



CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE MAÍCES NATIVOS CON APTITUD FORRAJERA EN LA CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN

PRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF LANDRACE MAIZE FOR FORAGE USE IN THE LOWER PAPALOAPAN BASIN

Miguel Ángel Sánchez-Hernández¹, Gladis Morales-Terán¹, Sergio I. Mendoza-Pedroza², Jorge Hernández-Bautista³, Silvia Fraire-Cordero⁴ y Marco Antonio Rivas-Jacobo^{5*}

¹Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Licenciatura en Zootecnia, Loma Bonita, Oaxaca, México. ²Colegio de Postgraduados (CP), Campus Montecillo, Posgrado en Ganadería, Montecillo, Texcoco, Estado de México. ³Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ex-Hacienda 5 Señores, Oaxaca, México. ⁴CONACYT-CP, Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. ⁵Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

*Autor de correspondencia (marco.rivas@uaslp.mx)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los caracteres morfológicos y de crecimiento, así como el rendimiento de forraje verde de maíces nativos de Loma Bonita, Oaxaca. Los genotipos fueron 5 variedades nativas y una variedad mejorada utilizada como testigo, los cuales fueron evaluados mediante un diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones. Para evaluar el crecimiento de los genotipos se hicieron 12 muestreos semanales. Las variables evaluadas en campo fueron altura de planta (cm), área foliar (cm²) y clorofila en hojas (unidades SPAD) y en laboratorio se midieron 21 componentes morfológicas de planta, entre las que destacaron: peso de hojas (g), peso de tallo (g), peso de elote (g), hileras por elote y diámetro de elote (cm), peso de espigas (g) y rendimiento de forraje (t ha⁻¹). La información obtenida se sometió a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) para las variables que mostraron diferencias estadísticas significativas. Los resultados indicaron que los genotipos PINSB (52.0 t ha⁻¹) y NLBO (50.2 t ha⁻¹) superaron en rendimiento en forraje al testigo VS-536 (34.6 t ha⁻¹), debido a que en general presentaron una mayor altura de planta, diámetro de tallo y área foliar por planta. No obstante, los maíces nativos evaluados no superaron al testigo en rendimiento de grano, hileras y granos por elote, diámetro de elote y contenido de clorofila en hojas.

Palabras clave: *Zea mays* L. germoplasma, maíz nativo, producción de forraje, trópico húmedo.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the morphological and growth characters, as well as the yield of green forage of maize landraces from Loma Bonita, Oaxaca, Mexico. The genotypes were five maize landraces and an improved variety used as control, which were evaluated by means of a randomized complete block design with four replications. The growth of the genotypes were evaluated with 12 samplings done weekly. The traits evaluated in the field were plant height (cm), leaf area (cm²), chlorophyll content (SPAD units) and 21 morphological components of the plant were evaluated in the laboratory, which the most important were leaf weight (g), stem weight (cm), tender or fresh-ear weight (g), rows and diameter of fresh-ear (cm), weight of spikes (g) and forage yield (t ha⁻¹). Analysis of variance and a comparison of means (Tukey, $P \leq 0.05$) were carried out for variables that showed significant statistically differences. Results indicated that landrace PINSB (52.0 t ha⁻¹) and NLBO (50.2 t ha⁻¹) exceeded to VS-536 in forage yield (34.6 t ha⁻¹), because of they had higher plant height, stem diameter and foliar

area per plant. Nevertheless, landraces did not exceeded the control VS-536 in grain yield, rows, grains and diameter of fresh-ear, and chlorophyll content on leaves.

Index words: *Zea mays* L., forage production, germplasm, humid tropic, maize landrace.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) tiene diversos usos: el grano para alimentación humana en forma de tortilla de maíz nixtamalizada, tamales o atoles (Cortez y Ayala, 2020), para consumo animal se utiliza el grano entero, quebrado o molido y la planta se emplea como forraje, rastrojo, ensilado y el olote es un excelente combustible (Guevara-Hernández et al., 2019).

En el caso especial para producción de forraje, el maíz tiene gran importancia, ya que es una de las especies que aporta más volumen de forraje verde (100 t ha⁻¹) y por arriba de 30 t ha⁻¹ de materia seca (MS) para algunos maíces criollos de porte alto, en comparación con variedades mejoradas (Rivas et al., 2020), aspecto muy importante para hacer rentables los sistemas de producción de bovinos lecheros, los cuales en los últimos años han sido afectados por el alza en los insumos alimenticios encareciendo el sistema. En México, en 2019 se destinaron 553.1 mil ha para la siembra de maíz forrajero, con un rendimiento promedio de forraje verde de 30.6 t ha⁻¹. En Oaxaca se estima una superficie sembrada de 480.75 ha, con un rendimiento promedio de forraje verde bajo temporal/riego de 37.9 t ha⁻¹ (SIAP, 2020), que se considera bajo si se toman en cuenta todos los costos de producción. Por lo anterior, deben buscarse mejores materiales para aumentar la producción de forraje y abaratar costos de producción en los bovinos lecheros, ya que estos representan el 65 % del total de los costos (Secretaría de Economía, 2012), aunado a la falta

de forraje conservado para las épocas críticas cuando se encarecen los forrajes y granos.

Se han realizado evaluaciones de maíces mejorados en comparación con criollos locales y se ha observado que el maíz local tiene mayor aptitud forrajera que las variedades mejoradas, al obtener mayor rendimiento de forraje verde por hectárea (44.3 t ha^{-1}), que coincidió con la mayor altura de planta (247.4 cm) (Sánchez *et al.*, 2013). En otro estudio, Sánchez *et al.* (2019) evaluaron seis variedades mejoradas en la región de Loma Bonita, Oaxaca, donde se observó que la variedad sintética VS-536 obtuvo la mayor altura de planta, con 203.1 cm , y un rendimiento de materia verde de 38.8 t ha^{-1} . En otra investigación realizada por Rivas *et al.* (2020), para rendimiento de maíces forrajeros, que incluyó a genotipos mejorados y criollos introducidos a zonas semiáridas, se observó que los maíces criollos como el Chalqueño del Estado de México y Tampiqueño de Nayarit mostraron los mayores rendimientos de materia seca ($46,246$ y $42,947 \text{ kg ha}^{-1}$) y altura de planta (2.2 y 1.9 m , respectivamente).

En la Cuenca baja del Papaloapan se siembran maíces híbridos (H-520, H-564C, DK357, ZR22, A-7573), variedades sintéticas (VS-536) y maíces nativos (Sánchez *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2019), que deben evaluarse para conocer su productividad y poder seleccionar algunos que mejoren los rendimientos de materia verde o seca de los mejorados ya estudiados, como la VS-536. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar los caracteres morfológicos y de crecimiento, así como el rendimiento de forraje verde de las plantas de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad del estudio

El trabajo se realizó en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca ($18^{\circ} 06' \text{ LN}$ y $95^{\circ} 53' \text{ LO}$), a 30 metros sobre el nivel del mar (msnm), con clima cálido húmedo y precipitación de 1910 mm (Soto *et al.*, 2019).

Material genético y diseño experimental

En 2019 se colectaron en la región cinco genotipos nativos de maíz, buscando el porte alto para fines forrajeros: "Nativo Blanco San Benito" de grano blanco (BLASB), "Nativo Amarillo San Benito" de grano amarillo (AMASB), "Nativo Pinto San Benito" de grano azul (PINSB), "Nativo Loma Bonita" de grano blanco (NLBO) y "Nativo Leyes de Reforma" de grano blanco (NLRB); como testigo se usó VS-536. Las variedades fueron evaluadas mediante el diseño experimental bloques completos al azar con

cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 8.0 m de largo por 3.2 de ancho (25.6 m^2).

Manejo agronómico

En septiembre de 2019 se preparó una superficie de terreno de 1000 m^2 y se sembró el 4 de octubre. En cada parcela experimental se colocaron cuatro semillas de maíz por mata a 5.0 cm de profundidad y separación de 40 cm entre matas, para ralear a dos plantas por mata y tener $62,500$ plantas ha^{-1} , de acuerdo con lo indicado por Ramírez *et al.* (2020) para maíces nativos producidos en clima cálido sub-húmedo.

Se realizó un muestreo de suelo y se envió a un análisis de laboratorio, con los siguientes resultados: textura de suelo franco arenoso, materia orgánica (2.69%), pH (5.20), nitrógeno (22.44 mg kg^{-1}), fósforo (35.26 mg kg^{-1}), potasio (90 mg kg^{-1}), calcio (148 mg kg^{-1}), fierro (81.42 mg kg^{-1}), CIC ($8.23 \text{ Cmol(+) kg}^{-1}$), densidad aparente (1.33 g cm^{-3}). Así, la fertilización edáfica se efectuó con la dosis $140-60-00$ de N, P_2O_5 , K_2O , que se dosificó con urea ($46-00-00$) y fosfato diamónico ($18-46-00$), aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al efectuar la primera escarda, en la segunda labor se adicionó el nitrógeno restante. Se realizaron tres fertilizaciones foliares con Ivanex Forte® (0.75 L ha^{-1}) para adicionar micronutrientes (B, Zn, Mg, Ca, S) debido a la acidez del suelo, iniciando a los 15, después a los 25 y a los 45 DDS. El control de plagas fue contra gusano cogollero, diabrotica y gusano elotero, utilizando clorpirifós etil (Lorsban®, 1.0 L ha^{-1}). Se hicieron tres deshierbes manuales a los 15, 25 y 45 días después de la siembra.

Caracteres del crecimiento

Se hicieron 12 muestreos con frecuencia semanal para medir altura de planta (ALP, cm) al punto de crecimiento, diámetro de tallo (DTA, cm) en la parte media de la planta, área foliar (AFO, cm^2) mediante la relación longitud (LHO, cm) y ancho (AHO, cm) de todas las hojas de la planta, con la fórmula ($\text{LHO} \times \text{AHO} \times 0.75$) (Musa y Hassan, 2016). La cuantificación del contenido de clorofila (CLO) en hoja se realizó a partir de cinco mediciones en la lámina de tres hojas intermedias de cada planta, con el SPAD-502 de Minolta®.

Caracteres morfológicos

En cinco plantas elegidas al azar en cada unidad experimental se contó el número de hojas por planta (HTO), número de nudos por planta (NUD), número de hojas arriba del elote (HAE), diámetro del tallo (DTA), altura al elote (AEL, cm), longitud del elote sin brácteas (LEL, cm),

diámetro de elote sin brácteas (DEL, cm), peso de elote con brácteas (PEH, g), peso de elote sin brácteas (PHS, g), peso de brácteas del elote (PBR), hileras por elote (NHI), granos por hilera (GRH) y granos por elote (GMZ).

Rendimiento y componentes

Una muestra de cinco plantas en competencia completa en elote maduro por repetición (20 plantas por tratamiento) se cortaron y llevaron al Laboratorio Químico Biológico de la Universidad del Papaloapan, donde se estimó el rendimiento de forraje verde (REN, t ha⁻¹) y las plantas se separaron en sus componentes morfológicos y se obtuvo el peso de hojas de la planta (PHO, g), peso del tallo de la planta (PTA, g), peso de espigas (PES, g) y peso de grano del elote (PGR, g). Los pesos de componentes morfológicos se obtuvieron usando una báscula digital (Torrey®) con capacidad para 40 kg y margen de error de 5.0 g; en el caso del peso de espigas y de grano se utilizó una báscula Ohaus® con capacidad para 2000 g y margen de error de 1.0 g.

Análisis estadístico

El análisis de la información se hizo mediante análisis de varianza con el modelo: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \xi_{ij}$, donde Y_{ij} es la variable respuesta, μ = es la media general, τ_i = es el efecto de tratamientos (genotipos), β_j = es el efecto de bloques y ξ_{ij} = es el error experimental. Además, se hizo una prueba

de comparación de medias mediante Tukey ($P \leq 0.05$) haciendo uso de SAS/STAT (SAS Institute, 2004) y se calcularon las correlaciones para los caracteres en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

La variable altura de planta presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, desde el día 10 al 49, con excepción de las fechas 30 y 44 DDS, donde sobresalió en ALP el testigo VS-536 (Cuadro 1). Posterior al día 49 los criollos de maíz superaron estadísticamente a VS-536, sintético que se formó para rendimiento de grano y emite floración masculina a los 55 DDS en Veracruz (Sierra-Macías *et al.*, 2010). Desde el día 65 hasta el 85 de muestreo los genotipos PINSB, BLASB y NLRF estuvieron por arriba del testigo en ALP y en el día 85 promediaron 252.6, 250.4 y 244.4 cm, respectivamente, lo que representó que fueran más altos en 28.1, 27.0 y 23.9 % con relación a VS-536, que alcanzó 197.2 cm (Cuadro 1).

La altura de planta se ha modificado en maíces sometidos a mejora genética para rendimiento de grano. En genotipos que florecen de manera tardía en el trópico las variedades nativas altas son susceptibles de presentar acame, convirtiéndose en una desventaja cuando se presentan vientos fuertes (octubre a marzo) en zonas de Oaxaca (Cabrera-Toledo *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Altura de planta en variedades de maíz, Loma Bonita, Oaxaca, México.

DDS	Altura de planta (cm)							
	NLRF	PINSB	BLASB	VS-536	AMASB	NLBO	MEDIA	DHS
10	6.1a	6.7a	6.0a	6.2a	4.0c	5.1b	5.7	0.8
16	11.0a	8.6b	10.8a	10.9a	7.0c	7.8bc	9.3	1.3
23	14.3bc	13.5c	16.8a	15.5ab	13.0c	14.8bc	14.6	2.0
30	39.8a	30.9bc	26.6d	32.9b	42.2a	28.0cd	33.4	4.0
37	47.9a	45.3a	44.1a	45.7a	42.7a	40.2a	44.3	8.5
44	83.3a	81.2a	83.3a	66.2b	74.6ab	81.1a	78.2	9.0
49	141.8a	147.0a	144.4a	138.8a	140.6a	138.5a	141.8	9.7
58	150.3b	160.9b	182.5a	156.3b	152.9b	156.1b	159.8	18.2
65	212.3a	205.1a	197.3a	175.4b	172.8b	172.0b	189.1	17.9
73	226.4ab	228.5ab	234.3a	187.4c	215.8abc	193.7bc	214.4	37.3
79	229.9ab	231.5ab	237.4a	191.4c	225.3ab	200.2bc	219.4	33.0
85	244.4a	252.6a	250.4a	197.2c	228.5ab	207.4bc	229.5	29.8

DDS: días después de la siembra, NLRF: Nativo Leyes de Reforma, PINSB: Pinto San Benito, BLASB: Blanco San Benito, AMASB: Amarillo San Benito, NLBO: Nativo Loma Bonita Oaxaca, DHS: diferencia significativa honesta. Medias con letras iguales en las filas no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Área foliar

En área foliar (AFO) existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). A partir del día 49 y hasta los 85 DDS los genotipos PINSB y NLRF superaron al testigo, con excepción del muestreo del día 58 donde fueron estadísticamente iguales. Así, el área foliar acumulada a los 85 DDS indicó que pinto San Benito, Nativo Leyes de Reforma y Blanco San Benito estuvieron en un mismo grupo de significancia estadística y presentaron mayor área foliar por planta (PINSB = 5703 cm², NLRF = 5691 cm² y BLASB = 5247.2 cm²), superiores a VS-536 en 26.4, 26.2 y 16.3 %, respectivamente (Cuadro 2).

El comportamiento en AFO se explica porque los genotipos nativos tuvieron más hojas por planta comparados con el testigo. En un estudio efectuado en maíces nativos del centro y sur de Tamaulipas, México, el área foliar por planta en maíces comerciales alcanzó 4730.7 cm² y en maíces nativos se obtuvo un promedio de 4906.0 cm², dejando de manifiesto que los maíces nativos presentan áreas foliares superiores a los maíces comerciales (Castro-Nava *et al.*, 2014).

Contenido de clorofila

El contenido de clorofila varió entre muestreos en términos estadísticos ($P \leq 0.05$, Cuadro 3). Desde el día 10 hasta el día 85 la concentración de clorofila fue más estable entre muestreos en el testigo con relación a los genotipos nativos, aún bajo un mismo manejo de la fertilización. Del día 30 al 44 las concentraciones de clorofila fueron estadísticamente iguales (Cuadro 3), coincidiendo con el manejo nutrimental del cultivo, ya que en esas fechas se fertilizó. En los genotipos nativos en muestreo del día 30 al día 85 solo NLRF, PINSB y AMASB mantuvieron valores de clorofila estadísticamente iguales con relación al testigo, ya que mostraron un color verde intenso en hojas. Rincón y Legarreto (2010) indican que en maíz el N foliar y el contenido de clorofila se correlacionan de manera positiva, excepto en estados iniciales de desarrollo, por lo que si se miden las hojas 6 a la 13 se determinan valores de 50 a 54 unidades SPAD; también indican que un valor crítico para maíz es 35.3 unidades SPAD.

Número de hojas por planta

Los cinco genotipos nativos presentaron un promedio de 13 a 14 hojas, que es estadísticamente distinto ($P \leq 0.05$) con relación a las 11 hojas que se obtuvieron en promedio en la variedad sintética VS-536 (Cuadro 4), resultados similares a Sánchez *et al.* (2019), quienes reportaron un promedio de 11 hojas en VS-536.

Número de nudos por planta

La mayor cantidad de nudos por planta ocurrió en PINSB y NLRF, 15 y 14 nudos, respectivamente, siendo menor en VS-536 con 12 nudos, valor que se asemeja al obtenido por Sánchez *et al.* (2019), que determinaron 12 nudos por planta en VS-536.

Número de hojas arriba del elote

El número de hojas arriba del elote (HAE) varió de 6.2 a 6.5 en los genotipos nativos, mientras que en el testigo, estadísticamente inferior, fue de 5.6 HAE (Cuadro 4). En diferentes maíces con aptitud forrajera evaluados en Loma Bonita, Oaxaca se cuantificó 6.7 HAE para genotipos comerciales y en VS-536 se tuvieron 6.8 hojas arriba del elote (Sánchez *et al.*, 2019).

Diámetro de tallo

El diámetro de tallo (DTA) en cuatro maíces nativos fue estadísticamente superior, con valores entre 2.0 y 2.1 cm (Cuadro 4). Guillén de la Cruz *et al.* (2014) determinaron en maíces del Estado de Tabasco, México, un DTA promedio de 1.4 cm al usar una población de colectas que mostró una diversidad genética importante para esta característica.

Altura al elote

La altura al elote (AEL) fue superior en PINSB, NLRF y BLASB, con valores de 152.9, 144.6 y 141.9 cm, respectivamente, que indican plantas más altas en 64.9, 56.0 y 53.1 % con relación al testigo, que tuvo la menor AEL (Cuadro 4), atribuido al patrimonio genético diferente de los materiales en estudio, que por su ubicación podrían tener influencia de los genes del Tuxpeño, tal y como lo observó Rendón-Aguilar *et al.* (2015) en variedades derivadas de Tuxpeño, con 120.3 cm de altura del elote.

Longitud del elote sin brácteas

En esta variable destacó el NLRF con 21.5 cm, que por tratarse de un genotipo que se cultiva para obtención de grano superó en 24.3 % al testigo (17.3 cm) y en 31.9 % a AMASB (Cuadro 4). Tinoco *et al.* (2002) reportaron una longitud de elote de 18 cm en VS-536 para Veracruz y Tabasco, que concuerda con lo observado en este trabajo. García-Montesinos *et al.* (2020) reportaron una longitud de elote de 13.7 cm para materiales híbridos de Oaxaca y para maíces nativos 16 cm. Alemán *et al.* (2020) observaron en una variedad local una longitud de mazorca de 17.2 cm.

Cuadro 2. Área foliar en variedades de maíz, Loma Bonita, Oaxaca, México.

DDS	Área foliar (cm ²)							
	NLRF	PINSB	BLASB	VS-536	AMASB	NLBO	MEDIA	DHS
10	42.2ab	43.3ab	50.4a	49.0ab	38.2b	44.3ab	44.6	11.3
16	163.9a	141.0ab	151.2ab	158.6ab	125.6b	138.0ab	146.4	37.5
23	266.5ab	229.0ab	286.8a	286.7a	208.9b	238.1ab	252.6	62.7
30	484.9a	344.9bc	351.5bc	356.5bc	401.4ab	274.3c	368.9	102.3
37	1191.0c	1326.0abc	1588.7a	1607.6a	1242.6c	1535.2ab	1415.2	341.8
44	2429.9b	2669.0ab	3195.1a	3045.0a	2777.9a	2698.3a	2802.4	536.5
49	4490.3abc	4906.2a	4712.8ab	3960.7bc	3769.3c	4243.6abc	4347.2	935.4
58	5597.2a	5400.1a	4777.8a	5217.2a	4553.5a	4858.5a	5067.3	1044.5
65	5463.2a	5485.5a	4702.0ab	4277.4b	4319.3b	4707.7ab	4825.8	854.1
73	5591.0a	5503.0a	4927.0ab	4220.3b	4444.0b	4869.2ab	4925.7	764.1
79	5666.0a	5573.0a	5072.2ab	4450.3b	4614.4b	4614.4b	5040.8	682.9
85	5691.0a	5703.0a	5247.2ab	4510.3c	4779.4bc	4959.2bc	5148.3	610.8

DDS: días después de la siembra, NLRF: Nativo Leyes de Reforma, PINSB: Pinto San Benito, BLASB: Blanco San Benito, AMASB: Amarillo San Benito, NLBO: Nativo Loma Bonita, Oaxaca, DHS: diferencia significativa honesta. Medias con letras iguales en las filas no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Contenido de clorofila (unidades SPAD) en seis maíces nativos, Loma Bonita, Oaxaca.

DDS	NLRF	PINSB	BLASB	VS-536	AMASB	NLBO	MEDIA	DHS
10	28.7c	31.9abc	33.2a	33.9a	30.8abc	29.7bc	31.4	3.8
16	30.9ab	30.0ab	34.3a	31.9ab	31.7ab	29.4b	31.4	4.7
23	34.1b	35.6b	36.9b	40.6a	35.6b	36.6b	36.6	3.3
30	31.4a	32.4a	33.4a	32.2a	33.4a	31.0a	32.3	3.7
37	32.5a	31.8a	32.7a	36.3a	33.5a	32.0a	33.1	4.6
44	33.6a	31.6a	32.0a	35.4a	35.2a	32.3a	33.5	4.9
49	37.6abc	40.2abc	35.9c	41.2ab	42.6a	36.6bc	39.0	5.3
58	47.3a	48.1a	46.4a	47.3a	47.3a	44.4a	46.8	5.4
65	48.3ab	46.3ab	44.9b	50.6a	47.5ab	46.2ab	47.3	5.2
73	48.8a	46.6a	45.8a	49.4a	46.9a	46.3a	47.2	4.6
79	46.7a	44.5a	43.5a	46.3a	44.5a	44.3a	44.9	3.4
85	44.4a	42.6ab	43.8a	43.0ab	42.8ab	41.5b	43.0	2.2

DDS: días después de la siembra, NLRF: Nativo Leyes de Reforma, PINSB: Pinto San Benito, BLASB: Blanco San Benito, AMASB: Amarillo San Benito, NLBO: Nativo Loma Bonita, Oaxaca, DHS: diferencia significativa honesta. Medias con letras iguales en las filas no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Diámetro de elote sin brácteas

En esta variable destacaron PINSB (5.4 cm), VS-536 (5.1 cm) y NLBO (4.5 cm), que se cultivan para grano. García-Montesinos *et al.* (2020) reportaron para maíces híbridos de Oaxaca un diámetro de mazorca de 4.1 cm y para criollos 4.43 cm, denotando que la información presentada está en concordancia con otros ensayos que se han efectuado en maíces nativos.

Peso de elote con brácteas

Peso de elote con brácteas fue estadísticamente más alto en NLBO (325 g), PINSB (300.5 g) y BLASB (283.2 g), que rindieron 37.2, 26.5 y 19.2 % más que VS-536 (Cuadro 4). Ortiz-Torres *et al.* (2013) encontraron en variedades nativas de maíz de Puebla una variación de 375.5 a 470.5 g por elote, que superaron a A7573 de Asgrow®; esta última duró 80 días a floración femenina y en variedades nativas

Cuadro 4. Caracteres morfológicos de maíces nativos en variedades de maíz, Loma Bonita, Oaxaca, México.

Caracter	NLRF	PINSB	BLASB	VS-536	AMASB	NLBO	MEDIA	DHS	CV
APL	244.4a	252.6a	250.4a	197.2c	228.5ab	207.4bc	229.5	29.8	12.1
AEL	144.6a	152.9a	141.9a	92.7c	93.5c	113.8b	123.2	12.0	10.9
AFO	5691.0a	5703.0a	5247.2ab	4510.3c	4779.4bc	4959.2bc	5148.3	610.8	12.9
DTA	2.0ab	2.1a	2.0ab	1.9b	1.9b	2.0ab	2.0	0.16	8.7
CLO	44.4a	42.6ab	43.8a	43.0ab	42.8ab	41.5b	43.0	2.2	8.9
HTO	13.5ab	14.2a	13.4ab	11.2c	12.7b	13.0b	13.0	0.9	8.0
HAE	6.4ab	6.5ab	6.6a	5.6b	6.2ab	6.4ab	6.3	0.8	13.9
LEL	21.5a	17.1b	17.1b	17.3b	16.3b	17.8b	17.8	3.0	18.5
DEL	3.5c	5.4a	4.3b	5.1a	3.4c	4.5ab	4.3	0.6	17.9
PEH	255.4bc	300.5ab	283.2abc	237.5c	259.0bc	325.8a	277.1	57.1	22.4
PHS	140.3b	154.7b	162.0ab	167.3ab	152.5b	187.9a	160.8	30.5	20.6
PBR	119.8bcd	138.4ab	130.6bc	92.7d	109.7cd	164.3a	125.9	28.6	24.7
NHI	12.7abc	11.8cd	12.0bcd	13.2ab	11.3d	13.7a	12.4	1.2	10.7
GRH	32.8ab	33.1ab	32.3ab	35.8ab	31.1b	36.5a	33.6	4.8	15.7
NUD	14.3ab	15.3a	13.8b	11.6c	13.8b	13.6b	13.7	1.0	8.3
PHO	214.3ab	243.6a	236.4a	176.7b	217.2ab	218.0ab	217.7	41.6	20.7
PTA	227.6b	281.0a	245.7ab	132.5c	241.7ab	246.8ab	229.2	43.3	20.5
PES	9.2b	6.8c	8.1bc	7.4c	7.1c	11.9a	8.4	1.8	23.6
PGR	66.3b	83.2ab	95.7a	99.9a	72.5b	101.7a	86.5	19.0	24.0
GMZ	414.2bc	386.4c	390.6c	473.4ab	358.8c	502.8a	421.0	80.1	20.7
REN	44.1b	52.0a	48.3ab	34.6c	45.3b	50.2ab	45.7	6.2	14.9

NLRF: Nativo Leyes de Reforma, PINSB: Pinto San Benito, BLASB: Blanco San Benito, AMASB: Amarillo San Benito, NLBO: Nativo Loma Bonita Oaxaca. APL: altura de planta (cm), AEL: altura al elote (cm), AFO: área foliar (cm²), DTA: diámetro de tallo (cm), CLO: clorofila (SPAD), HTO: hojas totales, HAE: hojas arriba del elote (cm), LEL: longitud del elote sin brácteas (cm), DEL: diámetro de elote sin brácteas (cm), PEH: peso de elote con brácteas (g), PHS: peso de elote sin brácteas (g), PBR: peso de brácteas del elote (g), NHI: número de hileras del elote, GRH: número de granos por hilera, NUD: nudos por planta, PHO: peso de hojas (g), PTA: peso de tallos (g), PES: peso de espigas (g), PGR: peso de grano del elote (g), GMZ: granos por elote, REN: rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹). DHS: diferencia significativa honesta (Tukey, P ≤ 0.05), CV: coeficiente de variación (%). Medias con letras iguales en las filas no son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05).

se tuvieron de 80 a 91.5 días para llegar a floración, por lo que mostraron un mayor periodo de llenado de grano.

Peso del elote sin brácteas

El peso del elote sin brácteas (PHS) fue superior en términos numéricos en NLBO (187.9 g), que estuvo en un mismo grupo de significancia con BLASB y VS-536 (167.3 g). En un trabajo realizado en Loma Bonita, Oaxaca se determinó un PHS de 158.3 g en VS-536 (Sánchez *et al.*, 2013), que es equivalente al de este estudio.

Peso de brácteas (hojas del elote)

La mayor cantidad de brácteas se obtuvo en NLBO (164.3) y PINSB (138.4 g), atribuido a su mayor peso de elote con brácteas (PBR). Así, el PBR en esas variedades

fue 77.2 y 49.3 % superior con relación a VS-536 (92.7 g). Sánchez *et al.* (2013) obtuvieron un PBR de 209.9 y 243.0 g planta⁻¹ en VS-536 y en un maíz nativo obtuvieron 133 a 257 g planta⁻¹ para peso de brácteas.

Peso de hojas

El mayor peso de hojas se tuvo en PINSB y BLASB, superior en 37.9 y 33.8 % con relación a VS-536 (Cuadro 4). En maíces con potencial forrajero se determinó en Loma Bonita, Oaxaca un peso de hojas para VS-536 de 129.2 a 142.3 g planta⁻¹, y en un genotipo procedente de Papantla, Ver., México de la raza tuxpeño, se determinó un PHO de 175.2 a 228 g planta⁻¹ (Sánchez *et al.*, 2013), denotando que materiales nativos por ser de porte alto y tardíos acumulan un mayor peso de hojas.

Peso de tallos

En peso de tallos (PTA) Sobresalió PINSB (281.0 g), que en términos estadísticos fue similar a NLBO, BLASB y AMASB. El PTA fue menor en NLR (227.6 g) y en VS-536 (132.5 g). Sánchez *et al.* (2013) reportaron en VS-536 un PTA de 125.2 a 149.2 g planta⁻¹ en PTA y de 233.9 a 238.7 g planta⁻¹ en un material nativo de Papantla, Ver., confirmando que maíces nativos en el trópico mexicano tienden a ser altos y tardíos, mostrando un peso superior en hojas y tallos, importante en términos de rendimiento forrajero, ya que maíces con mayor peso de tallos acumulan más biomasa.

Peso de espigas

Las estructuras florales más pesadas se tuvieron en NLBO (11.9 g), lo que se relaciona con el proceso de llenado de grano al darse una mejor polinización. En VS-536 se tuvieron 7.4 g, en concordancia con Sánchez *et al.* (2019), quienes reportaron para VS-536 un PES de 7.7 gramos.

Peso de grano por elote

Los mayores pesos de grano de elote ocurrieron en NLBO (101.7 g), VS-536 (99.9 g) y BLASB (95.7 g). El peso de grano más bajo se encontró en AMASB (Cuadro 4). En diferentes colectas establecidas a 50 mil plantas ha⁻¹ en el municipio de Cárdenas, Tabasco, México se obtuvo un rendimiento de grano que varió de 68 a 145 gramos por mazorca (Sánchez-Hernández *et al.*, 2015).

Rendimiento de forraje verde

Los genotipos PINSB (52.0 t ha⁻¹), NLBO (50.2 t ha⁻¹) y BLASB (48.3 t ha⁻¹) superaron al testigo en rendimiento forrajero en un 50.3, 45.1 y 39.6 %, respectivamente (Cuadro 4). Aún bajo un mismo manejo agronómico, los maíces nativos mostraron un alto potencial para producir forraje. Pecina *et al.* (2011) señalaron que los genotipos tropicales presentan plantas altas, con alto número de hojas, tallos gruesos y fuertes, que deben de aprovecharse en producción de forraje. Sánchez-Hernández *et al.* (2015) en maíces nativos de Tabasco calcularon un rendimiento en forraje de 32.0 a 47.4 t ha⁻¹ con 50 mil plantas ha⁻¹; en esta investigación, con 62,500 plantas ha⁻¹ el rendimiento forrajero varió de 34.6 a 52.0 t ha⁻¹ (Cuadro 4).

Número de hileras por elote

Un mayor número de hileras por elote se observó en NLBO (13.7), aunque estadísticamente fue similar a VS-536 (13.2). El criollo AMASB tuvo 11.3 hileras (Cuadro 4), lo que concordó con Ramírez *et al.* (2020), quienes, en Guerrero, encontraron diferencias en NHI en un maíz nativo amarillo

versus morado (12.9 y 10 hileras, respectivamente).

Número de granos por hilera

Los genotipos nativos superaron ($P \leq 0.05$) al testigo en número de granos por hilera (32.3 a 36.5), con excepción de AMASB (Cuadro 4). En maíz nativo amarillo y morado de trópico se contaron 29.9 y 32.4 granos por hilera, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos (Ramírez *et al.*, 2020).

Granos por elote

Un mayor número de granos por elote (GMZ) existió en NLBO (502.8 granos), estadísticamente similar a VS-536 (473.4 granos), que superaron al resto de materiales nativos que se ensayaron (Cuadro 4). Pecina *et al.* (2011), en maíces nativos de Tamaulipas, encontraron que el número de GMZ varió de 162 a 314 en trópico seco y de 379 a 520 granos en Valles Altos, demostrando que existe una diversidad genética importante en maíces de Tamaulipas, susceptible de interactuar con el ambiente de producción.

Correlaciones fenotípicas entre caracteres

El rendimiento de forraje verde se correlacionó positivamente con la mayoría las variables en estudio (Cuadro 5): altamente significativa con APL ($r=0.42^{**}$), DTA ($r=0.32^{**}$), CLO ($r=0.35^{**}$), HTO ($r=0.55^{**}$), LEL ($r=0.55^{**}$), PEH ($r=0.76^{**}$), PBR ($r=0.74^{**}$), NUD ($r=0.48^{**}$), PHO ($r=0.79^{**}$), PTA ($r=0.84^{**}$), PES ($r=0.27^{**}$) y PEE ($r=0.43^{**}$) y significativa con HAE ($r=0.22^{**}$) y PHS ($r=0.27^{*}$). Estos resultados indican que puede incrementarse el rendimiento de forraje verde seleccionando por el número de hojas totales, peso de elote con brácteas, peso de brácteas del elote. Lauer *et al.* (2001) concluyen que el peso fresco y seco del maíz son los dos componentes principales del incremento en el rendimiento de materia seca y verde, por lo que la formación de nuevos cultivares forrajeros debe enfocarse en seleccionar estas características. Los productores de maíz de la cuenca del Papaloapan han mejorado sus variedades criollas para rendimiento de grano y producción de forraje por medio de selección masal visual considerando que la región es una zona ganadera importante.

El peso de brácteas (PBR) se asoció con producción de forraje verde ($r=0.74^{**}$), diámetro de tallo ($r=0.25^{**}$), hojas totales ($r=0.42^{**}$), hojas arriba del elote ($r=0.25^{**}$), longitud del elote sin brácteas ($r=0.47^{**}$), diámetro del elote sin brácteas ($r=0.23^{*}$), peso de elote con brácteas ($r=0.79^{**}$) y peso de elote sin brácteas ($r=0.43^{**}$), lo que significa que al seleccionar plantas de maíz con mayor número de hojas totales y arriba del elote se asocia con mayor

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas para caracteres de crecimiento y rendimiento en maíces nativos, Loma Bonita, Oaxaca, México.

	APL	DTA	CLO	HTO	HAE	LEL	DEL	PEH	PHS	PBR	NHI	GRH	NUD	PHO	PTA	PES	PGR	PEE	GMZ
REN	0.42**	0.32**	0.35**	0.55**	0.22*	0.55**	0.30**	0.76**	0.27*	0.74**	-0.03ns	0.14ns	0.48**	0.79**	0.84**	0.27**	0.10ns	0.43**	0.06ns
APL		0.32**	0.30**	0.81**	0.45**	-0.14ns	0.16ns	0.10ns	-0.13ns	0.07ns	-0.10ns	-0.09ns	0.42**	0.24**	0.25*	-0.27**	-0.17ns	0.43**	-0.14ns
DTA			0.18ns	0.31**	0.01ns	0.14ns	0.22*	0.23*	0.10ns	0.25**	-0.2ns	-0.1ns	0.23*	0.25**	0.30**	-0.01ns	0.16ns	0.04ns	-0.23ns
CLO				0.14ns	0.21*	0.24**	0.14ns	0.22*	0.03ns	0.14ns	-0.07ns	-0.12ns	0.23*	0.36**	0.28**	-0.22ns	-0.06ns	0.16ns	-0.19*
HTO					0.45**	0.16ns	0.13ns	0.38**	-0.01ns	0.42**	-0.09ns	-0.17ns	0.57**	0.34**	0.57**	0.19ns	-0.04ns	0.04ns	-0.17ns
HAE						0.24**	0.06ns	0.34**	0.05ns	0.25**	0.20*	-0.20ns	0.16**	0.01ns	0.15ns	0.27**	0.01ns	0.07ns	-0.05ns
LEL							-0.03ns	0.55**	0.21*	0.47**	-0.01ns	0.09ns	0.08ns	0.44**	0.34**	0.20*	0.12ns	0.25*	0.07ns
DEL								0.34**	0.30**	0.23*	0.09ns	0.01ns	0.05ns	0.31**	0.09ns	0.03ns	0.32**	0.44**	0.04ns
PEH									0.48**	0.79**	0.13ns	0.10ns	0.27**	0.37**	0.39**	0.37**	0.35**	0.48**	0.14ns
PHS										0.43**	0.47**	0.40**	0.05ns	0.22*	-0.04ns	0.19*	0.83**	0.63**	0.54**
PBR											0.15ns	0.23*	0.32**	0.44**	0.50**	0.47**	0.34**	0.53**	0.24**
NHI												0.9**	-0.14ns	-0.12ns	-0.10ns	0.36**	0.40**	0.32**	0.78**
GRH													-0.17ns	0.33**	-0.01ns	0.12ns	0.37**	0.34**	0.87**
NUD														0.25**	0.59**	0.04ns	-0.14ns	0.17ns	-0.20*
PHO															0.61**	-0.02ns	0.09ns	0.38**	0.14ns
PTA																0.23*	-0.16*	0.17ns	-0.10ns
PES																	0.14ns	0.25**	0.28**
PGR																		0.05ns	0.47**
PEE																			0.40**

REN: rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹), APL: altura de planta (cm), DTA: diámetro de tallo (cm), CLO: clorofila (SPAD), HTO: hojas totales, HAE: hojas arriba del elote (cm), LEL: longitud del elote sin brácteas (cm), DEL: diámetro de elote sin brácteas (cm), PEH: peso de elote con brácteas (g), PHS: peso de elote sin brácteas (g), PBR: peso de brácteas del elote (g), NHI: número de hileras del elote, GRH: número de granos por hilera, NUD: nudos por planta, PHO: peso de hojas (g), PTA: peso de tallos (g), PES: peso de espigas (g), PGR: peso de grano del elote (g), PEE: Peso de grano por elote (g), GMZ: granos por elote. Diferencia significativa a **P ≤ 0.01, *P ≤ 0.05, NS: no significativo.

peso de brácteas, característica que se podría aprovechar para emprender un programa de mejoramiento genético enfocado a la generación de variedades productoras de hojas (brácteas) de maíz.

King (2007) indicó que en México el aprovechamiento de la hoja (bráctea) de maíz a nivel comercial inició a principios de la década de 1990, distribuyendo el producto a nivel nacional en pacas de 30 kg e internacional en presentaciones de 5, 8 y 16 oz, con 60, 100 y 200 hojas (brácteas), respectivamente.

CONCLUSIONES

La variación de los caracteres morfológicos dependió de los genotipos de maíz, donde los maíces nativos presentaron una mayor altura de la planta, altura al elote y diámetro de tallo, lo cual es favorable para la producción de forraje. El área foliar fue mayor en los genotipos nativos en las últimas cuatro etapas de crecimiento, al mostrar hojas más anchas y grandes. El rendimiento y componentes de los maíces nativos PINSB y NLBO superaron en rendimiento de forraje verde al testigo. El rendimiento de forraje verde se asoció positivamente con número de hojas totales, diámetro de tallo, altura de planta, peso de brácteas de elote, peso de hojas y peso de tallo. Los genotipos nativos superaron al testigo en peso de hojas y de tallos. En la cuenca baja del Papaloapan existen maíces nativos sobresalientes en producción de forraje que pueden usarse en programas de mejoramiento genético para maíces con fines forrajeros.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera-Toledo J. M., A. Carballo-Carballo, J. A. Mejía-Contreras, G. García-De los Santos y H. Vaquera-Huerta (2019) Caracterización de poblaciones sobresalientes de maíz de la raza Zapalote Chico. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42:269-279.
- Castro-Nava S., C. A. Reyes-Méndez y A. J. Huerta (2014) Diversidad genética de características del área foliar en maíces nativos de Tamaulipas bajo altas temperaturas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37:217-223.
- CODEPAP, Consejo de Desarrollo del Papaloapan (2016) Isla, Veracruz. Consejo de Desarrollo del Papaloapan. Banderilla, Veracruz, <http://www.codepap.gob.mx/2016/06/13/isla-veracruz/> (Octubre 2020).
- Cortez A. M. J. y C. Ayala D. (2020) Contenido de proteína, hierro y zinc en maíces criollos salvadoreños. *Realidad y Reflexión* 51:25-35, <https://doi.org/10.5377/ryr.v51i0.9842>
- Guevara-Hernández F., M. A. Hernández-Ramos, J. L. Basterrechea-Bermejo, R. Pinto-Ruiz, J. A. Venegas-Venegas, L. A. Rodríguez-Larramendi y P. Cadena-Iñiguez (2019) Maíces locales; una contextualización de identidad tradicional. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* 51:369-381.
- Guillén-de la Cruz P., E. de la Cruz-Lázaro, S. A. Rodríguez-Herrera, G. Castañón-Nájera, A. Gómez-Vázquez y A. J. Lozano-del Río (2014) Diversidad morfológica de poblaciones de maíces nativos (*Zea mays* L.) del estado de Tabasco, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* 46:239-247.
- King, A. (2007) Diez años con el TLCAN: revisión de la literatura y análisis de las respuestas de los agricultores de Sonora y Veracruz, México. Informe especial del CIMMYT 07-01. México, D.F.: CIMMYT/Congressional Hunger Center.
- Lauer J. G., J. Coors G., P. Flannery J. (2001) Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Sci.* 41:1449-1455.
- Musa U. T. and U. T. Hassan (2016) Leaf area determination for maize (*Zea mays* L.), okra (*Abelmoschus esculentus* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) crops using linear measurements. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 6:103-111.
- Ortiz-Torres E., P. A. López., A. Gil-Muñoz, J. D. Guerrero-Rodríguez, H. López-Sánchez... y M. Valadez R. (2013) Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19:225-238.
- Pecina M. J. A., M. C. Mendoza C., J. A. López S., F. Castillo G., M. Mendoza R. y J. Ortiz C. (2011) Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34:85-92.
- Ramírez R. O., J. L. Escobar A., M. A. Maldonado P., A. R. Rojas G., E. Hernández C., J. L. Valenzuela-Lagarda (2020) Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* No. Esp. 24:239-246, <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2374>
- Rendón-Aguilar B., V. Aguilar-Rojas, M. C. Aragón-Martínez, J. F. Ávila-Castañeda, L. A. Bernal-Ramírez, D. Bravo-Avilez, ... y R. Ortega-Packzca (2015) Diversidad de maíz en la Sierra Sur de Oaxaca, México: conocimiento y manejo tradicional. *Polibotánica* 39:151-174, <https://doi.org/10.18387/polibotanica.39.9>
- Rincón C. A. y G. A. Ligarreto (2010) Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila en maíz asociado con pastos en el Piedemonte llanero colombiano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11:122-128, https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num2_art:202
- Rivas J. M. A., S. I. Mendoza P., D. M. Sangerman-Jarquín, M. A. Sánchez H., C. A. Herrera C., A. R. Rojas G. (2020) Evaluación forrajera de maíces de diversos orígenes de México en la región semiárida. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 24:93-104. DOI: 10.29312/remexca.v0i24.2361.
- Sánchez-Hernández E., E. de la Cruz-Lázaro, R. Sánchez-Hernández (2015) Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuario* 1:7-15.
- Sánchez H. M. A., C. U. Aguilar M., N. Valenzuela J., B. M. Joaquín T., C. Sánchez H... y C. Villanueva V. (2013) Rendimiento en forraje de maíces del trópico húmedo de México en respuesta a densidades de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarías* 4:271-288.
- Sánchez H. C., M. A. Sánchez H., A. J. Vicente P. (2014) Tecnología de producción y aprovechamiento del totemoxtle de maíz en México. En González C. N., E. Torres G., M. C. De la Cruz L., J. V. Mendiola C., A. Castillo D., R. Zárate D. (Comps.). *Investigaciones en ciencias biológicas*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. pp. 183-189.
- Sánchez H. M. A., M. Cruz V., C. Sánchez H., G. Morales T., M. A. Rivas J. y C. Villanueva V. (2019) Rendimiento forrajero de maíces adaptados al trópico húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10:699-712, <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1546>
- SAS Institute (2004) SAS/STAT 9.1. User's Guide. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA. 5121 p.
- Secretaría de Economía (2012) Análisis del sector lácteo en México. Dirección General de Industrias Básicas. Bajado el 10 de junio de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020) Anuario estadístico de la producción agrícola. Cierre de la producción agrícola 2019, <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Noviembre de 2020).
- Sierra-Macias M., A. Palafox-Caballero, G. Vázquez-Carrillo, F. Rodríguez-Montalvo y A. Espinosa-Calderón (2010) Caracterización agronómica, calidad industrial y nutricional de maíz para el trópico mexicano. *Agronomía Mesoamericana* 21:21-29, <https://doi.org/10.15517/am.v21i1.4908>
- Soto M. V. H., J. L. Alanís M. y J. M. Pech C. (2019) Un año de observaciones

meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 7:206-221, <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v7i2.85>

Tinoco A. C. A., F. A. Rodríguez M., J. A. Sandoval R., S. Barrón F., A. Palafox C... y J. Romero M. (2002) Manual de Producción de Maíz para los Estados de Veracruz y Tabasco. Libro técnico Núm. 9. Campo Experimental Papaloapan. INIFAP. Isla, Veracruz, México. 113 p.