

Productivity and morphological traits of forage corn hybrids

Productividad y caracteres morfológicos de híbridos de maíz forrajero

Rivas-Jacobo, Marco A.¹; Carballo-Carballo, Aquiles²; Quero-Carrillo, Adrian R.²; Mendoza-Pedroza, Sergio I.^{2*}; Vaquera-Huerta, Humberto²; Rivas-Zarco, Maritza A.³; Sánchez-Hernández, Miguel A.⁴

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., México. C. P. 78321. ²Programa de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. ³Desarrollo e Investigación Agroempresarial S. C. de R. L. Jomulco, Jala, Nayarit, México. C. P. 63880. ⁴Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita. Loma Bonita, Oaxaca, México. C. P. 68400.

*Autor de correspondencia: sergiomp@colpos.mx

ABSTRACT

In order to evaluate the yield of dry matter and the relationship of the morphological components among plants of forage corn hybrids in Tecali of Herrera, Puebla, Mexico. 10 experimental trilinear hybrids, two simple hybrids, a criollo and the HS-2 commercial hybrid were studied. Plant material was sown at random in plots of four rows of 80 cm wide and 40 m long with four repetitions, depositing 7 cm deep one seed every 20 cm. A dosage of 160-60 -00 (N-P-K) was applied. Irrigation was applied every fifteen days. Ten plants were harvested in complete competition in the center of each plot in the physiological state of 1/3 milk line. The variables yield of green matter (YGM), yield of dry matter (YDM), plant height (PH), number of corn (NC), number of leaves (NL), stem diameter (SD) and the relationships leaf:plant (L:P), stem:plant (S:P) and corn:plant (C:P), under a completely random design were measured. The HT-1 presented the highest YGM, YDM and HP. YGM and YDM were influenced to a certain extent by the PH, SD when presenting considerable positive correlations near or above 0.50. The S:P is greatly affected in a negative way to the C:P by showing a very high negative correlation.

Key words: Yield, forage, morphological components, correlations

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento de materia seca y la relación de los componentes morfológicos de plantas de maíz forrajero en Tecali de Herrera, Puebla, México. Se evaluaron 10 híbridos trilineales, dos híbridos simples, un criollo y el híbrido comercial HS-2. Se sembraron en parcelas de cuatro surcos de 80 cm ancho y 40 m largo con cuatro repeticiones,

depositando una semilla cada 20 cm a 7 cm de profundidad. Se fertilizó con 160-60-00 (N-P-K). Los riegos se aplicaron cada quince días. Se cosecharon 10 plantas en competencia completa en el centro de cada parcela en el estado fisiológico de 1/3 de línea de leche. Se midió el rendimiento de materia verde (RMV) y seca (RMS), altura de planta (AP), número de elotes (NE), número de hojas (NH), diámetro del tallo (DT) y las relaciones hoja:planta (H:P), tallo:planta (T:P) y elote:planta (E:P), bajo un diseño completamente al azar. El genotipo HT-1 presentó las medias más altas para las variables RMV, RMS y AP. RMV y RMS fueron influenciados por las variables AP, DT y NH al presentar correlaciones positivas cercanas a 0.50. El NE tuvo influencia en una menor T:P al presentar una correlación negativa considerable por arriba de 0.50. La T:P afectó grandemente en forma negativa a la E:P al mostrar una correlación negativa muy alta.

Palabras clave: Rendimiento, forraje, componentes morfológicos, correlaciones.

hoja de 16 a 22%, de elote de 26 a 35% y para tallo de 43 a 58%. Rivas *et al.* (2006), observaron en plantas de maíz cosechadas en elote en estado masoso-lechoso, los rendimientos de materia verde de hoja (RMVH) fueron de 10.8 t ha⁻¹; mientras que, los rendimientos de materia verde de tallo (RMVT) fueron en promedio, de 54.1 t ha⁻¹ y para el rendimiento de materia verde del elote (RMVEL) fue de 26.1 t ha⁻¹; en cambio para la cosecha con el elote en estado masoso-pastoso, los rendimientos fueron en promedio de 4.5, 37.6 y 19.1 t ha⁻¹ para RMVH, RMVT y RMVEL, respectivamente. Con base a lo anterior, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento de materia verde y seca, así como la expresión de los componentes morfológicos de las plantas y su relación de híbridos de maíz forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en Santa Cruz Ajajalpan municipio de Tecali de Herrera, Puebla, México, a 18.94° de LN y a -97.95 de LO, con un clima templado subhúmedo, con temperatura media anual de 17.2 °C, precipitación de 758 mm y altura 2183 msnm (García, 2004). Se utilizaron 14 genotipos de maíz (Cuadro 1), de los cuales 10 son híbridos trilineales experimentales resultado de la cruce de cruces simples con una línea elite sobresaliente por aptitud forrajera (CL7SFr) previamente evaluada, identificadas en una evaluación previa de 44 líneas endogámicas perteneciente al Colegio de Posgraduados-Producción de Semillas; dos cruces simples del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); un criollo local y el Híbrido comercial HS-2. El ensayo se estableció bajo riego en parcelas de cuatro surcos de

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz como forraje verde o ensilado, representa un bien necesario y de mucha relevancia para la producción de ganado lechero en México, por su alto rendimiento de materia seca (20 t ha⁻¹, Núñez *et al.*, 2005) y menor costo (Almaguel *et al.*, 2009, Arrollo y Murillo, 2000). El factor más importante a considerar para elegir una buena variedad o híbrido de maíz para forraje es el rendimiento de materia seca (RMS) y su calidad nutritiva, la cual va a depender de los caracteres de la planta como cantidad de hoja, tallo y elote, que también se denominan componentes morfológicos. Yescas *et al.* (2015), realizaron estudios en el híbrido AN-447, seleccionado para grano de maíz, sobre el rendimiento de forraje y su calidad, observaron que el mayor RMS fue de 14.78 t ha⁻¹. Borroel *et al.* (2014), estudiaron el rendimiento de maíces mejorados con fines forrajeros y observaron que los mejores RMS fueron de 23.83, 20.17, 19.39, y 19.11 t ha⁻¹ de MS para los híbridos Caiman, Ocelote, AN-423 y Berentsen 302, respectivamente. Gaytan-Bautista *et al.* (2009), observaron rendimientos de 8.9 a 11.8 t ha⁻¹ de MS para 22 híbridos estudiados provenientes de semilla F2 con el fin de reducir costos por concepto de semilla. Elizondo-Salazar (2011) realizaron estudios en maíz para ensilado, observaron que a altura de cosecha de 15 cm la variedad criolla mostró 131.9 y el híbrido 82.6 t ha⁻¹ de materia verde (MV), y 15.3 y 11.0 t ha⁻¹ de MS para maíz criollo e híbrido, respectivamente. En el forraje verde de la planta de maíz (planta entera) para ensilado o en seco, los granos y subproductos como rastrojo, hojas y totomoxtle, se encuentran como estructuras en diferentes proporciones, que afectan los rendimientos de materia seca y la calidad de la misma. Elizondo-Salazar (2011), observó en maíces que la proporción de hojas, tallos y elotes varía entre genotipos, dado que una variedad mejorada mostró 3.345 t ha⁻¹ de MS de hoja (30 % del total de la planta), 4.492 t ha⁻¹ de MS de tallo (41 % del total de la planta) y 3.142 t ha⁻¹ de MS de elote (29 % del total de la planta) y para un maíz criollo observó 5.176 t ha⁻¹ de MS de hoja (34 % del total de la planta), 8.623 t ha⁻¹ de MS de tallo (56 % del total de la planta) y 1.481 t ha⁻¹ de MS de elote (10 % del total de la planta), mientras que Rivas *et al.* (2018) observó porcentajes de

Cuadro 1. Relación de genotipos de híbridos y testigos de maíz utilizados como tratamientos. Santa Cruz Ajajalpa, Tecali de Herrera, Puebla, México.

Genotipo	Adaptación	Genealogía
HT-1	H Valles Altos	(CL11 × CL12) × CL7SFr
HT-2	H Valles Altos	(CL4 × CL1) × CL7SFr.
HT-3	CS Valles Altos	(CMS 929083) × CL7SFr
HT-4	CS Valles Altos	(CMS 929001) × CL7SFr
HT-5	H Tropical	(CL22 X CL23) × CL7SFr
HT-6	H Transición	(CL12 X CL13) × CL7SFr
HT-7	H Transición	(CL13 X CL1) × CL7SFr
HT-8	H Transición	(CL21 X CL13) × CL7SFr
HT-9	H Valles Altos	(AE5/F2-54-7 × 1920F2F46-10-3-7) × CL7SFr
HT-10	H Valles Altos	(AE5/F2-54-7 × (56-1 X KKUA) -1-20) × CL7SFr
HT-11	H Valles Altos	(1112F2FHC-4-5-2 × 1920F2F46-10-3-2) × CL7SFr
HT-12	H Valles Altos	(CML-241-2 × 1920F2F46-10-3-2) × CL7SFr
Criollo Local	Criollo Valles Altos	Criollo de Santa Cruz Ajajalpa (Puebla)
HS-2	H Valles Altos	HS-2 Comercial del Colegio de Posgraduados
Parental	LF Valles Altos	CL7SFr

CS=Cruza Simple; H=Híbrido Trilineal; LF=Línea Forrajera.

80 cm de ancho y 40 m de distancia con cuatro repeticiones, depositando una semilla cada 20 cm (62,500 plantas ha⁻¹), a una profundidad de 7 cm. Se aplicó la dosis fertilizante de 160-60-00 (N-P-K), aplicando todo el fósforo y, una tercera parte del nitrógeno a la siembra y el resto de nitrógeno en dos aplicaciones antes de la primera escarda y aterrado. Los riegos se aplicaron por gravedad cada 15 días, a una lámina de 10 cm. Se realizó control de malezas de manera pos-emergente a los 20 días después de la siembra (dds) con Atrazina a razón de 1.5 L ha⁻¹, y con la aplicación de dos escardas a los 30 y 45 dds y aterrado a 60 dds. La cosecha se llevó a de acuerdo a la maduración del elote de cada híbrido, considerando el estado fisiológico de 1/3 de línea de leche.

Variables evaluadas

Rendimiento de materia verde (RMV); se cosecharon 10 plantas al azar en competencia completa en el centro de cada parcela (Sánchez-Hernández et al., 2011); se pesaron en báscula de reloj con capacidad de 10 kg ± 100 g. Rendimiento de materia seca (RMS); de las 10 plantas cosechadas en verde se seleccionaron dos al azar y se picaron en una picadora desintegradora de forraje con martillos y navajas. Se tomaron 300 g al azar y se colocó en bolsa de papel estraza y se pesaron en báscula electrónica Tor-Rey® modelo EQ-5/10 con capacidad de 5 kg ± 1 g. Se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 144 h hasta peso constante. Las relaciones de los componentes morfológicos de las plantas (hoja,

tallo y elote), se obtuvieron de cuatro plantas de la muestra de 10 plantas, a las cuales se les separó la hoja sin vaina, tallo con espiga y vaina y elotes; se picaron en la desintegradora de forrajes. Una submuestra de 200 g para hoja y 300 g para tallos y elote, se colocaron en bolsa de papel estraza y se llevaron a estufa de aire forzado a 55 °C por 144 h hasta peso constante, para determinar porcentaje de MS y calcular las siguientes variables: Relación hoja:planta (H:P), tallo:planta (T:P) y elote:planta (E:P). De las diez plantas cosechadas en verde se determinó el Número de hojas por planta (NH), Número de elotes por planta (NE); Altura de planta (AP), se realizó midiendo con cinta métrica, desde

de la base del tallo a ras del suelo, a la base de inserción de la lámina de la hoja con la vaina de la última hoja en 10 plantas. Diámetro de tallo (DT), se midió en el entrenudo inferior con un vernier digital a las diez plantas cosechadas.

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza, utilizando el modelo estadístico completamente al azar, con cuatro repeticiones. Las variables que mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos se analizaron mediante la prueba de medias de Tukey al ($P \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron empleando el programa estadístico SAS (2007), Ver. 9.0. Y se realizaron correlaciones de las variables estudiadas para determinar las relaciones entre los caracteres estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El RMV y RMS mostraron diferencias entre los genotipos estudiados (Cuadro 2), donde el HT-1 mostró el mayor valor con 10,312 kg de materia verde (MV) ha⁻¹, y el HT-12 mostró el menor valor con 59,844 kg ha⁻¹ de MV. El HT-1 mostró el mayor valor con 28,127 kg ha⁻¹ de MS, y el HT-12 mostró el menor valor con 14,722 kg ha⁻¹ de MS. El RMV tuvo un valor medio de 82,651 kg ha⁻¹, por arriba a la media nacional del SIAP (2018), que reportó 46,648 kg ha⁻¹ de MV bajo riego en el ciclo primavera-verano, y a los de Rivas et al. (2011), con valores de 34,250 a 47,215 kg ha⁻¹ de MV, pero menores a los reportados por Elizondo-Salazar (2011) con valores de 131,900 kg ha⁻¹

de MV para maíz criollo y 82,600 kg ha⁻¹ de MV en maíz híbrido; Núñez *et al.* (2005) reportaron 57,800 kg ha⁻¹ de MV. Los resultados de RMS de esta investigación fueron similares a los de Borroel *et al.* (2014) para los híbridos Caiman, Ocelote, AN-423 y Berentsen 302 con 23,830, 20,170, 19,390, y 19,110 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente; Núñez *et al.* (2005), con 20,000 kg ha⁻¹ de MS, Núñez *et al.* (2007), observaron valores desde 21,640 a 16,210 kg ha⁻¹ de MS en genotipos comerciales. Y mayores a los citados por Yescas *et al.* (2015), en el híbrido AN-447 de maíz con 14.78 t ha⁻¹ de MS de forraje, y mucho mayores a los de Gaytan-Bautista *et al.* (2009) para 22 híbridos de 8,900 a 11,800 kg ha⁻¹ de MS. Elizondo-Salazar (2011) obtuvo 15,300 y 11,000 kg ha⁻¹ de MS para maíz criollo e híbrido, respectivamente. Navarro *et al.* (2008), en maíces forrajeros QPM con 29,200 a 14,490 kg de MS ha⁻¹.

Las relaciones H:P, T:P y E:P mostraron diferencias estadísticas entre los genotipos estudiados (Cuadro 2). El HT-1 mostró el mayor valor con 0.25 H:P, lo que significa que un 25% de la planta completa es hoja. El HT-7 y HT-3 presentaron los valores más altos con 0.44 y 0.42 de T:P, respectivamente, lo que significa que del total de la planta el 44 y 42 %, respectivamente, son de tallo. El HT-6 presentó el valor más alto de E:P con una relación de 0.61, lo que significa que del total de la planta el 61% es elote. Los híbridos estudiados mostraron variabilidad fenotípica para las relaciones H:P, T:P y E:P, lo cual permite seleccionar materiales para la zona de estudio de acuerdo a sus atributos de hoja, tallo y elote, observaciones similares en cuanto a variabilidad y diferentes en cuanto a valores fueron observadas

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento de materia verde y seca, relaciones de caracteres de la planta de 14 genotipos de maíz forrajero. Santa Cruz Ajajalpa, Tecali de Herrera, Puebla.

GENOTIPO	RMV	RMS	H:P	T:P	E:P
HT-1	103125 a	28127 a	0.25 a	0.38 abc	0.37 c
HT-2	100860 ab	25114 abc	0.11 b	0.40 ab	0.49 abc
HT-3	69454 de	15731 ef	0.13 b	0.42 a	0.45 abc
HT-4	77188 bcde	19008 cdef	0.17 ab	0.38 abc	0.45 abc
HT-5	96172 abc	25197 abc	0.13 b	0.31 abc	0.56 ab
HT-6	87969 abcd	27358 ab	0.12 b	0.26 c	0.61 a
HT-7	88750 abcd	23519 abc	0.16 ab	0.44 a	0.40 bc
HT-8	73282 cde	16122 def	0.13 b	0.38 abc	0.49 abc
HT-9	86797 abcd	24260 abc	0.12 b	0.34 abc	0.54 abc
HT-10	86797 abcd	22568 abcd	0.12 b	0.33 abc	0.56 ab
HT-11	84454 abcd	21599 bcde	0.12 b	0.34 abc	0.54 abc
HT-12	59844 e	14722 f	0.14 ab	0.29 bc	0.57 ab
Criollo Local	70860 de	21772 abcde	0.12 b	0.37 abc	0.51 abc
HS-2	71563 de	19877 cdef	0.17 ab	0.33 abc	0.50 abc
Media	82651	21783	0.14	0.36	0.50
DHS	23818	6488	0.114	0.13	0.18

Medias con letras diferentes (a,b,c, etc) son estadísticamente diferentes. RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, H:P=Relación hoja:planta, T:P=Relación tallo:planta, E:P=Relación elote:planta, DHS=Diferencia Significativa Honesta.

por otros investigadores. Rivas *et al.* (2018) observaron en forma similar para hoja de 16 a 22%, de elote de 26 a 35% y para tallo de 43 a 58%, en cambio Elizondo-Salazar (2011) obtuvo valores un poco diferentes, para hoja 30%, tallo 41% y elote 29% del total de la planta en híbridos y para maíz criollo la hoja 34%, tallo 56% y elote 10% del total de la planta. Rivas *et al.* (2011) observaron valores similares para H:P (0.10 a 0.16), diferentes y mayores para T:P (0.55 a 0.63) y diferentes y poco menores para E:P (0.23 a 0.45) para los mismos genotipos en una región más fría y de mayor altura. Los datos obtenidos en esta investigación son superiores a los observados por Rivas *et al.* (2006), para H:P fue de 0.12 y para E:P 0.29, en cambio la T:P (0.59) fue mayor a los estudiados. De este análisis se puede destacar que el híbrido HT-6, con menor valor de la T:P presentó el valor más alto de E:P y viceversa, casi prácticamente coincidiendo para los demás genotipos; aspecto que concuerda con lo observado en el apartado de correlaciones, donde la T:P muestra una correlación negativa alta con E:P (-0.81).

Las variables NH, NE y AP mostraron diferencias significativas (Cuadro 3). El híbrido HT-5 mostró el mayor valor con 14.5 hojas planta⁻¹, mientras que HT-12 presentó el menor valor con 11.7 hojas planta⁻¹. Los genotipos con los mayores valores de NE fueron HT-2, HT-6, HT-10 y el Criollo Local con 0.92 elotes planta⁻¹, mientras que HT-8 mostró el valor más bajo con 0.5 elotes planta⁻¹. El genotipo HT-1 mostró el mayor de AP con valor con 1.95 m., y el genotipo HT-12 mostró el valor más bajo con 1.39 m.

Rivas *et al.* (2011) estudió los mismos genotipos en otra región y observó valores similares para NH y para el NE fue diferente, ya que observaron valores

Cuadro 3. Comparación de medias de número de hojas, número de elotes, altura y diámetro de tallo de 14 variedades de maíz forrajero. Santa Cruz Ajajalpa, Tecali de Herrera, Puebla, México.

GENOTIPO	NH	NE	AP (m)	DT (mm)
HT-1	14.2 ab	0.83 ab	1.95 a	27.05 a
HT-2	12.8 bcd	0.92 a	1.81 ab	27.37 a
HT-3	12.7 bcd	0.67 ab	1.58 abc	24.69 a
HT-4	13.7 ab	0.58 ab	1.55 bc	24.84 a
HT-5	14.5 a	0.83 ab	1.86 ab	26.52 a
HT-6	13.9 ab	0.92 a	1.65 abc	28.24 a
HT-7	13.7 ab	0.67 ab	1.64 abc	27.41 a
HT-8	13.9 ab	0.50 b	1.57 bc	25.59 a
HT-9	13.6 ab	0.83 ab	1.73 abc	25.77 a
HT-10	13.6 ab	0.92 a	1.64 abc	25.42 a
HT-11	13.3 abc	0.83 ab	1.73 abc	25.81 a
HT-12	11.7 d	0.83 ab	1.39 c	25.10 a
Criollo Local	12.1 cd	0.92 a	1.67 abc	25.76 a
HS - 2	13.4 abc	0.75 ab	1.86 ab	24.43 a
Media	13.3	0.79	1.69	26.99
DHS	1.46	0.38	0.375	5.03

Medias con letras diferentes (a, b, c, etc.) son estadísticamente diferentes, NH=Número de hojas por planta, NE=Número de elotes por planta, AP=Altura de planta, DT=Diámetro de tallo, DHS=Diferencia significativa honesta.

que van de 1.0 a 1.33 por para los mismos genotipos. La AP en esta investigación fue más baja a los datos obtenidos por Rivas *et al.* (2011) para los mismos genotipos estudiados en una región de mayor altura y más fría; así como para los híbridos comerciales y experimentales estudiados por Núñez *et al.* (2007) quienes obtuvieron valores que van de 2.67 a 2.22 m; al igual que a los reportados por Latournerie *et al.* (2001), con resultados entre 2.32 a 2.91 m de altura de planta de maíces bajo diferentes densidades de población. En cambio Velázquez (2007), obtuvo alturas mayores (entre 2.8 y 3.1 m); datos similares a los obtenidos por Montemayor *et al.* (2006), en maíces forrajeros con valores de 1.56 a 1.72 m de altura de la planta.

En lo que respecta a las correlaciones se observaron diferencias (Cuadro 4), donde se muestra que entre algunas variables existen correlaciones de interés como la AP muestra correlación positiva con NH (0.37), con RMV (0.55) y RMS (0.56). Para DT se observa correlación positiva con RMV (0.49) y RMS (0.51). NH muestra correlación positiva con RMV (0.54) y RMS (0.50). El NE presenta una considerable correlación positiva con RMS (0.31) y E:P

Cuadro 4. Correlación de caracteres estudiados en 14 variedades de maíz forrajero. Santa Cruz Ajajalpa, Tecali de Herrera, Puebla, México.

	AP	DT	NH	NE	RMV	RMS	H:P	T:P	E:P
AP	1.0000	0.1573	0.3679	-0.0582	0.5477	0.5563	0.0597	0.0977	-0.1016
	0.0000	0.2469	0.0053	0.6699	0.0001	0.0001	0.6619	0.4736	0.4564
DT	-0.1573	1.0000	0.2152	0.1911	0.4898	0.5123	-0.0069	0.0977	0.1063
	0.2469	0.0000	0.1112	0.1582	0.0001	0.0001	0.9600	0.4736	0.4355
NH	0.3679	0.2152	1.0000	-0.0656	0.5448	0.4985	0.1157	-0.0437	-0.0339
	0.0053	0.1112	0.0000	0.6309	0.0001	0.0001	0.3959	0.7492	0.8039
NE	-0.0582	0.1911	-0.0656	1.0000	0.1680	0.3141	0.0249	-0.5524	0.3808
	0.6699	0.1582	0.6309	0.0000	0.2158	0.0184	0.8558	0.0001	0.0038
RMV	0.5477	0.4898	0.5448	0.1680	1.0000	0.9148	0.0200	0.0547	-0.0527
	0.0001	0.0001	0.0001	0.2158	0.0000	0.0001	0.8837	0.6889	0.6996
RMS	0.5563	0.5123	0.4985	0.3141	0.9148	1.0000	0.0345	-0.0909	0.0452
	0.0001	0.0001	0.0001	0.0184	0.0001	0.0000	0.8007	0.5053	0.7407
H:P	0.0597	-0.0069	0.1157	0.0249	0.0200	0.0345	1.0000	0.1641	-0.7030
	0.6619	0.9600	0.3959	0.8558	0.8837	0.8007	0.0000	0.2269	0.0001
T:P	0.0977	-0.1497	-0.0437	-0.5524	0.0547	-0.0909	0.1641	1.0000	-0.8144
	0.4736	0.2708	0.7492	0.0001	0.6889	0.5053	0.2269	0.0000	0.0001
E:P	-0.1016	0.1063	-0.0339	0.3808	-0.0527	0.0452	-0.7030	-0.8144	1.0000
	0.4564	0.4355	0.8039	0.0038	0.6996	0.7407	0.0001	0.0001	0.0000

AP=Altura de planta, DT=Diámetro de tallo, NH=Número de hojas, NE=Número de elotes, RMV=Rendimiento de materia verde, RMS=Rendimiento de materia seca, H:P=Relación hoja planta, T:P=Relación tallo planta, E:P=Relación elote planta.

(0.38), y una correlación negativa con T:P (-0.55). Existiendo de esta manera diferentes correspondencias entre las variables estudiadas. La T:P muestra una correlación negativa alta con E:P (-0.81). La AP al mostrar una correlación positiva considerable con NH, RMV y RMS significa que a medida que aumenta la altura aumentan el número de hojas de la planta, así como el RMV y por ende el RMS. Los valores obtenidos en esta investigación difieren con los observados por Rivas *et al.* (2011) para los mismos genotipos pero evaluados en otros ambiente más frío y de mayor altura, ya que la correlación obtenida entre AP y NH fue de -0.08 y con RMS fue de 0.34.

El DT mostró una correlación positiva con RMV (0.49) y RMS (0.51), lo que significa que a medida que aumenta el diámetro del tallo se obtiene un mayor rendimiento de materia verde y seca, algo similar obtuvo Rivas *et al.* (2011) al observar un valor de correlación positiva de 0.44 entre DP y RMS. En lo que se refiere a NE la correlación fue considerable y positiva con RMS (0.31) y E:P (0.38), lo que significa que en cierto grado al aumentar el NE aumenta el RMS y la E:P, y el NE mostró una correlación negativa alta con T:P (-0.55); aspecto un poco diferente a lo observado por Rivas *et al.* (2011) quienes señalan una correlación muy baja de NE con RMS (-0.16), pero también observó datos similares al obtener una relación negativa considerable del NE con T:P (-0.52) y una correlación positiva considerable con E:P (0.53). Caso contrario a lo observado por Núñez *et al.* (2003), quienes encontraron que el RMS presenta una correlación alta negativa con la E:P ($r = -0.75$).

CONCLUSIONES

El genotipo HT-1 presentó los mayores valores de RMV, RMS, H:P y AP por lo que sería considerado como altamente productivo para la región de Tecali de Herrera, Puebla, como una opción viable para los ganaderos lecheros de la región para incrementar sus rendimientos de materia seca de forraje, por lo que se recomienda evaluarlo en otros ciclos para confirmar su productividad. El RMV y RMS se vio influenciado en cierta medida por la AP, el DT y NH. El NE influyó en una menor T:P. La T:P afectó grandemente en forma negativa a la E:P. La altura y el diámetro de la planta afectaron positivamente el número de hojas y el rendimiento de materia verde y seca.

LITERATURA CITADA

- Almaguel, R., Cruz, E., Piloto, J., & Mederos, C. (2009). Utilización de los granos secos de destilerías con solubles obtenidos a partir del maíz en la alimentación de cerdos. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 10(2), 1-9.
- Arrollo, C., Murillo, M. (2000). Utilización de pelibaye (*Bactris gasipaes*) en la alimentación animal. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1), 145-166.
- Borroel, V., Álvarez, V., Rodríguez, S., Jiménez F., Preciado, P., Ogaz A., Zermeño, H. (2014). Rendimiento de maíz forrajero bajo la adición de ácido húmico y algaenzima. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(2), 233-244.
- Elizondo-Salazar, J. (2011). Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje. *Agronomía Costarricense* 35(2),105-111.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta Edición. Instituto Nacional de Geografía. UNAM. México, D. F. 246 p.
- Gaytan-Bautista, R., Martínez-Gómez, M., Mayek-Pérez, N. (2009). Rendimiento de grano y forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F2. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 295-304.
- Latournerie, L., Rodríguez, S., Urquiza, J., Castañón, G., Mendoza, M., López, A. (2001). Potencial forrajero de veintidós híbridos de maíz evaluados en tres densidades de siembra. *Agronomía Tropical*, 51(3),419-2001.
- Montemayor, J., Gómez, A., Olague, J., Zermeño, A., Ruiz, E., Fortis, M., Salazar, E., Aldaco, R. (2006). Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. *Técnica Pecuaria en México*, 44(3),359-364.
- Núñez, G., Contreras, E., Faz, R. (2003). Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria en México*, 41,37-48.
- Núñez, G., Faz, R., González, F., Peña, R. (2005). Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Técnica Pecuaria en México*, 43,69-78.
- Núñez, G., Faz, R., Sánchez, R. (2007). Evaluación de híbridos de maíz para forraje en la región Lagunera. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Informe. Diciembre 2007. 25 p.
- Rivas, M., Carballo, A., Quero, A., Hernández, A., Vaquera, H., Rivas, E., Rivas, M., Rivas, E. (2018). Comportamiento productivo de doce híbridos trilineales de maíz para forraje en una región tropical seca. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21:579-586.
- Rivas, M., Carballo, A., Quero, A., Hernández, A., García, G., Vaquera, H. (2011). Evaluación productiva y forrajera de doce híbridos de maíz bajo labranza mínima en valles altos. En: Díaz-Ruiz, R., Álvarez-Gaxiola, J., Huerta-de la Peña, A. (Ed). *Desarrollo de la agricultura sostenible*. Altres Costa-Amic SA de CV. Puebla, Puebla, México. Pp. 129-141.
- Rivas, M., Carballo, A., Pérez, J., González, G., García, A. (2006). Rendimiento y calidad de ensilado de seis genotipos de maíz cosechados en dos estados de madurez. En: *Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuicola en el Trópico Mexicano 2006*. INIFAP, UV, CP, UACH, ITUG, ITBOCA, UNAM (Eds). Libro Científico No. 3. Veracruz, México. Pp 313-320.

- Sánchez-Hernández, M., Aguilar-Martínez, C., Valenzuela-Jiménez, N., Sánchez-Hernández, C., Jiménez-Rojas, M., Villanueva-Verduzco, C. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2),281-295.
- Servicio de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP). (2018). Avances de siembra y cosechas primavera-verano y otoño-invierno de 2017. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Fecha de consulta 30 de mayo de 2018.
- Statistical Analysis System Institute (SAS). (2007). The SAS® System for Windows® (Ver. 9). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Velázquez, G. (2007). H-157 E. Nuevo híbrido de maíz forrajero para la Región Centro de México. Reporte Anual de Investigación e Innovación Tecnológica 2007. INIFAP. 113 p.
- Yescas, P., Segura, M., Martínez, L., Álvarez, V., Montemayor, J., Orozco, J., Frías, J. (2015). Rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperficial y densidad de plantas. *Phyton*, 84,272-279.

