

Rendimiento forrajero de maíces adaptados al trópico húmedo de México

Miguel Ángel Sánchez Hernández^{1§}

Manuela Cruz Vázquez¹

César Sánchez Hernández²

Gladis Morales Terán¹

Marco Antonio Rivas Jacobo³

Clemente Villanueva Verduzco⁴

¹Universidad del Papaloapan-Campus Loma Bonita. Oaxaca, México. CP. 68400. ²Universidad de la Cañada. Teotitlán de Flores Magón, México. (cesarsh79@hotmail.com). ³Universidad de San Luis Potosí-Facultad de Agronomía. CP. 7800. ⁴Departamento de Fitotecnia-Universidad Autónoma Chapingo-Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. CP. 56230. (clemente.villanueva@gmail.com).

§Autor para correspondencia: msanchez@unpa.edu.mx.

Resumen

Se realizó un estudio en Loma Bonita, Oaxaca con el objetivo de evaluar el rendimiento en forraje de genotipos de maíz adaptados al trópico húmedo de México. La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastreo, cruza y surcado, el establecimiento de los genotipos fue el 06 de octubre de 2012, teniendo como tratamientos a seis genotipos de maíz: NH-5, HE-1A17, VS-536, H-564C, DK-357 y H-520 que se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones, donde se evaluó el efecto de tres densidades de siembra para cada genotipo a 50 000, 62 500 y 83 333 plantas ha⁻¹. Para estimar las diferencias entre genotipos y densidades de siembra se sometió la información a un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Al momento de cosechar el forraje en enero de 2013, se estudiaron los caracteres altura de planta (Alp), floración masculina y femenina (Dfm, Dff), área foliar (Aft), diámetro de tallo (Dta), hojas totales y hojas arriba del elote (Nho, Hae), elotes por planta (Epp), nudos por planta (Npp), peso de hoja y de tallos (Pho, Pet), peso del elote con y sin brácteas (Peho, Pesh), longitud y diámetro de elote (Lel, Delo), hileras por elote, granos por hilera y granos por elote (Nhel, Ngh, Nge), peso de espigas (Pes) y rendimiento en forraje (ren). Los resultados indicaron que en promedio de tres densidades de siembra los genotipos VS-536 (38.8 t ha⁻¹) y H-564C (36.6 t ha⁻¹) sobresalieron en producción de forraje. La densidad de siembra de 83 333 plantas ha⁻¹, en promedio de genotipos produjo mayor rendimiento en forraje de 41.8 t ha⁻¹. Considerando la interacción de genotipo por densidad se tuvo una alta producción de biomasa verde con la variedad VS-536 (49.5 t ha⁻¹) establecida a 83 333 plantas ha⁻¹.

Palabras clave: Gramineae, híbridos, producción forrajera, variedad sintética.

Recibido: marzo de 2019

Aceptado: mayo de 2019

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) se considera el cereal más importante en el mundo en términos de producción total, con un valor de 1 007 473 t, producidas durante 2014 (Kurtz *et al.*, 2016; Mahama *et al.*, 2016), se cultiva en una gran variedad de ambientes con diferencias en precipitación, radiación solar, temperatura y sistemas de producción (Sánchez *et al.*, 2016), generándose una amplia diversidad genética tras miles de años de domesticación, selección y mejoramiento que le permitieron una amplia adaptación a diversos tipos de climas y de suelos, prosperando en zonas tropicales con más de 1 500 mm de lluvia por año (Bedoya *et al.*, 2013).

Globalmente el maíz se siembra en más de 140 millones de hectáreas con rendimientos de grano de 6.7 t ha⁻¹ en países desarrollados y 2.4 t ha⁻¹ en países en desarrollo, el maíz tropical se produce en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos (Paliwal, 2001; Khalily *et al.*, 2010). México se considera el centro de origen, domesticación y dispersión del maíz, en donde se han descrito 59 razas, representando 27% de la diversidad existente en el continente americano para el que se reportan trescientas razas diferentes (Salinas, 2013; Flores-Rosales, 2015). En México el maíz evolucionó de manera paralela con el frijol (*Phaseolus* spp.), papa (*Solanum tuberosum* L.), chile (*Capsicum* spp.), calabaza (*Cucurbita* spp.), tomate (*Solanum lycopersicon* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), henequén (*Agave* spp.), vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews), cacao (*Theobroma cacao* L.) y tequila (*Agave tequilana*) (Mera y Caballero, 2013).

Así, en el año 2016 se establecieron en México 7.8 millones de hectáreas para grano y 578 mil de maíz forrajero, con un rendimiento promedio de 29.1 t ha⁻¹ de materia verde (SIAP, 2017). En la actualidad de esta gramínea se utilizan las brácteas de la mazorca (verdes o secas), tallos, espigas, elotes, olotes y los granos, siendo el maíz la planta cultivada con mayor diversidad de usos, aplicaciones, formas y condiciones de producción (Mera y Caballero, 2013).

Los productores pecuarios consideran que la planta de maíz es un excelente forraje para alimentar vacas lecheras, ovinos y animales de trabajo, en estado pastoso (1/3 de la línea de leche) es ideal para usarse como forraje o ensilado, ya que contiene más materia seca y elementos digestibles que cualquier otro cultivo, aunque se sabe que en países tropicales el ensilaje no es tan común como en climas fríos. Los restos del maíz que quedan en campo como rastrojo después de cosechar el grano también se usan como forraje (Paliwal, 2001). La densidad de plantas para producir forraje es mayor en los maíces forrajeros que en aquellos destinados a producción de grano (Paliwal, 2001; Mera y Caballero, 2013).

De esta forma se han recomendado densidades de siembra de 30 000 a 90 000 plantas ha⁻¹, en función de riego, genotipo y nivel de fertilización, aunque en otros ensayos se ha obtenido una mayor cantidad de biomasa utilizando de 73 000 hasta 80 000 plantas ha⁻¹ (Vázquez *et al.*, 2013).

En híbridos de maíz se deben considerar diferentes caracteres de rendimiento al evaluar y seleccionar genotipos para fines forrajeros desde la cantidad de hoja, tallo, elote y su relación, así como considerar a la planta completa, características que incidirán en el contenido de proteína, energía metabolizable, fibra detergente neutra y ácida (Chávez, 1995). Para fines de mejoramiento genético se recomienda que el germoplasma de maíz forrajero presente un crecimiento rápido, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a altas densidades de siembra y una alta capacidad

de producción de biomasa. Además, deberá ser palatable y de gran valor nutritivo con un alto contenido de azúcares en estado lechoso masoso (Elizondo y Boschini, 2002), en algunas zonas se prefieren los maíces amarillos para alimentar al ganado por su alto contenido en proteína y carotenoides (Malvar *et al.*, 2008).

Elizondo y Boschini (2002) indicaron que cualquier tipo de maíz puede cultivarse para forraje, pero las variedades regionales son las mejores al ser en su mayoría de porte alto, los híbridos al ser de porte pequeño producen menos cantidad de forraje por unidad de área. No obstante, los híbridos de maíz utilizados para forraje en México fueron seleccionados principalmente por ser rendidores en grano y no por su potencial de rendimiento en biomasa (Peña *et al.*, 2004). Debido a lo anterior el objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento en forraje de diferentes genotipos de maíz cultivados por su adaptación a las condiciones de Loma Bonita, Oaxaca, México, bajo el supuesto de que los híbridos de maíz presentan un rendimiento de forraje similar en relación con las variedades sintéticas que establecen los productores locales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, ubicado a los 18° 06' 25'' latitud norte y 95° 52' 50'' longitud oeste, a una altura de 25 msnm. El clima del lugar es Am que corresponde a un cálido húmedo, con abundantes lluvias en verano. La precipitación y temperatura media anual son de 1 845 mm y 25 °C, respectivamente. Los suelos del área se clasifican como arenosoles y acrisoles (Anónimo, 2005). El terreno de siembra se preparó con maquinaria haciendo un barbecho, rastreo, cruza y surcado después de este proceso se procedió a la siembra de las semillas de forma manual depositando dos semillas por mata a 25, 20 y 15 cm.

Se raleo a una planta por mata para ajustar las densidades a 50, 62.5 y 83.3 mil plantas ha⁻¹. Para tener un control de las malezas se realizaron deshierbes manuales durante el desarrollo vegetativo del cultivo y hasta antes de la floración con el objetivo de no dejar que las malezas compitieran con el cultivo. Las plagas del suelo como gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano de alambre (*Agrotis* sp.), fueron las plagas a combatir mediante la aplicación de foxim al 5%. Plagas del follaje como gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), falso medidor (*Trichoplusia*) y gusano soldado (*Spodoptera exigua*), se controlaron con clorpirifos etil (0.75 L ha⁻¹).

Al inicio del estudio se realizó un análisis de suelo tomando una submuestra a cada 10 m, en forma de X. Los resultados obtenidos fueron pH (4.8), materia orgánica (2.7%), nitrógeno (18.4 mg kg⁻¹), fósforo (22.4 mg kg⁻¹), potasio (32 mg kg⁻¹), calcio (148 mg kg⁻¹), magnesio (30 mg kg⁻¹), fierro (263 mg kg⁻¹) y elementos menores Cu²⁺, Zn, Mn y Boro, la textura es franco arenoso (arena 53%, limo 40%, arcilla 7%), densidad aparente 1.39 t m⁻³, capacidad de campo (11.4%) y punto de marchitez permanente de 6.1%.

Se fertilizó con la fórmula 161-46-00 mediante urea (46% N) y fosfato diamónico (18% N, 46% P). La primera aplicación fue al momento de la siembra aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno, mientras que la segunda fertilización se realizó a los 30 días después de la primera. Se aplicó fertilización foliar para complementar el cultivo con elementos menores tales como Cu, B, Zn, Mn, Mo, para ello, se utilizó Bayfolán Forte en dosis de 1 L ha⁻¹.

Los híbridos de maíz forrajero evaluados fueron: H-520, H564C, HE1A, A7573, NH5 y la variedad sintética VS536, los genotipos en estudio se establecieron en tres densidades de siembra (50 000, 62 500, 83 333 plantas ha⁻¹), considerando tres repeticiones. Las variables en estudio fueron: altura de planta (Alp, cm) que consideró la distancia desde la base, arriba del cuello de la raíz, hasta la parte superior de la misma, para su determinación se utilizó una cinta flexible. Floración masculina (Dfm) y femenina (Dff) por parcela experimental se contabilizaron los días en que se tenía un 50% de inflorescencias masculinas (espigas) o femeninas (jilotes). Área foliar por planta (Aft, cm²) se estimó a partir de medir de cada hoja de la planta su longitud y ancho y el valor obtenido se multiplicó por 0.75 (Tanaka y Yamaguchi, 1984).

Diámetro de tallo (Dta, cm) se midió en la parte media de la planta de maíz. Número de hojas por planta (Nho) se determinó contando el número total de hojas que tenía cada una de las plantas. En el caso del número de hojas arriba del elote (Hae) se consideraron aquellas hojas que se encontraban por encima de la inflorescencia femenina. Número de elotes por planta (Epp). Se contó el número de elotes que presentaba cada planta. Los nudos por planta (Npp) se expresaron como la cantidad de nudos totales de la planta donde se insertan las hojas. El peso de hojas de la planta (Pho, g), peso de tallos (Pet, g), peso de elote con sus brácteas u hojas (Peho, g), peso de elote sin brácteas (Pesh, g) se estimaron usando una báscula digital EURA-50.

Longitud del elote (Lel, cm) se midió desde la base hasta la parte más angosta donde termina en punta el elote. Diámetro de elote (Delo, cm) se realizó usando una cinta flexible. Número de hileras por elote (Nhel) y número de granos por hilera (Ngh) sirvieron para estimar el número de granos por elote (Nge). La variable peso de espigas (Pes, g) se obtuvo al separar la espiga de cada planta y se procedió a estimar el peso de cada una de ellas. Rendimiento en forraje (Ren, t ha⁻¹) se contabilizó en toneladas por hectárea para cada uno de los genotipos en estudio.

Los tratamientos en estudio se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones, para estimar las diferencias entre genotipos mostradas en las diferentes variables en estudio. La información de campo se sometió a un análisis de varianza mediante el programa estadístico Sas (SAS, 2010). El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ijkl} = \mu + R_i + D_j + G_k + IGxD_{kj} + E_{ijkl} + W$. Donde: μ es la media general; R_i efecto aleatorio de la i -ésima repetición; D_j efecto de la j -ésima densidad; G_k efecto atribuible al k -ésimo genotipo; $IGxD_{kj}$ interacción genotipo por densidad; E_{ijkl} efecto aleatorio atribuible al error experimental y W es el efecto atribuible al error intraparcelar. Se realizó una comparación múltiple de medias de tratamientos mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El análisis de varianza indicó que los genotipos en estudio presentaron diferencias estadísticas significativas para la totalidad de caracteres estudiados (Cuadro 1). Indicando que existió un rendimiento distinto entre los diferentes maíces y que su capacidad de adaptación a las condiciones tropicales de Loma Bonita, Oaxaca influyeron en dicho comportamiento. Las densidades de siembra fueron significativas al 1% para los caracteres días a floración masculina y femenina, área foliar por planta, número de elotes por planta, peso de hojas, peso de tallos, número de hileras por elote y rendimiento en forraje, siendo estas diferencias al 5% para nudos por planta, longitud del elote y número de granos por hilera, el resto de las variables no presentaron diferencia estadística para la fuente de variación densidades.

Cuadro 1. Cuadrados medios de 20 caracteres para seis genotipos de maíz productores de forraje.

	Media	CV	Rep	Den	Gen	IntGxD	E	W
Apl	181.3	7.7	550.4 ns	585.5 ns	15 229.1**	3 628.2**	3 001.6	196.4
Dfm	66	5	61.9**	299.8**	425.3**	65.8**	72.5	0.15
Dff	70.9	4.7	95.7**	314.5**	330.5**	76.4**	72.9	0.11
Aft	2939.6	22.4	10688866.6**	4112100.3**	2437669.1**	19532199**	13041584.7	433349.6
Dta	5.2	12.8	0.5 ns	1.2 ns	11.3**	5.6**	4.6	0.5
Nho	10.3	9.8	1.3 ns	2 ns	13.9**	4.5**	6.1	1
Hae	6.7	6.7	0.3 ns	1 ns	7**	0.9 ns	2.4	0.5
Epp	1.1	30.6	0.2 ns	1.2**	0.5**	0.1 ns	0.3	0.1
Npp	10.7	10.7	0.6 ns	5.5*	40.3**	19.3**	11.3	1.3
Pho	145.6	32.8	26 851.2**	19 685.4**	28 089.4**	23 045.2**	20 993.1	2 289.4
Pet	95.5	33.3	1 788.5 ns	5 198.2**	35 149.9**	9 961.6**	9 687.1	1 014.4
Peho	277.8	23.3	9 148.3 ns	4 872.8 ns	31 608.8**	3 0871.3**	24 481.4	4 179.2
Pesh	180.5	21	2 063.8 ns	1 524.5 ns	14 951.6**	10 964.2**	7 932	1 436.6
Lel	17	12	12.9*	18.7*	41.3**	14.5**	19	4.2
Delo	4.5	7.6	0.2 ns	0.2 ns	2.9**	1.9**	0.9	0.1
Nhel	13.2	12.3	9.9*	12.8**	64.8**	8.9**	10.9	2.6
Ngh	31.1	16.7	167.8**	15.1 ns	364.5**	36.9 ns	114.4	26.8
Nge	410.3	20.5	15 498.8 ns	22 977.6*	124 876.6**	24 359.4**	25 937.6	7 082.5
Pes	6.5	29.7	14.7*	8.2 ns	55.6**	33.7**	35.2	3.7
Ren	34.1	23	563.5**	9 892.3**	857.1**	750.5**	614.8	61.6
Gl			2	2	5	10	34	486

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas; Ren= rendimiento de forraje; Gl= grados de libertad.

Las repeticiones no fueron significativas para 11 de 20 caracteres analizados lo que refleja que la conducción del experimento permitió que se expresaran los genotipos y densidades como factores principales de estudio. Nótese que la interacción de genotipos por densidades mostró que 17 de los 20 caracteres analizados fueron altamente significativos. La variedad sintética VS536 de acuerdo con la prueba de comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$) presentó la mayor (ALP) altura de planta con un valor de 203.1 cm, en comparación con los cinco híbridos que se estudiaron (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comportamiento medio de 20 caracteres, en promedio de tres densidades de siembra, en genotipos de maíz con aptitud forrajera.

FV	Dms	Media	Genotipos					
			VS536	DK357	H520	NH5	HE1A17	H564C
Alp	5.49	181.7	203.1 a [‡]	191.5 b	178.7 c	172.4 de	167.2 e	177.3 cd
Dfm	0.16	66	66.4 c	64.7 e	65.8 d	62.6 f	68.1 b	68.4 a
Dff	0.14	70.9	71.2 c	70 e	70.4 c	68 f	72.7 b	73.2 a
Aft	280.77	2939.6	2900.4 ab	2958.6 ab	2799.4 b	2727.9 b	3128.1 a	3122.7 a
Dta	0.28	5.2	5.1 cd	4.8 e	5 de	5.7 a	5.3 bc	5.5 ab
Nho	0.42	10.3	10.7 a	10.3 ab	10.6 ab	10.2 b	9.6 c	10.4 ab
Hae	0.3	6.7	6.8 a	6.5 bc	6.7 ab	7 a	6.3 c	7 a
EPP	0.14	1.1	1 b	1 b	1.15 ab	1 b	1.1 ab	1.26 a
Npp	0.49	10.7	12 a	10.7 bc	11.1 b	10.5 c	9.9 d	10.3 cd
Pho	20.40	145.6	160.7 a	128.4 c	139.7 bc	122.9 c	160 ab	162.3 a
Pet	13.58	95.5	130.8 a	82.6 c	88.9 c	81.4 c	82.4 c	106.9 b
Peho	27.57	277.8	297.4 ab	258.1 c	275.9 abc	272.9 c	259.6 c	302.9 a
Pesh	16.17	180.5	185.1 a	186.2 a	178.6 a	185.4 a	155.6 b	191.9 a
Lel	0.87	17	16.5 b	16.9 b	16.4 b	16.4 b	16.9 b	18.2 a
Delo	0.46	4.5	4.6 a	4.4 ab	4.5 a	4.6 a	4.2 c	4.3 b
Nhel	0.69	13.2	12.7 cd	14.7 a	12.2 d	13.3 bc	12.9 bc	13.6 b
Ngh	2.26	31.1	30 bc	31.7 ab	33.2 a	28.2 c	30 bc	33.3 a
Nge	35.89	410.28	380 b	462.7 a	403.8 b	374.5 b	390.8 b	450 a
Pes	0.82	6.5	7.7 a	5.6 d	6.5 bc	5.8 cd	6.3 bcd	7 ab
Ren	3.3	34.1	38.8 a	30.7 c	33.3 c	31.7 c	33.3 bc	36.6 ab

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas; Ren= rendimiento de forraje ($t\ ha^{-1}$); FV= fuente de variación; Dms= diferencia mínima significativa, abc= promedios con letras diferentes en hileras son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Sierra *et al.* (2010) Obtuvieron alturas de plantas de 233 cm para el sintético VS536 y una altura de 228 cm para el híbrido H-520, las cuales son distintas a las encontradas en este estudio, como consecuencia de la época en que se realizó dicho experimento, específicamente en el ciclo primavera verano que concuerda con los meses más lluviosos en el trópico húmedo donde está ubicada Loma Bonita Oaxaca. Acosta (2009) aseguró que tanto los maíces criollos como los sintéticos tienen una altura de planta que va de 2.2 hasta 3.2 m, lo cual está en concordancia con lo mostrado con la variedad sintética que superó en altura de planta a los híbridos.

García (2008) propuso que las siembras de maíz en la región de la Baja Cuenca del Papaloapan deben de realizarse del 15 de octubre al 20 de noviembre para así disminuir riesgos de déficit de humedad en las etapas más críticas del cultivo de maíz que son floración y llenado del grano. La

altura de la planta en función de la densidad de siembra, en promedio de genotipos, tuvo un comportamiento similar en todos los genotipos (Cuadro 3), lo que sugiere que el número de plantas por hectárea no influyó en los componentes del rendimiento en estudio.

Cuadro 3. Rendimiento en forraje de genotipos de maíz en tres densidades de siembra para 20 caracteres, en promedio de seis genotipos adaptados a trópico húmedo.

Fv	Dms	Media	Densidades de siembra		
			50 000	62 500	83 333
Alp	3.2	181.7	180.2 a	182.1 a	182.8 a
Dfm	0.1	66	66.6 b	66.9 a	64.6 c
Dff	0.1	70.9	71.4 b	71.9 a	69.4 c
Aft	163.1	2939.6	2962.3 a	2778.3 b	3078 a
Dta	0.1	5.2	5.3 a	5.2 a	5.2 a
Nho	0.2	10.3	10.2 a	10.3 a	10.4 a
Hae	0.2	6.7	6.7 a	6.7 a	6.8 a
Epp	0.1	1.1	1.1 a	1.2 a	1 b
Npp	0.3	10.7	10.5 b	10.8 ab	10.9 a
Pho	11.8	145.6	155.2 a	147.2 a	134.5 b
Pet	7.9	95.5	98 a	99.2 a	89.3 b
Peho	16	277.8	281.2 a	280.5 a	271.8 a
Pesh	9.4	180.5	183 a	181.2 a	177.3 a
Lel	0.5	17	17.3 a	16.7 b	16.7 b
Delo	0.1	4.5	4.5 a	4.4 a	4.4 a
Nhel	0.4	13.2	12.9 b	13.4 a	13.4 a
Ngh	1.3	31.1	31 a	31.4 a	30.9 a
Nge	20.9	410.28	398.9 b	421.5 a	410.5 a
Pes	0.5	6.5	6.7 a	6.5 a	6.3 a
Ren	1.9	34.1	27 c	33.4 b	41.8 a

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas (g); Ren= rendimiento de forraje; (t ha⁻¹). Fv= fuente de variación; Dms= diferencia mínima significativa; abc= promedios con letras diferentes en hileras son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Para tener información de referencia sobre la precocidad de los genotipos en estudio se estimaron los días a floración masculina y femenina del cultivo de maíz, encontrándose un promedio entre genotipos de 66 días a floración masculina y 70 a floración femenina. El híbrido H520 promedió 65.8 días a floración masculina y 70.4 días a floración femenina (Cuadro 2) confirmando que es un híbrido más tardío. El híbrido NH5 fue precoz presentando 62.6 y 68 días a floración masculina y femenina, respectivamente (Cuadro 2).

De acuerdo con Tosquy *et al.* (1995) se han registrado 52 días a inicio de floración masculina en el sintético VS536. En el caso del H520 en el sureste de México tarda de 54 a 56 días a floración masculina con alturas de planta de 228 cm y una altura a la mazorca de 139 cm (Sierra *et al.*, 2008; Sierra *et al.*, 2010). La mayor área foliar se obtuvo con los híbridos H564C (3 122.7 cm²) y HE1A17 (3 128.1 cm²) (Cuadro 2). Sierra *et al.* (2011) indicaron que en trópico húmedo el híbrido

H-564C presenta buen desarrollo de planta, se asocia a caracteres de planta sobresalientes, sugiriendo establecerlo en primavera-verano u otoño-invierno. Castro-Nava *et al.* (2014). Estimaron en maíces nativos de Tamaulipas durante el ciclo otoño-invierno de 2008 y altas temperaturas un área foliar total de 2 988.3 cm² en la localidad de Güémez y 4 730.7 cm² en maíces comerciales en la localidad de Río Bravo.

Considerando la densidad de siembra las áreas foliares mayores se obtuvieron en las densidades de 50 000 y 83 333 plantas ha⁻¹ (Cuadro 3) con valores de 2 962.3 y 3 078 cm², respectivamente. Esto se explica porque las plantas que crecen a densidades bajas tienen menor competencia por luz, agua y nutrientes formando doseles más vigorosos mientras que en densidades altas, al haber un mayor número de plantas aumenta su altura lo que incrementa el área foliar. Esta información difiere de la encontrada por Dwyer y Stewar (1986), quienes cuantificaron en el cultivo de maíz áreas foliares de 4 570 cm².

La densidad de 83 333 plantas por hectárea superó en rendimiento de forraje (41.8 t ha⁻¹) a las densidades de 50 000 y 62 500 plantas ha⁻¹ (Cuadro 3). Al analizar el área foliar considerando la interacción entre genotipos y densidades de siembra. El genotipo HE1A17 en la densidad de 83 333 plantas ha⁻¹ acumuló la mayor área foliar 4 490.2 cm² (Cuadro 4).

Cuadro 4. Interacción genotipo*densidad de 20 caracteres en maíces con aptitud forrajera.

Fv	VS536			DK357		
	50 000	62 500	83 333	50 000	62 500	83 333
Alp	209.9 a	194.5 b	204.7 a	180 b	198.7 a	195.8 a
Dfm	68 a	66.7 b	64.7 c	68 a	64.7 b	61.7 c
Dff	72.7 a	71.7 a	69.3 b	73.3 a	70 b	66.7 c
Aft	3 475.3 a	2 390 c	2 836 b	2 212.5 b	3 455.5 a	3 207.9 a
Dta	5.6 a	4.4 b	5.4 a	4.7 b	5.2 a	4.6 b
Nho	10.8 ab	10.4 b	11 a	10.1 b	10.4 ab	10.5 a
Hae	6.7 b	6.7 b	7.1 a	6.2 b	6.7 a	6.5 a
Epp	1 b	1.1 a	1 a	1.1 a	1.1 a	1 b
Npp	12 a	11.3 b	12 a	10.5 b	10.6 ab	11.1 a
Pho	167.3 a	160.3 a	154.6 a	121 b	152 a	112.1 b
Pet	132.1 a	133.1 a	127.2 a	76.3 b	97.7 a	73.7 b
Peho	308.4 a	279.9 b	303.7 a	253.9 b	294.6 a	226 c
Pesh	192.4 a	174.6 b	188.5 a	178.3 b	212.3 a	167.9 c
Lel	16.8 a	16.3 b	16.4 ab	17.2 a	17.7 a	16.1 b
Delo	4.6 a	4.5 a	4.5 a	4.4 b	4.7 a	4.2 b
Nhel	12.8 a	12.4 b	12.8 a	13.8 b	15.2 a	15 a
Ngh	30.7 a	29 b	30.3 ab	30.8 b	34 a	30.3 b
Nge	391.8 a	360.6 b	387.6 a	422.4 c	516.2 a	449.5 b
Pes	8.3 a	6.7 b	8.3 a	5.3 b	6.5 a	5.1 b
Ren	30.8 c	36.3 b	49.5 a	22.8 b	34.4 a	34.7 a

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas (g); Ren= rendimiento de forraje; (t ha⁻¹). Fv= fuente de variación; abc= medias con letras diferentes en hileras son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro 4. Interacción genotipo*densidad de 20 caracteres en maíces con aptitud forrajera (continuación).

Fv	H520			H564 C		
	50 000	62 500	83 333	50 000	62 500	83 333
Alp	167.9 b	182.8 a	185.5 a	188.7 a	185.2 a	158 b
Dfm	66.5 a	66.6 a	64.3 b	67 c	69.7 a	68.7 b
Dff	70.8 a	71.3 a	69 b	72 b	74 a	73.7 a
Aft	2645.9 a	2840.7 a	2911.5 a	4149 a	3153.6 b	2064.9 c
Dta	4.9 b	5.4 a	4.7 c	6 a	5.8 b	5 c
Nho	10.2 b	10.7 a	10.8 a	10.7 a	10.7 a	9.7 b
Hae	6.8 a	6.7 a	6.8 a	7.1 a	7 a	6.9 b
Epp	1.1 b	1.3 a	1 c	1.4 a	1.3 a	1.1 b
Npp	10.3 b	11.5 a	11.7 a	10.8 b	11.4 a	8.7 c
Pho	131.7 b	157.2 a	130.2 b	184.9 a	191 a	111.2 b
Pet	85.3 b	99 a	82.5 b	125.2 a	127.7 a	67.8 b
Peho	263.9 b	302.6 a	261.3 b	318.7 a	329.7 a	260.5 b
Pesh	174.7 b	189.2 a	172.1 b	197.6 a	205.8 a	172.3 b
Lel	16.6 a	16.5 a	16.1 a	18.3 a	18.3 a	18 a
Delo	4.4 a	4.5 a	4.5 a	4.4 a	4.5 a	4 b
Nhel	12 a	12.3 a	12.2 a	13.7 a	14 a	12.9 b
Ngh	32.6 b	34.1 a	33 b	33.8 a	33.5 a	32.7 a
Nge	387.3 b	421.2 a	402.9 b	460.4 a	466.7 a	422.7 b
Pes	5.7 b	7.6 a	6.2 b	8.1 a	7.8 a	5.3 b
Ren	24.3 c	35.4 b	40 a	31.8 c	41 a	37 b

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas (g); Ren= rendimiento de forraje; (t ha⁻¹). Fv= fuente de variación; abc= medias con letras diferentes en hileras son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro 4. Interacción genotipo*densidad de 20 caracteres en maíces con aptitud forrajera (continuación).

Fv	NH5			HE1A17		
	50 000	62 500	83 333	50 000	62 500	83 333
Alp	171.5 b	167.2 b	178.6 a	163.3 b	164 b	174.2 a
Dfm	62.3 b	63.8 a	61.7 b	68 b	70 a	66.3 c
Dff	67 b	70.4 a	66.7 b	72.7 b	74.3 a	71.3 c
Aft	2950.2 a	2276.1 b	2957.5 a	2340.3 b	2553.8 b	4490.2 a
Dta	5.7 ab	5.6 b	6 a	5.3 a	5.5 a	5.4 a
Nho	10.3 a	10.1 a	10.3 a	9.1 c	9.6 b	10.1 a
Hae	6.8 a	6.9 a	7.1 a	6.4 a	6.1 b	6.4 a
Epp	1.1 a	1.1 a	1 b	1.2 a	1.2 a	1 b
Npp	10.3 b	10.4 b	10.9 a	9.4 b	9.6 b	10.6 a
Pho	129.9 b	96.2 c	142.6 a	196.7 a	126.5 c	156.4 b

Fv	NH5			HE1A17		
	50 000	62 500	83 333	50 000	62 500	83 333
Pet	92.1 a	59.8 b	92.3 a	77.2 a	77.7 a	92.4 a
Peho	295.1 a	227.6 b	295.9 a	246.8 a	248.5 a	283.6 a
Pesh	206.2 a	154.1 c	195.9 b	148.5 a	151.3 a	167 a
Lel	17.8 a	14.8 c	16.4 b	16.9 a	16.6 a	17.1 a
Delo	4.8 a	4.1 b	4.8 a	4.1 b	4.1 b	4.3 a
Nhel	13.2 ab	13.1 b	13.5a	11.9 b	13.2 a	13.7 a
Ngh	29 b	37.6 a	28.3b	29.1 a	30.4 a	30.6 a
Nge	380.1 a	361.1 b	382.3a	351.4 b	403.1 a	417.8 a
Pes	6.4 a	4.6 a	6.4b	6.3 a	6 a	6.4 a
Ren	26.2 b	24.3 b	44.8a	26.3 b	28.7 b	44.9 a

Alp= altura de planta; Dfm= días a floración masculina; Dff= días a floración femenina; Aft= área foliar por planta; Dta= diámetro de tallo; Nho= número de hojas por planta; Hae= número de hojas arriba del elote; Epp= número de elotes por planta; Npp= nudos por planta; Pho= peso de hojas; Pet= peso de tallos; Peho= peso de elote con hojas; Pesh= peso de elote sin hojas; Lel= longitud del elote; Delo= diámetro de elote; Nhel= número de hileras por elote; Ngh= número de granos por hilera; Nge= número de granos por elote; Pes= peso de espigas (g); Ren= rendimiento de forraje; ($t\ ha^{-1}$). Fv= fuente de variación; abc= medias con letras diferentes en hileras son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Por lo que este genotipo es apto para producción de forraje, lo cual se enfoca en contribuir en la alimentación animal en la región de la Baja Cuenca del Papaloapan, donde la producción de ganado bovino para carne, leche o en el sistema de doble propósito es de suma importancia. El híbrido NH5 tuvo la menor acumulación de área foliar con un valor de $2\ 727.9\ cm^2$, presentando una altura de planta de 172.4 cm (Cuadro 2). Camacho *et al.* (1995) aseguró que el rendimiento de grano en maíz aumenta a medida que lo hace el área foliar y el índice de área foliar es una consecuencia directa del área foliar total por planta.

Es de destacar que en los principales componentes del rendimiento para forraje como son: altura de planta, número de hojas por planta, área foliar, número de elotes por planta, peso de brácteas de la planta, peso de tallo, peso del elote con y sin hojas, longitud y diámetro de elote, así como el rendimiento en forraje presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes genotipos en estudio (Cuadro 1). Esta variabilidad se atribuye al origen distinto de los genotipos que se estudiaron y al esfuerzo que se ha realizado por parte de productores y mejoradores, en relación con los caracteres descritos. Dichas diferencias fueron más evidentes en el híbrido H564C, el cual superó en varios de esos caracteres al resto de los genotipos incluido el sintético VS536 (Cuadro 2).

El híbrido H564C se desarrolló para rendimiento de grano; no obstante, es un material que mostró un rendimiento muy aceptable en el trópico húmedo de México por su vigor, convirtiéndose en una opción para la alimentación humana y animal (Sierra *et al.*, 2008). Nótese que en el caso de la variedad sintética VS536 se tuvo un rendimiento en forraje de $38.8\ t\ ha^{-1}$, que es superior al obtenido con el híbrido H564C ($36.6\ t\ ha^{-1}$) (Cuadro 2), el cual aún con ese rendimiento en forraje supera al rendimiento nacional en producción de forraje que se estima en $24.98\ t\ ha^{-1}$ (SIAP, 2016), los rendimientos más bajos en forraje se tuvieron con los híbridos H520, NH5 y DK357.

El comportamiento descrito indica la amplia adaptabilidad que ha presentado el sintético VS536 a las condiciones diversas de lluvia, temperatura y humedad relativa que imperan en los estados del Sureste Mexicano y que han llevado a ser una opción no solo para producir grano, que es el principal uso que se le da a este genotipo, sino también para producir forraje para alimentar ganado cárnico y lechero. Para el carácter rendimiento en forraje de genotipos considerando densidades de siembra se encontró que la variedad sintética VS-536 promedió 49.5 t ha⁻¹ en la densidad de 83 333 plantas ha⁻¹ (Cuadro 4).

Este rendimiento es adecuado si se considera que Núñez *et al.* (2001), evaluando maíces en la región norte de México, encontraron que la producción de forraje en genotipos precoces e intermedios de origen tropical y templado bajo riego y en densidades de siembra de 80 a 90 mil plantas ha⁻¹, tuvieron producciones de forraje de 52.8 a 75.6 t ha⁻¹, 38.6 a 48.2 t ha⁻¹ y 39 a 50.3 t ha⁻¹. Las densidades de siembra en maíz varían de acuerdo con el objetivo de producción que puede ser grano, forraje o ambos, recomendándose para maíz forrajero una densidad de población óptima de 39 520 a 98 800 plantas ha⁻¹, ya que en teoría la biomasa total de forraje incrementa cuando lo hace la densidad de plantas (Sánchez *et al.*, 2013).

El uso de altas densidades de población en maíz se traduce en un mejor uso del terreno, que en conjunto con un área foliar grande permiten al productor aumentar el rendimiento del cultivo por unidad de superficie (Reta *et al.*, 2000), debido a que la radiación fotosintéticamente activa, ubicada en longitudes de onda de 400 a 700 nm, al llegar al follaje es mejor aprovechada por el cultivo (Tinoco *et al.*, 2008).

Al analizar el efecto de la densidad de siembra en promedio de genotipos (Cuadro 3) se encontró que en la densidad de 83 333 plantas ha⁻¹ generó una mayor precocidad reflejado como el número de días a floración masculina y femenina, aumentó el área foliar por planta, número de nudos por planta, número de granos por elote y rendimiento en forraje por hectárea. No obstante, caracteres de importancia en la producción de forraje como peso de hojas de la planta, peso de tallos, peso del elote con hoja (brácteas), peso del elote sin hojas, largo del elote, número de granos por hilera y peso de espigas se vieron favorecidos en la densidad de siembra de 50 000 plantas ha⁻¹ (Cuadro 3).

Los resultados derivados de la presente investigación se explican porque la precipitación pluvial en el mes de octubre del año 2012 fue de 57.5 mm y en el mes de abril de 2013 fue de 4.4 mm, presentando así una precipitación de 190.7 mm total del mes de octubre (2012) a abril (2013), considerando los meses en que se llevó a cabo el presente estudio, así la precipitación total anual del año 2012 fue de 1878.9 mm y para 2013 de 1 629.8 mm (FAM, 2015). Quiroz Y Douglas (2003) mencionaron que las temperaturas altas favorecen un mayor tamaño del dosel vegetal. Así mismo la precipitación y porcentaje de humedad residual influyen en las primeras etapas de crecimiento de los cultivos.

Conclusiones

Se encontró que existieron diferencias entre genotipos de maíz para veinte caracteres estudiados, sobresaliendo altura de planta, área foliar, floración masculina y femenina, número de elotes por planta, longitud y diámetro de elote y rendimiento de forraje por hectárea. En promedio de tres

densidades de siembra los genotipos VS-536 (38.8 t ha⁻¹) y H-564C (36.6 t ha⁻¹) sobresalieron en producción de forraje. La densidad se siembra de 83 333, en promedio de genotipos de maíz, produjo el mayor rendimiento en forraje que fue de 41.8 t ha⁻¹ superando a las densidades de 50 000 y 62 500 plantas ha⁻¹. Considerando la interacción de genotipo por densidad se observó una alta producción de biomasa verde con la variedad sintética VS-536 (49.5 t ha⁻¹) establecida a 83 333 plantas ha⁻¹.

Literatura citada

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales 30(2):113-120.
- Anónimo. 2005. Cuaderno estadístico municipal de Loma Bonita, Estado de Oaxaca. Aguascalientes, México.
- Bedoya, C.; Warburton, M.; Mir, C. and Charcosset, A. 2013. Migración del maíz a partir de su centro de origen, evidencias históricas, genéticas y paleobotánicas. *In*: el cultivo del maíz temas selectos. De León, C. y Rodríguez, M. R. (Eds.). Colegio de Posgraduados. 300 p.
- Camacho, R. G.; Garrido, O. y Lima, M. G. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Scientia Agrícola, Piracicaba. 52(2):294-298.
- Castro-Nava, S.; Reyes-Méndez, C. y Huerta, J. A. 2014. Diversidad genética del área foliar en maíces nativos de Tamaulipas bajo altas temperaturas. Rev. Fitotec. Mex. 37(3):217-223.
- Chávez, A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas 1. Segunda Edición. Ed. Trillas. México. 136 p.
- Cruz, N. O. F. 2013. El cultivo del maíz, manual para el cultivo de maíz en Honduras. Programa Nacional de Maíz-DICTA. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Tegucigalpa, Honduras. 21 p.
- Dwyer, L. M. and Stewart, D. W. 1986. Leaf area development in field-grown maize. Agron. J. 78(2):334-343.
- Elizondo, J. and Boschini, C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agron. Mesoam. 13(1):13-17.
- FAM. 2015. Fuerza Aérea Mexicana. Estadística meteorológica mensual. Dirección de Servicio Meteorológico. Escuela militar de mantenimiento número 29. Estación Loma Bonita, Oaxaca, México.
- Flores-Rosales, M. del C.; Hernández, G. J. A.; Gil, M. A.; Antonio, L. P.; Parra, I. F. and González, C. F. V. 2015. Variability in cornhusk traits of landraces from the state of Puebla, Mexico. Agron. J. 107(3):1119-1127.
- García, A. J. L. 2008. Tecnología para la producción de maíz en la región Papaloapan. Agroproduce. Fundación Produce Oaxaca, AC. 21-22 p.
- Hereford, B. S. 2010. Maíz para ensilaje. Artículo sitio argentino de producción animal. 75(650):80-83.
- Krauze, E. 2012. México a través de los siglos. Tomo I. facsímil digital España (Barcelona) y Balleca (México).
- Kurtz, B.; Gardner, C. A. C.; Millard, M. J.; Nickson, T. and Smith, S. C. 2016. Global access to maize germplasm provided by the US National Plant Germplasm system and by US Plant Breeders. Crop Sci. 56(3):931-941.

- Mahama, G. Y.; Prasad, P. V. V.; Roozeboom, K. L.; Nippert, J. B. and Rice, C. W. 2016. Response of maize to cover crops, fertilizer nitrogen rates, and economic return. *Agron. J.* 108(1):17-31.
- Malvar, R. A.; Revilla, P.; Moreno, G. J.; Butrón, A.; Sotelo, J. and Ordás, A. 2008. White maize: genetics of quality and agronomic performance. *Crop Sci.* 48(4):1373-1381.
- Mera, O. L. M. y Caballero, N. J. 2013. Importancia del maíz en Mesoamérica a partir de las representaciones prehispánicas. *In: el cultivo del maíz temas selectos.* De León, C. y Rodríguez, M. R. (Eds.). Volumen 2. Colegio de Posgraduados. 300 p.
- Núñez, H. G.; Faz, R. C.; Tovar, G. M. R. y Zavala, G. A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. *Téc. Pec. Méx.* 39(2):77-88.
- Paliwal, R. L. 2001. Morfología del maíz tropical. *In: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A. D. y Marathée, J. P. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: producción y protección vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 13-19 pp.*
- Peña, R. A.; González, C. F.; Núñez, H. G. y Jiménez, G. C. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(Esp 1):1-6.
- Quiroz, A. I. y Douglas, M. 2003. Rendimiento en grano y eficiencia en una asociación maíz (*Zea mays* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan*) con y sin fertilizante. *Bioagro* 15(2):121-128.
- Reta, S. D. G.; Mascorro, G. A. y Carrillo, A. J. S. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Rev. Fitotec. Mex.* 23(1):37-48.
- Salinas, M. Y.; Aragón, C. F.; Ybarra, M. C.; Aguilar, V. J.; Altunar, L. B. y Sosa, M. E. 2013. Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul/morado de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(1):23-31.
- Sánchez, H. M. A.; Aguilar, M. C. U.; Valenzuela, J. N.; Joaquín, T. B. M.; Sánchez, H. C.; Jiménez, R. M. C. y Villanueva, V. C. 2013. Rendimiento en forrajes de maíces del trópico húmedo de México en respuesta a densidades de siembra. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 4(3):271-288.
- Sánchez, R. F. J.; Mendoza, C. Ma. Del C. y Mendoza, M. G. 2016. Estabilidad fenotípica de cruza simples e híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.). *Rev. Fitotec. Mex.* 39(3):269-275.
- Sas Institute Inc. 2010. SAS/STAT® 9.22. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 8444 p. <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/PDF/default/statug.pdf>.
- SIAP. 2017. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Agricultura. Producción anual. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do.
- Sierra, M. M.; Becerra, L. N. E.; Palafox, C. A.; Rodríguez, M. F.; Espinosa, C. A. and Valdivia, B. R. 2010. Tropical corn (*Zea mays* L.) genotypes with high yield and tolerance to corn stunt disease in the Gulf of Mexico region. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 12(3):485-493.
- Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Rodríguez, M. F.; Espinosa, C. A.; Vázquez, C. G.; Gómez, M. N. y Barrón, F. S. 2011. H-564C, Híbrido de maíz con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(1):71-84.
- Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Rodríguez, M. F.; Espinosa, C. A.; Gómez, M. N.; Caballero, H. F.; Barrón, F. S.; Zambada, M. A. y Vázquez, C. G. 2008. H-520, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agric. Téc. Méx.* 34(1):119-122.

- Tanaka, A. y Yamaguchi, J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano de maíz. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 120 p.
- Tinoco, A. C. A.; Ramírez, F. A.; Villareal, F. E. y Ruiz, C. A. 2008. Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agric. Téc. Méx.* 34(3):271-278.
- Tosquy, O.; Sierra, M.; Rodríguez, F.; Castillo, R.; Ortiz, J.; Tinoco, C.; Sandoval, A. y Uribe, S. 1995. Validación del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) de cruza doble H-512 en el estado de Veracruz, México. *Agron. Mesoam.* 6(1):93-97.
- Vázquez, C. M. G.; Mejía, A. H.; Salinas, M. Y. y Santiago, R. D. 2013. Efecto de la densidad de población en la calidad del grano de nixtamal y tortilla de híbridos de maíz de alta calidad proteínica. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(3):225-232.