVP), peso de vaina por planta (PVP), semillas por vaina (NSV), semillas limpias (NSL) y peso de semilla limpia (PSL), en comparación con 2018, pero el rendimiento (RTO) en ambos años fue de 1.5 t ha⁻¹. En densidades (D) hubo diferencias significativas ($p=0.01$) en 13 variables y se detectó que a un distanciamiento entre plantas de 20 cm hubo más NVP (18.5 cm), AP (1.4 cm) y APV (47.5 cm); a 40 y 50 cm entre plantas hubo más NR y NRP. En las características NSL, PSL y el RTO se presentó el mismo comportamiento a 20, 40 y 50 cm. En abonos orgánicos (F) hubo una diferenciación fenotípica significativa ($p=0.01$) en AP, NVP, PVP, PSL y RTO; con gallinaza se obtuvo mayor AP y APV. La composta de champiñón favoreció PVP, NSM y peso de 100 semillas (P100S) y la lombricomposta lo hizo en NVP, PVP y PSL. Los tres cultivares (C) fueron diferentes significativamente ($p=0.01$): Xalatlaco fue mejor en eficiencia (EFI), PVP, PSL, P100S y RTO (1.74 t ha⁻¹).

Palabras clave: *Vicia faba* L., biplot, serie de experimentos en parcelas subdivididas, tecnología.

Recibido: diciembre de 2021

Aceptado: febrero de 2022

Introducción

El haba (*Vicia faba* L.) se cultiva desde 1 800 a 3 000 msnm aportando un alto valor en proteína (de 24 a 32%) y carbohidratos a la población humana (Vioque *et al.*, 2012; Volpelli *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2014) en verde y en seco (Crepón *et al.*, 2010). En la actualidad es de gran importancia en la agroindustria (Baginsky *et al.*, 2013) y se utiliza como cultivo de rotación por su habilidad para fijar nitrógeno atmosférico (Kalia y Sood, 2004). En México se siembra en los Valles Altos de la Meseta Central bajo diferentes condiciones de fertilidad y humedad (Rojas *et al.*, 2012) y produce 1.27 t ha⁻¹ en grano (SIAP, 2019).

El incremento en su rendimiento es relevante para esta región, ya que es una especie estratégica en los sistemas de cultivo de pequeños y medianos agricultores (Díaz *et al.*, 2008), pero esta leguminosa es afectada negativamente por factores climáticos, por fertilidad del suelo y plagas y enfermedades. También depende del suplemento de agua, tipo de variedad y densidad de población, entre otros (Dobocha *et al.*, 2019; Cucci *et al.*, 2019; Mohamed y Rashed, 2020).

La densidad de población afecta al rendimiento y a sus componentes (Ayaz *et al.*, 2004; Kubure *et al.*, 2015), la competencia por recursos naturales y nutrimentales es afectada por el distanciamiento entre plantas y entre surcos. Bakry *et al.* (2011) reportaron que al incrementar la densidad de plantas disminuyó el número de ramas, vainas por planta y semillas por planta; también decreció peso de vainas, índice de cosecha y rendimiento; a mayor distanciamiento entre plantas hubo más vainas por planta y rendimiento (Al-Suhaibani *et al.*, 2013) pero semillas por vaina no se modificó.

En otro estudio hubo un aumento en altura de planta a 33.3 plantas m⁻² (Khalil *et al.*, 1993; Al-Suhaibani *et al.*, 2013; El Hag, 2017) o en la producción de forraje y materia seca en vaina a 16 plantas m⁻² (Estrada *et al.*, 2017). Como la densidad de plantas m⁻² tiene un efecto directo sobre el costo de la semilla y sobre el rendimiento, es necesario establecer un óptimo para maximizar la expresión favorable de caracteres agronómicos en cada variedad y en cada ambiente (Dobocha *et al.*, 2019). *Vicia faba* L. responde bien en suelos vertisol a un mayor distanciamiento entre surcos y entre plantas lo que permite una mejor expresión fenotípica en ramas por planta, vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla (Gezahegn *et al.*, 2016).

La fertilización mineral (Gai *et al.*, 2018) al suelo es indispensable para las plantas, pero el tipo de fertilizante aplicado podría no ser el más efectivo; los de origen orgánico, ricos en materia orgánica, son importantes en su estructura y en los procesos biológicos (Castelo *et al.*, 2016). La aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos, mejoran la fertilidad del suelo e incrementan significativamente el rendimiento en varios cultivos (Afreh *et al.*, 2018), como las compostas de humus de lombriz, vermicomposta o lombricomposta (Bazán *et al.*, 2014), composta de champiñón (Fidanza *et al.*, 2010), gallinaza (Aguñaga *et al.*, 2020), bocashi, (descomposición y fermentación de residuos orgánicos vegetales y animales; Bertoli *et al.*, 2015; Sarmiento *et al.*, 2019), Biol (abono foliar orgánico producto de la fermentación anaeróbica de restos de animales y vegetales) y los abonos verdes y biosólidos (residuos orgánicos industriales y sedimentos orgánicos; Félix *et al.*, 2008; Bazán *et al.*, 2014), todos aportan materia orgánica a la agricultura sustentable y mejoran el rendimiento en cultivos hortícolas.

La composta de té + ácidos húmicos incrementó el rendimiento y la calidad de la semilla en haba (Mohamed y Rashed, 2020). Estiércol de oveja más fertilizante químico aumentó altura de planta, número de ramas, contenido de clorofila y macronutrientes en la hoja de haba (Husain *et al.*, 2016). Con 10% de té de vermicomposta hubo más flores, mayor altura de planta y más vainas por planta (Chaichi *et al.*, 2018). La lombricomposta más composta de champiñón produjo 3.61 t ha⁻¹ en grano (Pérez *et al.*, 2019). La presencia de fósforo en la gallinaza ayuda al desarrollo de la raíz y la nodulación en haba (Kubure *et al.*, 2016). Así, el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de la densidad de población y el tipo de abono en el rendimiento de grano y características de planta y vaina en tres cultivares de haba evaluadas en un sitio durante dos años.

Materiales y métodos

Área de estudio

Este trabajo se hizo en primavera-verano de 2017 y 2018 en San Nicolás Guadalupe (SNG), municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México, ubicado a 19° 36' 30" latitud norte y 100° 01' 44" longitud oeste, a 2 740 msnm, su clima predominante es templado sub-húmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 15 °C, presenta una precipitación anual de 892 mm y su suelo es andosol (Orozco *et al.*, 2013).

Material genético

Se usaron tres colectas mexiquenses provenientes de Xalatlaco (C₁), Calimaya (C₂) y San Felipe del Progreso (C₃), las cuales serán identificadas con los nombres de estos municipios (Cuadro 1).

Diseño experimental y tamaño de la parcela

Los 48 tratamientos, formados con la combinación de los niveles de cada factor estudiado (Cuadro 1) fueron evaluados en una serie de experimentos en tiempo en bloques completos al azar con tres repeticiones por ensayo, en un arreglo de parcelas subdivididas. Las parcelas grande, mediana y chica alojaron a la densidad, a la fertilización y a los cultivares, respectivamente, esta última tuvo tres surcos de 4 m de longitud y 0.8 m de anchura, pero el central fue la unidad experimental útil (3.2 m²).

Cuadro 1. Factores y niveles de estudio.

Densidad (D, cm)	Fertilización (F, 2 t ha ⁻¹)	Cultivar (C)
D1: 20	F1: gallinaza	C1: Xalatlaco
D2: 30	F2: lombricomposta	C2: Calimaya
D3: 40	F3: composta de champiñón	C3: San Felipe del Progreso
D4: 50	F4: 30N-60P-60K	

Manejo agronómico

En 2017, el suelo se preparó con barbecho, cruza y rastra. La siembra manual en humedad residual se realizó el 22 de abril, a 20, 30, 40 y 50 cm (62 500, 41 667, 31 250 y 25 000 plantas ha⁻¹, respectivamente) y se aplicó gallinaza, lombricomposta y composta de champiñón en 2 t ha⁻¹, así

como 30N-60P-60K (urea, 46%, superfosfato de calcio triple, 46% y cloruro de potasio, 60%). Se escardó el 30 de mayo y el 04 y 10 de junio para aporcar las plantas y controlar eficientemente la maleza.

El 10 y 21 de junio y 19 de agosto se aplicó Dimetoato (1 L ha⁻¹) para controlar frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*) y pulgón negro (*Aphis fabae*) y oxiclورو de cobre + mancozeb (2 kg ha⁻¹) y mancozeb (1 kg ha⁻¹) + foliar 20N-20P-20K (1 kg ha⁻¹) para prevenir y reducir el daño causado por mancha de chocolate (*Botrytis fabae*) y roya (*Uromyces* spp.). La cosecha se realizó el 16 de diciembre.

En 2018, la siembra se efectuó el 21 de abril. Se aplicaron dos escardas: 19 de mayo y 9 de junio. Se asperjó Basagrán 480 en dosis de 1.5 L ha⁻¹ el 26 de mayo y 9 de julio y se hizo un deshierbe manual antes de madurez fisiológica. El 18 de junio y 21 de agosto se aplicó dimetoato (1 L ha⁻¹) para controlar frailecillo y pulgón negro y oxiclورو de cobre + mancozeb (2 kg ha⁻¹) y Tiabendazol (1 kg ha⁻¹) para combatir mancha de chocolate y roya. La cosecha se hizo el 8 de diciembre.

Variables evaluadas

Se eligieron 10 plantas en cada parcela útil y se registraron: altura de planta (AP: medida en cm, de la base al ápice del tallo principal); distancia a primera vaina (APV: en cm), nudos del tallo principal (NN), ramas (NR), ramas con vaina (NRP), eficiencia (EFI: cociente entre NRP y NR); floración (DF: en días), vainas por planta (NVP), peso de vaina por planta (PVP: en g), semillas por vaina (NSV), semillas limpias y manchadas por planta (NSL, NSM), peso de semilla limpia y manchada por planta (PSL, PSM) y peso de 100 semillas (P100S; en g). El rendimiento por parcela (RTO) se extrapola a t ha⁻¹.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza combinando los datos de ambos ensayos aplicando el modelo: $Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_{m(i)} + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijm} + \delta_k + (\gamma\delta)_{jk} + (\alpha\delta)_{ik} + (\alpha\gamma\delta)_{ijk} + \varepsilon_{ijkm} + \theta_l + (\gamma\theta)_{jl} + (\delta\theta)_{kl} + (\gamma\delta\theta)_{jkl} + (\alpha\theta)_{il} + (\alpha\gamma\theta)_{ijl} + (\alpha\delta\theta)_{ikl} + \varepsilon_{ijklm}$. Donde: μ = la gran media; α_i = el i-ésimo experimento; $\beta_{m(i)}$ = la m-ésima repetición anidada en el i-ésimo experimento; γ_j = la j-ésima densidad; δ_k = la k-ésima fertilización; θ_l = el l-ésimo cultivar; ε_{ijm} , ε_{ijkm} y ε_{ijklm} = variabilidad aleatoria asociada a las parcelas grande, mediana y chica, respectivamente; las otras diez componentes son interacciones estimables. También se hizo la comparación de medias (Tukey, $p= 0.05$) y el análisis de componentes principales con el SAS (Statistical Analysis System, 1988) versión para Windows; el biplot se elaboró en Microsoft Excel, empleando la salida que genera el SAS (Sánchez, 1995).

Resultados y discusión

Análisis de varianza combinado

Aun cuando hubo diferencias significativas ($p= 0.01$) en 13 variables éstas no contribuyeron a una mejor expresión de la productividad; en ambos años se produjo 1.5 t ha⁻¹ en grano. La densidad de población (D) mejoró significativamente ($p= 0.01$) altura de planta (AP) y distancia

a primera vaina (APV), ramas (NR) y ramas productivas (NRP), floración (DF), vainas por planta (NVP), peso de vaina por planta (PVP), semillas limpias y manchadas por planta (NSL, NSM), peso de semillas manchadas y limpias por planta (PSM, PSL), peso de 100 semillas (P100) y rendimiento (RTO t ha⁻¹), estos resultados son similares a los obtenidos por Bakry *et al.* (2011).

Los abonos orgánicos (F) contribuyeron a la diferenciación fenotípica significativa ($p= 0.01$) de AP, NVP, PVP, PSL y RTO, así como en APV y NSM ($p= 0.05$); estos resultados coinciden con los de Pérez *et al.* (2019); Álvarez *et al.* (2010). Los efectos originados por los cultivares (C) en 16 variables ($p= 0.01$) fueron similares a los de Pérez *et al.* (2014); Orozco *et al.* (2013). Los efectos causados por las interacciones Dx_F, Dx_C y Fx_C, en 10 de 16 variables, también fueron significativos ($p= 0.01$) y concuerdan con Dobochoa *et al.* (2019) en Dx_Fx_C (Cuadro 2) sólo en dos variables las diferencias no fueron significativas, lo cual coincide con Kubure *et al.* (2016).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de los valores de F en el análisis de varianza combinado.

FV	GL	AP	APV	NN	NR	NRP	EFI	DF	NVP
Años (A)	1	0.283**	1377.68**	0.28 ns	37.12**	51.17**	0.503**	10200**	200**
Rep (A)	4	0.005 ns	9.69 ns	3.87**	0.18 ns	0.58*	0.011 ns	1.19 ns	7.12 ns
Densidad (D)	3	0.073**	118.67**	3.69 ns	2.08**	1.46**	0.005 ns	16.56**	87.28**
A*D	3	0.058**	4.2 ns	0.57 ns	0.28 ns	0.15 ns	0.012 ns	4.76 ns	28.27 ns
Error a	12	0.004	4.83	2.15	0.34	0.19	0.006	5.04	4.63
Abonos (F)	3	0.059**	37.9*	1 ns	0.03 ns	0.011 ns	0.002 ns	7.48 ns	55.26**
D*F	9	0.028**	30.32**	0.89 ns	0.79**	0.88**	0.008 ns	3.40 ns	18.93 ns
A*F	3	0.06**	76.31**	2.36*	1.13**	1.16**	0.015*	7.48	53.46**
A*D*F	9	0.029**	36.96**	3.25**	0.66**	0.531**	0.003 ns	3.1 ns	46.38**
Error b	48	0.004	12.56	1.27	0.16	0.18	0.004	3.62	4.3
Cultivar (C)	2	0.271**	1727.42**	84.53**	10.25**	5.43**	0.016*	1176.68**	680.57**
D*C	6	0.047**	59.993**	2.43**	0.93**	0.79**	0.007 ns	6.35 ns	39.6**
F*C	6	0.052**	63.55**	2.08*	1.19**	1.2**	0.015**	2.04 ns	17.69 ns
D*F*C	18	0.038**	49.85**	1.75**	0.57**	0.45**	0.007 ns	2.26 ns	51.15**
A*C	2	0.078**	80.6**	22.78**	2.21**	2.18**	0.042**	35.38**	22.47 ns
A*D*C	6	0.017*	42.8**	0.39 ns	1.29**	0.75**	0.003 ns	7.48 ns	38.31*
E*F*C	6	0.022**	9.29 ns	1.4 ns	1.92**	0.76**	0.004 ns	4.08 ns	53.42**
Error c	146	0.007	11.96	0.82	0.2	0.202	0.005	3.75	13.25
Total	287								

*= significativo al 0.05; **= significativo al 0.01; ns= no significativo; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de los valores de F en el análisis de varianza combinado (continuación).

FV	GL	PVP	NSV	NSL	NSM	PSL	PSM	P100S	RTO
Años (A)	1	1591.42**	0.08*	1041.2**	14.4 ns	847.34**	668.408**	1026.8*	0.03 ns
Rep (A)	4	153.35 ns	0.02 ns	27.019 ns	2.28 ns	19.01 ns	6.92 ns	199.37 ns	0.006 ns
Densidad (D)	3	1131.39**	0.02 ns	79.59**	37.33**	337.28**	39.78*	1182.82**	0.35**
A*D	3	754.54*	0.018 ns	13.92 ns	15.53*	245.12**	8.14 ns	397.87 ns	0.23*
Error a	12	28.63	0.01	13.97	2.83	22.43	8.9	160.73	0.02
Abonos (F)	3	993.73**	0.0005 ns	41.66 ns	18.91*	325.49**	19.42 ns	312.62 ns	0.36**
D*F	9	695.89**	0.02 ns	95.49**	11.81*	366.53**	21.3*	237.57 ns	0.32**
A*F	3	1186.89**	0.02 ns	11.27**	35.49**	449.35**	135.18**	617.32**	1.12**
A*D*F	9	942.54**	0.03*	70.25**	20.55**	259.34**	27.35**	372.63*	0.23**
Error b	48	32.74	0.01	10.66	2.56	23.54	5.73	99.23	0.02
Cultivar (C)	2	10629.94**	2.77**	2476.56**	359.41**	3574.05**	78.77**	525176**	4.14**
D*C	6	251.09 ns	0.005 ns	42.76 ns	6.72 ns	274.29**	23.27*	414.94*	0.25**
F*C	6	564.72*	0.006 ns	25.58 ns	10 ns	438.73**	13.6 ns	301.57ns	0.38**
D*F*C	18	1017.38**	0.031**	59.01**	20.86**	432.01**	47.553**	459.71**	0.55**
A*C	2	6.82 ns	0.014 ns	147.06**	126.21**	93.27 ns	74.17**	619.54*	0.001 ns
A*D*C	6	560.78*	0.016 ns	48.63*	32.78**	207.92**	65.11**	830.65**	0.42**
E*F*C	6	1473.9**	0.006 ns	102.36**	32.03**	213.31**	98.5**	527.261**	0.52**
Error c	146	222.8	0.012	19.81	5.04	60.32	10.46	153.85	0.08
Total	287								

*= significativo al 0.05; **= significativo al 0.01; ns= no significativo. FV= fuente de variación; GL= grados de libertad.

Comparación entre ensayos

Se detectó que ambos años difirieron estadísticamente. Pérez *et al.* (2014); Orozco *et al.* (2013); Orozco *et al.* (2016); Rojas *et al.* (2012) concluyeron que la región conformada por los estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala es muy heterogénea en tipos de suelo, precipitación pluvial, altitud sobre el nivel del mar e incidencia de heladas y granizo. La prueba de Tukey (0.05) indicó que en 2017 las variables AP, DF, NVP, PVP, NSV, NSL y PSL no contribuyeron a una mejor expresión en *Vicia faba* L. y en promedio, se obtuvo 1.5 t ha⁻¹ en grano en los dos años (Cuadro 3), la media estatal, superior a la registrada en el presente estudio, es de 2.23 t ha⁻¹ (SIAP, 2019).

Cuadro 3. Comparación de medias entre años.

Años	AP	APV	NN	NR	NRP	EFI	DF	NVP
2017	1.38 a	43.46 b	10.52 a	3.2 b	2.48 b	0.77 b	82.04 a	17.83 a
2018	1.32 b	47.84 a	10.45 a	3.92 a	3.33 a	0.86 a	70.13 b	16.17 b
DMSH	0.017	0.564	0.37	0.15	0.11	0.02	0.57	0.55

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p= 0.05$).

Cuadro 3. Comparación de medias entre años (continuación).

Años	PVP	NSV	NSL	NSM	PSL	PSM	P100S	RTO (t ha ⁻¹)
2017	67.27 a	1.8 a	21.28 a	8.54 b	39.8 a	10.37 b	222.18 b	1.573 a
2018	62.57 b	1.77 b	17.47 b	8.99 a	36.37 b	13.42 a	225.95 a	1.549 a
DMSH	1.37	0.02	0.96	0.43	1.21	0.76	3.25	0.04

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

También se ha observado que número y peso de vainas, semillas por planta y peso de 100 semillas se definen previo a madurez y que éstas no son afectadas significativamente por las condiciones ambientales (Al-Suhaibani *et al.*, 2013), por lo que éstas podrían utilizarse en un programa de fitomejoramiento para generar o explotar comercialmente nuevos cultivares de alta productividad y mayor estabilidad fenotípica.

Comparación entre densidades (D)

En el presente estudio se observó que a un distanciamiento entre plantas de 20 cm hubo más vainas por planta (18.5) (Cuadro 4) pero Dahmardeh *et al.* (2010); Bakry (2011); Al-Suhaibani *et al.* (2013); Derogar *et al.* (2014) reportaron que ésta disminuye incrementándose la densidad. La mejora que se apreció en AP (1.40 cm) y APV (47.5 cm) concuerda con lo publicado por Khalil *et al.* (1993); Al-Suhaibani *et al.* (2013); El Hag (2017).

A 40 y 50 cm hubo más ramas y ramas productivas, resultados que concuerdan con los de Bakary *et al.* (2011). NSL, PSL y RTO presentaron el mismo comportamiento a 20, 40 y 50 cm (Abdel-Aziz y Shalaby (1999); Dahmardeh *et al.* (2010) concluyeron que a 20 cm (33 plantas m⁻²) se produjo el mayor rendimiento de semilla. El peso de 100 semillas fue mayor en densidades altas, estos resultados son similares a los de Ibrahim y Esmail (1994) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación para densidades.

Densidad (cm)	AP	APV	NN	NR	NRP	EFI	DF	NVP
20	1.4 a	47.5 a	10.65 a	3.34 b	2.74 b	0.82 a	75.84 a	18.54 a
30	1.32 b	45.54 b	10.54 a	3.52 ab	2.84 ab	0.8 a	75.55 a	16.07 b
40	1.35 b	44.66 b	10.6 a	3.67 a	3.01 a	0.81 a	76.62 a	16.37 b
50	1.35 b	44.91 b	10.15 a	3.71 a	3.04 a	0.82 a	76.33 a	17.01 b
DMSH	0.03	1.08	0.72	0.28	0.21	0.04	1.11	1.06

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

Cuadro 4. Comparación para densidades (continuación).

Densidad	PVP	NSV	NSL	NSM	PSL	PSM	P100S	RTO (t ha ⁻¹)
20	67.04 a	1.78 a	19.72 a	9.55 a	37.73 a	12.5 a	227.39 a	1.57 a
30	59.77 c	1.76 a	17.81 b	8.76 a	35.16 b	11 ab	226.41 a	1.46 b
40	64.03 b	1.79 a	19.92 a	7.81 b	39.85 a	10.93 b	224.11 ab	1.57 a
50	68.83 a	1.81 a	20.05 a	8.94 a	39.59 a	12.47 a	218.35 b	1.62 a
DMSH	2.64	0.05	1.85	0.83	2.34	1.47	6.27	0.08

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

La densidad de plantas m^{-2} tiene un efecto directo sobre el costo de la semilla y el rendimiento final, por lo que es necesario definir la densidad de población óptima para cada variedad y ambiente específico (Dobocha *et al.*, 2019). De acuerdo con los resultados de este estudio lo ideal sería sembrar a 40 o 50 cm entre plantas (31 250 y 25 000 plantas ha^{-1}); en la última década el precio de un kilogramo de semilla alcanzó hasta \$75.00. Los agricultores en el Valle de México siembran a 40 cm entre plantas y a 80 cm entre surcos (Rojas *et al.*, 2012). En este trabajo se obtuvieron rendimientos promedios de 1.5 t ha^{-1} en grano, casi iguales a la media nacional (1.27 t ha^{-1}).

Comparación entre abonos

La gallinaza favoreció AP y APV, pero tuvo poco efecto en otros componentes del rendimiento. Peñaloza *et al.* (2019) reportaron que con 4 t ha^{-1} obtuvieron 24.3 t ha^{-1} en papa y se produjeron más tallos y tubérculos por planta. Kubure *et al.* (2016) encontraron que la presencia de fósforo en la gallinaza favorece el desarrollo de la raíz y mejora la nodulación. La composta de Champiñón incrementó peso de vaina por planta (PVP), número de semillas manchadas (NSM) y peso de 100 semillas (P100S). Estos resultados difieren de García *et al.* (2014a), que reportaron que la aplicación de 3 a 5 Mg ha^{-1} produjo más vainas y mayor rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

En trigo (*Triticum aestivum* L.), la composta de champiñón aumentó clorofila (15%), fotosíntesis (15%) y rendimiento (10%) (García *et al.*, 2014b). En este estudio la lombricomposta mostró mejoras en NVP, PVP y PSL (Cuadro 5); Chaich *et al.* (2018) reportaron que con el uso de 10% de té de vermicomposta se incrementó número de flores, altura y número de vainas por planta en haba. Rodríguez *et al.* (2010) aplicando 3 t ha^{-1} de lombricomposta obtuvieron plantas más altas, con bulbos de mayor diámetro y de mejor peso seco en cebolla (*Allium cepa* L.) cambray.

Cuadro 5. Comparación de medias entre abonos.

Fertilizantes	AP	APV	NN	NR	NRP	EFI	DF	NVP
Gallinaza	1.39 a	46.61 a	10.66 a	3.55 a	2.927 a	0.820 a	76.138 a	16.223 b
Lombricomposta	1.35 b	45.61 ab	10.47 a	3.59 a	2.898 a	0.817 a	75.847 a	18.252 a
C. Champiñón	1.337 b	44.85 b	10.4 a	3.54 a	2.9 a	0.82 a	75.84 a	16.87 b
Químico	1.338 b	45.53 ab	10.42 a	3.58 a	2.91 a	0.8 a	76.52 a	16.65 b
DMSH	0.028	1.57	0.5	0.17	0.19	0.03	0.84	0.92

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

Cuadro 5. Comparación de medias entre abonos (continuación).

Fertilizantes	PVP	NSV	NSL	NSM	PSL	PSM	P100S	RTO (t ha^{-1})
Gallinaza	65.49 b	1.79 a	19.31 ab	8.4 b	39.37 ab	12.24 a	225.89 a	1.61 a
Lombricomposta	68.17 a	1.78 a	20.21 a	8.31 b	39.96 a	11.46 a	223.5 ab	1.59 a
C. Champiñón	66.4 ab	1.78 a	19.6 ab	8.96 ab	37.8 b	12.44 a	225.51 ab	1.58 a
Químico	59.5 c	1.78 a	18.38 b	9.4 a	35.2 c	11.44 a	221.36 b	1.45 b
DMSH	2.53	0.04	1.44	0.71	2.15	1.06	4.41	0.06

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

En la producción del tomate rojo, humus de lombriz más ácido húmico originaron un mayor número y peso del fruto (Luna *et al.*, 2016). Los resultados obtenidos con gallinaza y composta de champiñón contrastan con los de otros estudios, donde se ha reportado que al combinar ambos existe mayor efectividad. Orozco *et al.* (2016) reportaron que gallinaza más composta de champiñón en 3 t ha⁻¹ originaron la mejor expresión fenotípica en NN, AP, VP, PVP, PS, P100S, y RTO en semilla. Pérez *et al.* (2019) encontraron que lombricomposta más composta de champiñón produjeron 3.61 t ha⁻¹ en haba.

En este estudio el efecto de la gallinaza, la lombricomposta y composta de champiñón mostraron un comportamiento similar en peso de 100 semillas y rendimiento y sólo difirieron estadísticamente de la fertilización inorgánica, la cual originó los promedios más bajos (Cuadro 5). Husain *et al.* (2016) reportaron que estiércol de oveja más fertilizante químico aumentó altura de planta, número de ramas, contenido de clorofila y macronutrientes en la hoja de haba. Díaz *et al.* (2017) recomendaron sustituir la fertilización sintética convencional mediante el uso de gallinaza y micorriza arbuscular en la producción de repollo.

Las características de planta, fruto y producción en calabacita demostraron que el abonado con gallinaza procesado, la inoculación micorrízica o su combinación, arrojaron resultados similares a los causados por la fertilización inorgánica (Díaz *et al.*, 2016.).

Comparación entre cultivares

La colecta de Xalatlaco expresó la mayor EFI, PVP, PSL, P100S y 1.74 t ha⁻¹ (Cuadro 6). El cultivar San Felipe sobresalió en AP, APV, NN y NVP, pero éstas no contribuyeron a un mayor rendimiento (1.3 t ha⁻¹), porque su tamaño de vaina y de semilla es más pequeña que la de las otras dos variedades. El cultivar de Calimaya, con más ramas y ramas con vainas, tuvo mayor peso de 100 semillas y rendimiento (1.6 t ha⁻¹).

Cuadro 6. Comparación de medias entre cultivares.

Cultivares	AP	APV	NN	NR	NRP	EFI	DF	NVP
Xalatlaco	1.3 c	41.49 c	9.71 c	3.5 b	2.9 b	0.83 a	73.85 b	16.17b
Calimaya	1.35 b	45.49 b	10.23 b	3.91 a	3.15 a	0.8 b	74.29 b	14.85 c
San Felipe	1.4 a	49.97 a	11.53 a	3.27 c	2.67 c	0.81 c	80.12 a	19.98 a
DMSH	0.02	1.18	0.31	0.15	0.15	0.02	0.66	1.24

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

Cuadro 6. Comparación de medias entre cultivares (continuación).

Cultivar	PVP	NSV	NSL	NSM	PSL	PSM	P100S	RTO (t ha ⁻¹)
Xalatlaco	73.67 a	1.69 b	18.05 b	7.59 b	43.93 a	12.17 a	264.85 a	1.74 a
Calimaya	67.84 b	1.68 b	15.09 c	7.7 b	38.56 b	12.63 a	268.65 a	1.6 b
San Felipe	53.24 c	1.98 a	24.99 a	11 a	31.75 c	10.88 b	138.69 b	1.33 c
DMSH	5.1	0.037	1.521	0.76	2.65	1.1	4.23	0.09

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, $p= 0.05$).

Los cultivares que se recomiendan comercialmente tendrán más vainas productivas y mayor eficiencia de la hoja, como lo sugirieron Pérez *et al.* (2014 y 2019), Yahia *et al.* (2012), Mohamed *et al.* (2013). El número de semillas m^{-2} depende del número de vainas, pero por la complejidad que muestran las interacciones entre cultivares y ambientes es importante definir cuáles de los componentes primarios y secundarios del rendimiento son más estables en tiempo y espacio, para que contribuyan a una mayor productividad en grano y en vaina.

Análisis de componentes principales

Los porcentajes de variación explicables por los componentes principales 1 (45.3%) y 2 (19.1%) (Figura 1) sugieren que las correlaciones que se observan en el biplot son confiables. Neal y Mcvetty (1983) concluyeron que de 68.5 a 76.4% de la variabilidad que se observa en el rendimiento de semilla está relacionada con número de vainas por planta (Singh *et al.*, 1987; Chaieb *et al.*, 2011), semillas por vaina (Alan y Geren, 2007), peso de 100 semillas (Baginsky *et al.*, 2013) y tamaño de semilla. En el contexto anterior, un índice de selección que considere estos caracteres en un programa de fitomejoramiento podría originar variedades más sobresalientes.

En el presente estudio, el rendimiento de grano se explicó principalmente por un incremento en los pesos de semilla limpia y de vainas por planta, así como por más ramas, ramas con vaina y mayor peso de 100 semillas.

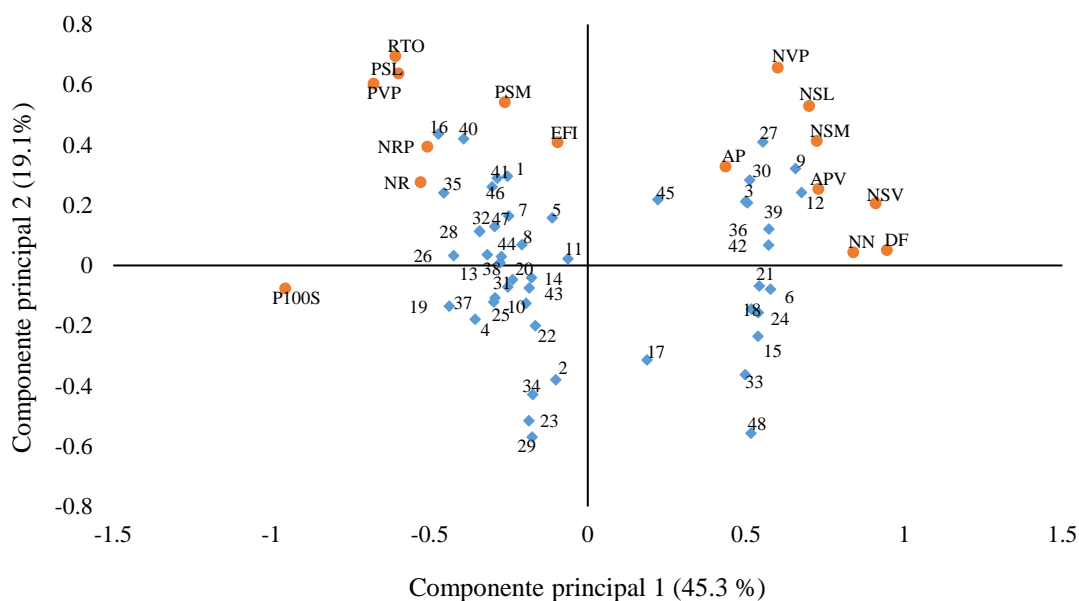


Figura 1. Gráfica del biplot para representar las interrelaciones entre tratamientos (número) y variables (letra). Los valores se promediaron sobre años y repeticiones dentro de años.

Conclusiones

Entre años, entre variedades y entre densidades hubo diferencias altamente significativas ($p=0.01$) en 13 de las 16 variables evaluadas, a un distanciamiento entre plantas de 20 cm hubo más NVP (18.5 cm), AP (1.4 cm) y APV (47.5 cm), a 40 y 50 cm entre plantas hubo más NR y NRP, pero NSL, PSL y RTO tuvieron el mismo comportamiento a 20, 40 y 50 cm. En abonos orgánicos hubo

una diferenciación fenotípica significativa ($p < 0.01$) en AP, NVP, PVP, PSL y RTO; con gallinaza se obtuvo mayor AP y APV. La composta de Champiñón favoreció PVP, NSM y peso de 100 semillas (P100S), mientras que la lombricomposta lo hizo en NVP, PVP y PSL. Los tres cultivares (C) fueron diferentes significativamente ($p = 0.01$): Xalatlaco fue mejor en eficiencia (EFI), PVP, PSL, P100S y RTO (1.74 t ha^{-1}). En el biplot se observó que la combinación 40 cm + gallinaza + San Felipe se asoció positivamente con NVP y NSL; 30 cm + lombricomposta + Xalatlaco y 50 cm + lombricomposta + Xalatlaco produjeron más NRP. Un incremento en PVP y NSL causó una mayor producción en grano en seco.

Literatura citada

- Abdel-Aziz, A. and Shalaby, F. H. 1999. Physiological studies on response of new released faba bean varieties to different plant population. *Zagazing J. Agric. Res.* 26 (5):1229-1244.
- Afreh, D.; Zhang, J.; Guan, D.; Liu, K.; Song, Z.; Zheng, C.; Deng, A.; Feng, X.; Zhang, X.; Wu, Y.; Huang, Q. and Zhang, W. 2018. Long-term fertilization on nitrogen uses efficiency and greenhouse gas emissions in a double maize cropping system in subtropical China. *Soil Tillage Res.* 180(1):259-267.
- Aguíñaga, B. A.; Medina, D. K. y Garruña, H. R. 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta Universitaria Multidisciplinary Scientific Journal.* 30(1):1-14.
- Alan, O. and Geren, H. 2007. Evaluation of heritability and correlation for seed yield components in Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Agron. J.* 6(3):484-487.
- Al-Suhaibani, N.; El Hendawy, S. and Schmidhater, U. 2013. Influence of varied plant density on growth, yield and economic return of drip irrigated faba bean (*Vicia faba* L.) *Turkish J. Field Crops.* 18(2):185-197.
- Álvarez, S. J.; Gómez, V. D. A.; León, M. N. S. y Gutiérrez, M. F. A. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia.* 44(5):575-586.
- Ayaz, S.; Mckenzie, B.; Hill, G. and Mcneil, D. 2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. II. Yield components. *J. Agric. Sci.* 142(1):9-19.
- Bakry, B. A.; Elewa, T. A.; El Karamany, M. F.; Zeidan, M. S. and Tawfik, M. M. 2011. Effect on row spacing on yield and its components of some Faba bean varieties under newly reclaimed sandy soil condition. 7(1):68-72.
- Baginsky, C.; Silva, P.; Auza, J. and Acebedo, E. 2013. Evaluation for fresh consumption of new broad bean genotypes with a determinate growth habit in central Chile. *Chil. J. Agric. Res.* 73(3):225-232.
- Bazán, B. F.; León, S. R.; Ling, L. A. M.; Alarcón, M. P.; Linares, P. G.; Zuiko, F. A.; Pérez, S. J.; Canales, S. L.; Valer, B. F. y Mora, A. A. 2014. Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, Humus y Compost. Manual Técnico No. 5. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, Lima, Perú. 44 p.
- Bertoli, H. M. P.; Terry, A. E. y Ramos, A. D. 2015. Producción y uso del abono orgánico Tipo Bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque, Cuba. 50 p.
- Chaichi, W.; Djazouli, Z.; Zebib, B. and Merah, O. 2018. Effect of vermicompost tea on faba bean growth and yield. *Compost Science and Utilization.* 1-5 pp.

- Chaieb, N.; Mohammed, B. and Mars, M. 2011. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *J. Nat. Produc. Plant Resour.* 1(2):81-90.
- Castelo, G. A. A.; García, M. H. A.; Castro, E. L.; Lares, V. F.; A. G. M.; Figueroa, L. P. y Gutiérrez, C. M. A. 2016. Compost de residuos de champiñón como mejorador de suelo y biofertilizante en producción de tomate. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 22(2):83-93.
- Coles, P. S.; Nogin, G.; Fidanza, M. and Roth, G. 2020. Evaluation of fresh mushroom compost in a field corn production system. *Compost Science & Utilization.* 28(1):1-11.
- Crepón, K.; Marget, P.; Peyronnet, C.; Carrouée, B.; Arese, P. and Duc, G. 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seed for feed and food. *Field Crops Res.* 115(3):329-339.
- Cucci, G.; Lacolla, G.; Summo, C. and Pasqualone, A. 2019. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Sci. Hort.* 243(1):338-343.
- Dahmardeh, M.; Ramroodi, M. and Yalizadh, J. 2010. Effect of plant density and cultivar on growth, yield and yield components of faba. *Afr. J. Biotechnol.* 9(50):8643-8647.
- Derogar, N.; Mojaddam, M. and Nejad, T. S. 2014. The effect of plant population on growth parameters and seed yield Faba bean. *Int. J. Biosc.* 4(3):149-157.
- Díaz, B. M.; Herrera, C. B. E.; Ramírez, J. J.; Aliphath, F. M. y Delgado, A. A. 2008. Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la sierra norte de Puebla, México. *Interciencia.* 33(8):610- 615.
- Díaz, F. A.; Alvarado, C. M.; Alejandro, A. F. y Ortiz, C. F. E. 2016. Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. *Rev. Int. Contam. Amb.* 32(4):445-453.
- Díaz, F. A.; Alvarado, C. M.; Alejandro, A. F. y Ortiz, C. F. E. 2017. Uso de abonos orgánicos y micorriza arbuscular en la producción de repollo. *Rev. Chapingo Ser. Zonas Áridas.* 16(1):15-21.
- Dobocho, D.; Worku, W.; Bekela, D.; Mulatu, Z.; Shimelos, F. and Admasu, A. 2019. The response of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties as evaluated by varied plant population densities in the highlands of Arsi zone, southeastern Ethiopia. *Bionatura Latin American J. of Biotechnol. and Life Scien.* 4 (2):846-851.
- El Hag, D. A. A. 2017. Impact of plant arrangement and density on yield and its components of two faba bean cultivars (L.). *J. Plant Production Mansoura Univ.* 8(12):1345-1350.
- Estrada, C. R.; Jaramillo, J.; Aragón, A.; Juárez, D. y Patrón, J. C. 2017. Productividad forrajera de haba bajo diferentes condiciones de manejo. *Rev. Agron. Costarricense.* 41(1):95-103.
- Félix, H. J. A.; Sañudo, T. R. R.; Rojo, M. G.E.; Martínez, R. R. y Olalde, P. V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Rev. Ra Ximhai.* 4(1):57-67.
- Fidanza, M. A.; Sanford, D. L.; Beyer, D. M. and Aurentz, D. J. 2010. Analysis of fresh mushroom compost. *HortTechnology.* 20(2):449-53.
- García, M. H. A.; Balderrama, C. P. J.; Castro, E. L.; Mungarra, I. C.; Arrellano, G. M.; Martínez, J. L. y Gutiérrez, C. M. A. 2014a. Efecto del abono de sustrato gastado de champiñón en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Terra Latinoam.* 32(1):69-76.
- García, M. H. A.; Castro, E. L.; Guzmán, F. E.; Mungarro, I. C.; Arrellano, G. M.; Martínez, C. J. L. y Gutiérrez, C. M. A. 2014b. Aplicación de composta base de champiñón enriquecida con silicio, en trigo (*Triticum* spp.). *Agrociencia.* 48(7):691-702.
- Gai, X.; Liu, H.; Liu, J.; Zhai, L.; Yang, B.; Wu, S.; Ren, T.; Lei, Q. and Wang, H. 2018. Long-term benefits of combining chemical fertilizer and manure applications on crop yields and soil carbon and nitrogen stocks in north china plain. *Agric. Water Manag.* 208(1):384-392.
- Gezahegn, A. M.; Tesfaye, K.; Sharma, J. J. and Bebel, M. D. 2016. Determination of optimum plant density for faba bean (*Vicia faba* L.) on Vertisols at Haramaya Eastern Ethiopia. *Food and Agricultura.* 2(1):1-10.

- Husain, J. A.; Ahmed, A. H. and Musa, A. H. 2016. Effect of chemical and organic soil fertilizers and their interactions with some foliar fertilizers on growth and yield of broad bean (*Vicia faba* L.). Annals of West University of Timisoara Ser. Biology. 19(2):149-156.
- Ibrahim, M. F. A. and Esmal, S. E. 1994. Growth and yield of faba bean plants as affected by the plant densities, phosphorus and iron. Menufiya J. Agric. Res. 19(5):2185-2199.
- Kalia, P. and Sood, S. 2004. Genetic variation association analyses for pod yield and other agronomic and quality characters in an Indian Himalayan collection of broad bean (*Vicia faba* L.). SABRAD. J. Breed. Genet. 36(2):55-61.
- Kubure, T. E.; Cherukuri, V. R.; Arvind, C.; Hamza, I. 2015. Effect of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes, plant densities and phosphorus on productivity, nutrient uptake, soil fertility changes and economics in central high lands of Ethiopia. Int. J. of Life Scien. 3(4):287-305.
- Kubure, T. E.; Raghavaiah, C. V. and Hanza, I. 2016. Production potencial de faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes in relation to plant densities and phosphorus nutrition on Vertisol of Central highlands of west Showa zone, Ethiopia, East Africa. Adv. Crop Sci. Technol. 4(2):1-9.
- Luna, M. R. A.; Reyes, P. J. J.; Espinosa, C. K. A.; Luna, M. M. V.; Luna, Q. F. V.; Celi, M. M. V.; Espinoza, C. A. L.; Rivero, H. M.; Cabrera, B. D. A.; Alvarado, M. A. F. y González, R. J. C. 2016. Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Universidad de Sonora. Biotecnía. 18(3):33-36.
- Mohamed, O. A. A.; Abdel, A. H. A. A. and Bakheit, G. M. 2013. Correlation between seed yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). Adv. Environ. Biol. 7(1):82-85.
- Mohamed, A. M. E. and Rashed, M. F. S. 2020. Effect of organic fertilizer rates and sulfur on growth and productivity of broad bean under south sinai conditions. Egyptian J. Desert. Res. 70(2):137-151.
- Orozco, C. N.; Pérez, L. D. J.; González, H. A.; Franco, M. O.; Gutiérrez, R. F.; Rubí, A. M.; Castañeda, V. A. y Balbuena, M. A. 2013. Identificación de poblaciones sobresalientes de haba colectadas en el Estado de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(6):921-932.
- Orozco, H. L. A.; Pérez, L. D. J.; González, H. A.; Franco, M. O.; Rubi, A. M. y Aguilera, G. L. I. 2016. Efecto de *Glomus fasciculatum* y su relación con tres abonos orgánicos en dos cultivares de haba. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 7(6):1421-1437.
- Peñaloza, M. J.; Reyes, R. A. K.; González, H. A.; Pérez, L. D. J. y Sangerman- Jarquín. D. M. 2019. Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 10(5):1139-1149.
- Pérez, L. D. J.; González, H. A.; Franco, M. O.; Rubí, A. M.; Ramírez, D. J. F.; Castañeda, V. A. y Aquino, M. J. G. 2014. Aplicación de métodos multivariados para identificar cultivares sobresalientes de haba para el estado de México, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(2):264-279.
- Pérez, L. D. J.; González, H. A.; Bernal, L. J. M.; Rubí, A. M.; Gutiérrez, R. F.; Ramírez, D. J. F. y Franco, M. J. R. P. 2019. Efecto de abonos orgánicos e inorgánicos en haba. In: temas selectos en la innovación de las ciencias agropecuarias. (Comp.). Salgado, S. M. L.; Villanueva, C. A.; Gutiérrez, C. A. del C.; William, G.; López, G. F. y Jaimes, A. J. E. 1ª (Ed.). Alfaomega. 112-130.
- Rodríguez, O. J. C.; Loredó, O. C.; Alcántara, J. J. A.; Beltrán, S. L.; Tapia, G. J. de J.; Villar, M. C. y García, H. J. L. 2010. Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray: agricultura orgánica-Agrofaz. 10(2):99-106.

- Rojas, T. J. R.; Díaz, R. F.; Álvarez, G. J.; Ocampo, M. y Escalante, E. A. 2012. Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(1):35-49.
- Sarmiento, S. G. J.; Amézquita, A. M. A. y Mena, C. L. M. 2019. Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria.* 10(1):55-61.
- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Cierre de la Producción Agrícola por Estado. Producción nacional de haba para grano. <http://www.siap.gob.mx>.
- SAS. 1988. Statistical Analysis System. SAS/STAT User's Guide-Release 6.03 edition Cary, NC. SAS Institute, Inc.1028 p.
- Singh, S. P.; Singh, N. P. and Pandey, R. K. 1987. Irrigation studies in faba bean. *FABIS Newsletter.* 18(1):24-26.
- Vioque, J.; Alaiz, M. y Girón-Calle, J. 2012. Nutritional and functional properties of *Vicia faba* protein isolates and related fractions. *Food Chemistry.* 132(1):67-72.
- Volpelli, L. A.; Comellini, M.; Masoero, F.; Moschini, M.; Lo Fiego, D. P. and Scipioni, R. 2010. Faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian J. Animal Sci.* 9(27):138-144.
- Yahia, Y.; Guetat, A.; Elfalleh, W.; FeRchichi, A.; Yahia, H. and Loumerem, M. 2012. Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *Afric. J. Biotechnol.* 11(56):11913-11924.