

Evaluación de rastrojo y de grano en maíces nativos en Guasave Sinaloa

Delfina Salinas-Vargas¹
María de los Ángeles Maldonado-Peralta²
Adelaido Rafael Rojas-García²
Adalid Graciano-Obeso¹
Joel Ventura-Ríos³
Ramiro Maldonado-Peralta^{1§}

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Carretera a Brecha s/n, ejido Burrioncito, Guasave, Sinaloa. CP. 81149. Tel. 687 8714581. (delfina.sv@guasave.tecnm.mx; adalid.go@guasave.tecnm.mx).

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Núm. 2-Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. CP. 41940. Tel. 741 4140783. (mmaldonado@uagro.mx; rogarcia@uagro.mx).

³Departamento de Recursos Producción Animal-UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. CP. 25315. Tel. 844 4110209. (joelventur@gmail.com).

§Autor para correspondencia: ramiro.mp@guasave.tecnm.mx.

Resumen

El rastrojo de maíz siempre se ha utilizado como fuente de alimento para ganado bovino, caprino y ovino, aunque las gramíneas forrajeras presentan una serie de bondades que incrementan la producción de leche, carne y mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños. El experimento se llevó a cabo con el objetivo de conocer la producción de rastrojo y rendimiento de grano en cuatro maíces nativos y dos híbridos en Guasave, Sinaloa. Se utilizaron seis genotipos de maíz, cuatro son nativos (amarillo de Tlaxcala, azul de Oaxaca y rojo de Veracruz y blanco de Puebla) y dos híbridos (4050 Dekalb[®] e Hipopótamo Asgrow[®]). El diseño experimental y tratamientos fueron establecidos y analizados en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, se midieron variables agronómicas, rendimiento de grano y biomasa. Se realizó un análisis de varianza, prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Los resultados muestran que los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los materiales evaluados de maíces nativos, en los atributos agronómicos y biomasa. La comparación de medias de las variables muestra que el genotipo blanco produjo mayor altura, número de hojas, área foliar, biomasa total y rastrojo. El maíz nativo blanco obtuvo en producción de rastrojo 44% más que híbrido hipopótamo. El maíz blanco genero mejores características para la obtención de forraje por la mayor altura, número de hojas, área foliar y biomasa total, además tiene el rendimiento mayor de los cuatro genotipos nativos. La conclusión fue que el genotipo de maíz blanco tiene las mejores características para la producción de forraje.

Palabras clave: *Zea mays* L., biomasa, nativos, rastrojo, rendimiento.

Recibido: julio de 2022

Aceptado: octubre de 2022

El maíz es el cereal de mayor producción a nivel mundial y se utiliza para consumo humano, alimentación del ganado y combustible (Gwartz *et al.*, 2014; Ranum *et al.*, 2014). En México el maíz tiene gran importancia, según volumen de producción, usos y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Muñoz *et al.*, 2013; Rocandio-Rodríguez *et al.*, 2014). Sinaloa produce 64% del volumen total nacional, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) reporta el índice de cosecha es de 0.45 con 26.24 toneladas de biomasa por hectárea, en una cosecha de 11.76 toneladas de grano y 14.48 de rastrojo (FIRA, 2019). El maíz se produce de riego o temporal, en donde destaca el estado de Sinaloa con mayor producción en grano y rastrojo de maíz (SIAP, 2018).

El rastrojo llega a representar 50% de la biomasa total aérea de la planta (Tollenaar *et al.*, 2006) y existen evidencias de que una mejora en la capacidad de producción de este no incide negativamente en el rendimiento de grano, además de que entre variedades la producción de rastrojo es diferente (Lorenz *et al.*, 2009). Si se considera que entre las poblaciones nativas de maíz las diferencias fenotípicas y genéticas en atributos agronómicos (Muñoz, 2005; Rocandio-Rodríguez *et al.*, 2014) son comunes, se infiere que es posible encontrar materiales que combinen alto rendimiento de rastrojo y grano (Dhugga, 2007).

La ventaja de la biomasa de maíz sobre otras plantas energéticas es que se produce después de la cosecha del grano y no requiere el uso de una zona diferente para su desarrollo (Elizondo y Boschini, 2002). El manejo de los rastrojos de maíz llega a convertirse en un problema para el agricultor, quien después de la cosecha está en la disyuntiva de incorporar los residuos de cosecha mediante labores culturales, recuperar la paja y empacarla para su venta al sector pecuario, quemarla para limpiar su predio, lo cual llega a provocar serios daños al suelo; además de la pérdida del nitrógeno que se podría incorporar paulatinamente. Aunque, la quema de rastrojo ya ha sido penalizada (Quintero y Moncada, 2008).

El rastrojo siempre se ha utilizado como alimento para ganado bovino y ovino principalmente, sin embargo, las gramíneas forrajeras presentan una serie de bondades que incrementan la producción de leche y carne, además, tiende a mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños (Martínez y Leyva, 2014). De acuerdo con esta información, el objetivo de conocer la producción de rastrojo y rendimiento de grano en cuatro maíces nativos y dos híbridos en Guasave, Sinaloa.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante los meses de diciembre de 2019 a abril 2020, en condiciones de riego en el lote del campo experimental, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITGS) en el municipio de Guasave, Sinaloa; ubicado en las coordenadas 25° 52" latitud norte y 108° 37" longitud oeste, a 15 msnm.

La siembra se realizó el día 10 de diciembre del 2019 en un suelo de textura arcillosa. Se utilizaron seis genotipos de maíz, cuatro son nativos (amarillo de Tlaxcala, azul de Oaxaca y rojo de Veracruz y blanco de Puebla) y dos híbridos (4050 de Dekalb® e Hipopótamo de Asgrow®, estos últimos, utilizados para la producción de grano y rastrojo (biomasa).

La siembra se realizó en franjas apareadas de 10 surcos de 20 m de longitud con una densidad de 87 000 plantas por hectárea y la separación entre surcos de 0.76 m con tres repeticiones. La dosis de fertilización fue 280-80-00, N-P-K ha⁻¹, se aplicó la mitad de N y todo el P al momento de la siembra y la otra mitad de N se aplicó a través del sistema de riego en forma dosificada. Las fuentes

de fertilización urea y MAP los que se aplicaron antes de la siembra y por el sistema de riego se usó nitrato de amonio. Se aplicaron seis riegos (1 de asiento y 5 de auxilio) con una lámina de 43 cm mediante el sistema de riego por goteo y para el control de plantas arvenses se aplicó herbicida pre-emergente (Paraquat), dos cultivos mecánicos y un deshierbe manual.

El diseño experimental y tratamientos fueron establecidos y analizados en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por un surco de 20 m, teniendo cinco surcos por cada genotipo. Para la evaluación se tomaron 10 plantas por competencia completa por unidad experimental, teniendo un total de 30 plantas cosechadas para estimar la evaluación de rastrojo y rendimiento de grano.

De las cuales, cinco plantas se usaron para obtener las variables de peso seco de rastrojo y las otras 25 plantas se utilizaron para evaluación de variables agronómicas, que fueron: altura de planta (m) que se midió desde la base hasta la panícula, número de hojas por planta, diámetro de tallo (mm) mediante un vernier metálico, área foliar (AF) se obtuvo con un medidor de área foliar LI-COR 3100 (LI-COR, Lincoln, NE, EE.UU) en cm^2 y para determinar el rendimiento, se pesaron 100 granos de maíz (g planta^{-1}) de las 25 mazorcas con una balanza digital compacta Ohaus® (modelo CS 5000, China) y se reporta en t ha^{-1} , estas se desgranaron para la obtención de peso de grano, ajustando el peso de las muestras a 14% de humedad (Rocandio-Rodríguez *et al.*, 2014).

Para rastrojo (biomasa total) (t ha^{-1}), se utilizó el promedio de las cinco plantas por cada genotipo por repetición y se llevaron al laboratorio donde se separaron en tallo, hojas y mazorca, para su secado se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas en una estufa (modelo 31480, Thelco, Estados Unidos de América) con circulación de aire forzado a 70 °C, hasta peso constante y posteriormente se registró el rastrojo total con una balanza digital compacta Ohaus® (modelo CS 5000; China). Se utilizó el paquete estadístico SAS 9.0 para realizar un análisis de varianza empleando el diseño completamente al azar para las variables respuesta, también se realizó la prueba de comparación múltiple de medias propuesta por Tukey, con $\alpha = 0.05$.

Los resultados muestran que los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los rastrojos evaluados de maíces nativos (Cuadro 1), esto demuestra los valores más altos tanto en la desviación estándar como la diferencia mínima significativa en los atributos agronómicos, peso seco y de rendimiento, donde se resaltan las variables biomasa total, peso de mazorca, tallo, hojas, grano y rastrojo en los genotipos evaluados. Por lo que, estas variables son de gran importancia ya que el uso de rastrojo es dominante como fuente de alimento para ganado con más de 70% (Hellin *et al.*, 2013) y con ello satisfaciendo la demanda de forraje (Borja-Bravo *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Valores estimados de la media, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en seis genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa, México.

Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo (mín-máx)	CV (%)	DMS
Altura de planta (m)	2.1	0.4	1.5-2.8	6.3	0.2
Número de hojas	13.2	1.7	11-17	5.7	1.3
Diámetro de tallo (mm)	21.7	6.1	11-34	5.2	1.9
Área foliar (cm^2)	0.7	0.2	0.4-1.5	7.2	0.1

Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo (mín-máx)	CV (%)	DMS
Peso seco de tallo (g planta ⁻¹)	69.2	39.9	24-132	5.2	6.4
Peso seco de hojas (g planta ⁻¹)	76.8	28.1	32-137	5.2	7.1
Peso seco de mazorca (g planta ⁻¹)	189.7	65.1	108-326	4.7	15.1
Biomasa total (g planta ⁻¹)	335.7	116.4	194-563	2.3	13.8
Peso de 100 granos (g planta ⁻¹)	38.7	13.3	25-63	3.7	2.6
Rendimiento (t ha ⁻¹)	8.8	3.5	3.4-13	4.4	0.7
Rastrojo (t ha ⁻¹)	9.7	3.8	3.6-15.1	4.4	0.7

En el análisis de varianza para los seis genotipos evaluados tuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en todas las variables evaluadas (Cuadro 2), estos resultados se asemejan con lo que reporta Pecina-Martínez *et al.* (2011) en número de granos por mazorca que es un indicador importante que se debe considerar para el rendimiento. El conocimiento, conservación y uso de esta diversidad es de interés científico y económico. Científico porque es necesario documentar la variación morfológica y genética, su relación con el ambiente físico y biótico que lo rodea, así como con el determinante social de su existencia y evolución bajo domesticación (Hernández y Esquivel, 2004) ya que Guasave, Sinaloa, es considerada el corazón agrícola de México.

Cuadro 2. Suma de cuadrados del análisis de varianza de las variables agronómicas medidas en seis genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa, México.

FV	GL	Altura de planta (m)	Núm. de hojas	Diámetro de tallo (mm)	Área foliar (cm ²)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Suma de cuadrados							
Genotipo	5	3.8**	85**	1 243**	1.4**	6 129**	430**
Error	30	0.5	17	38	0.08	64	4
Total	35	4.3	102	1 282	1.48	6 194	435

** = significativos a los niveles de probabilidad 0.05; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad.

Las significancias de los análisis de varianza de las variedades nativas de maíz indican la respuesta al ambiente y la diferencia entre variables medidas que muestran la expresión genética de los genotipos. Además, es importante tener las variables de buena calidad como: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y área foliar, ya que incrementarían la producción de biomasa y que se reflejara en el rendimiento de rastrojo y grano (Santiago-López *et al.*, 2018). Aunque, Elizondo y Boschini (2002) indicaron que cualquier tipo de maíz puede cultivarse para forraje, siendo las variedades regionales las mejores al ser en su mayoría de porte alto, en comparación con los híbridos al ser de porte pequeño producen menos cantidad de forraje por unidad de área.

Las diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre genotipos indican diferentes potenciales productivos entre ellos (Cuadro 3). Al respecto, hubo poblaciones nativas que superaron o igualaron en producción de rastrojo a las variedades comerciales recomendadas para la región en este caso no en rendimiento y según Serratos (2009) en el continente americano se reportaron 300 razas, la variación en México representa 22.7% de la diversidad del maíz. Esta diversidad está presente a nivel de microrregiones, que se denomina patrón etnofitogenético o patrón varietal (Muñoz, 2005).

Cuadro 3. Suma de cuadrados del análisis de varianza de las variables de rendimiento medidas en seis genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa, México.

FV	GL	Peso seco de tallo (g planta ⁻¹)	Peso seco de hojas (g planta ⁻¹)	Peso de mazorca (g planta ⁻¹)	Biomasa total (g planta ⁻¹)	Rastrojo (g planta ⁻¹)
Suma de cuadrados						
Genotipo	5	44 950**	27 285**	145 958**	472 979**	521**
Error	30	401	492	2452	1872	5
Total	35	45 352	27 777	148 411	474 746	526

**= significativos a los niveles de probabilidad 0.05; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad.

Los resultados del Cuadro 4 el genotipo blanco produjo la mayor altura de planta, número de hojas y área foliar. Lo cual, es similar a lo encontrado por Camacho *et al.* (1995); Sánchez-Hernández *et al.* (2019) en donde, aseguraron que el rendimiento de grano en maíz aumenta a medida que lo hace el área foliar total por planta. La altura de planta, número de hojas y el diámetro del tallo fueron diferentes en todos los genotipos y oscilaron entre 1.5 a 2.6 m en altura, 12 y 17 hojas por planta, 1.2 y 3.1 cm de diámetro de tallo respectivamente, estos resultados son diferentes a lo reportado por Rodríguez-Larramendi *et al.* (2016) en genotipos locales de Chiapas, ya que estos están adaptados en su zona geográfica. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los que reporta Palemón-Alberto *et al.* (2019) en Iguala, Guerrero, donde fluctuó entre 1.8 a 2.6 m en altura de plantas. Siendo una de las variables principales que indican los índices de selección de plantas de maíz forrajero (Tucuch-Cauich *et al.*, 2011).

Cuadro 4. Variables agronómicas de seis genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa, México.

Genotipos	Altura de planta (m)	Núm. de hojas	Diámetro de tallos (cm)	Área foliar (cm ²)	Peso de 100 granos (g planta ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Rojo	1.9 c	13 bc	3.1 a	8 449 b	26 d	6.1 c
Amarillo	1.5 d	12 c	1.8 d	4 274 c	26 d	8.6 d
Azul	1.9 c	13 bc	1.2 e	5 236 c	30 c	3.4 e
Blanco	2.6 a	17 a	2.5 b	11 520 a	53 b	8.9 c
HD 4050	2.2 b	12 bc	2.0 d	8 797 b	59 a	13.5 a
Hipopótamo	2.1 b	14 b	2.2 c	8 806 b	50 b	12.5 b

Medias con distintas letras indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

En este estudio se encontró que los genotipos blancos mostraron alto rendimiento comparado con los genotipos locales, aunque, en la actualidad, el maíz local presenta un alto interés científico desde el punto de vista de su conservación, manejo, cultura, comercialización y mejoramiento (Rodríguez-Larramendi *et al.*, 2016). Debido a ello, es de gran importancia estudiar las características del maíz nativo para incluirlo como posibles genotipos forrajeros en la región norte de Sinaloa. Aunque, en este estudio, se utilizaron genotipos provenientes de otras regiones (Tlaxcala, Oaxaca, Puebla y Veracruz) para conocer su adaptación agronómica en la región de Guasave, Sinaloa.

No obstante, este maíz nativo no es regional y en rendimiento no supera a los híbridos utilizados; sin embargo, la variedad Blanco proveniente del estado Puebla es uno de los genotipos utilizados que produjeron mayor producción en rendimiento y biomasa. En un estudio realizado por Ángeles-Gaspar *et al.* (2010), en Puebla, encontraron que existe amplia diversidad genética entre las poblaciones locales de maíz, al grado que una de ellas supera o igualan en rendimiento de grano a híbridos comerciales de la región. Otra forma de incrementar el rendimiento y sus componentes en genotipos nativos es realizar ciclos de selección como lo reporta López-Morales *et al.* (2020).

La comparación de medias de las variables de peso seco (Cuadro 5) el genotipo blanco resulto mejor en todas las variables medidas. Los resultados encontrados en este análisis corroboraron que la producción de biomasa por planta en las variedades locales no es uniforme en todos los maíces, de ahí que la acumulación de biomasa sea un factor importante en la selección de materiales para forraje, aunque la selección de maíces se realiza en base al rendimiento de grano (Peña *et al.*, 2004; Sánchez e Hidalgo, 2018). Como menciona Villegas *et al.* (2001) que la materia seca empleada para la alimentación en la ganadería proviene de cuatro fuentes de abastecimiento: 29.8% es producida en los agostaderos, 41.9% en las praderas, 24% procede de los residuos agrícolas y 4.3% se deriva de los cultivos forrajeros, lo que muestra la importancia del uso del rastrojo de maíz.

Cuadro 5. Variables rendimiento en seis variedades de maíz en Guasave, Sinaloa, México.

Genotipos	Peso seco de tallo (g planta ⁻¹)	Peso seco de hojas (g planta ⁻¹)	Peso de mazorca (g planta ⁻¹)	Biomasa total (g planta ⁻¹)	Rastrojo (t ha ⁻¹)
Rojo	124 a	83 b	180 c	388 b	6.8 b
Amarillo	28 e	34 e	135 d	198 d	9.5 f
Azul	39 d	62 b	111 e	213 d	3.7 e
Blanco	106 b	125 a	308 a	541 a	14.8 a
HD 4050	45 d	71 c	220 b	337 c	13.7 d
Hipopótamo	70 c	84 b	181 c	236 c	9.8 c

Medias con distintas letras indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

El maíz nativo blanco superó al mejor híbrido hipopótamo en la producción de rastrojo en 44% lo que demuestra ser un material con excelentes características para la producción de biomasa en la alimentación de ganado. El rastrojo de maíz es el alimento más abundante para los rumiantes durante parte del año en muchas regiones de México, pero su aporte nutricional es insuficiente para mantenerlos (Guerra-Liera *et al.*, 2017). Según Gasque (2008) estimó que un bovino consume una cantidad de rastrojo al día igual al 3.2% de su peso vivo, lo que equivale a 14.4 kg y se estima que en año se consume 5 256 kg de rastrojo.

Conclusiones

El genotipo de maíz blanco tiene las mejores características para la producción de forraje ya que es un material de mayor altura, número de hojas, área foliar para obtención de forraje (soca). Los resultados obtenidos de maíces locales nos servirán de referencia para estudios posteriores en la adaptación de los genotipos y su mejoramiento genético para la producción de forraje y grano. También, se encontró que los genotipos blancos de maíz producen más rendimiento de grano y rastrojo ya que son materiales seleccionados y mejorados para producción a mayor escala.

Literatura citada

- Ángeles, G. E.; Ortiz, T. E.; López, P. A. y López, R. G. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4):287-296.
- Camacho, R. G.; Garrido, O. X. y Lima, M. G. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación con área foliar y coeficiente de extinción de luz. *Scientia Agrícola Piracicaba.* 52(2):294-298.
- Borja, B. M.; Reyes, M. L.; Espinosa, G. J. A. y Vélez, I. A. 2016. Estructura y funcionamiento de la cadena productiva de esquilmos agrícolas como forraje en la región del Bajío, México. *Rev. Mex. Agronegocios.* 39:451-464.
- Dhugga, S. K. 2007. Maize biomass yield and composition for biofuels. *Crop Sci.* 47(6):2211-2227. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.05.0299>.
- Elizondo-Salazar, J. A. and Boschini-Figueroa, C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana.* 13(1):13-17.
- FIRA. 2019. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Panorama agroalimentario. Maiz-2019. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/11/Panorama-Agroalimentario-Ma%C3%ADz-2019.pdf>.
- Gasque, R. 2008. Alimentación de bovinos en enciclopedia bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. México, DF. <https://issuu.com/wlocoguzman100/docs/enciclopediabovinaunam-110329084734-phpp01>.
- Guerra, L. J. E.; Luna, L. M.; Castro, C. S. J. y López, J. L. A. 2017. Digestibilidad in situ de rastrojo de maíz tratado con enzimas fibrolíticas. *Ciencia y Agricultura.* 14(1):31-37.
- Gwartz, J. A. and García, C. M. N. 2014. Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 1312(1):66-75. Doi: 10.1111/nyas.12299.
- Hellin, J.; Erenstein, O.; Beuchelt, T.; Camacho, C. and Flores, D. 2013. Maize stover use and sustainable crop production in mixed crop-livestock systems in Mexico. *Field Crops Res.* 153:12-21.
- Hernández, C. J. M. y Esquivel, E. G. 2004. Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz de Valles Altos de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(1):27-31.
- López, M. F.; García, Z. J. J.; Corona, T. T.; Cruz, I. S.; López, R. G.; Reyes, L. D.; Vásquez, C. Ma. G. y Molina, G. J. D. 2020. Comparación del rendimiento y cambios morfológicos en maíz tuxpeño v-520c adaptado a Valles Altos en México. *Rev. Fitotec. Mex.* 43(2):133-41.
- Lorenz, A. J.; Coors, J. G.; De León, N.; Wolfrum, E. J.; Hames, B. R.; Sluiter, A. D. and Weimer, P. J. 2009. Characterization, genetic variation, and combining ability of maize traits relevant to the production of cellulosic ethanol. *Crop Sci.* 49(1):85-98. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.06.0306>.
- Martínez, R. A. y Leyva, G. A. 2014. La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales.* 35(1):11-20.
- Muñoz, O. A 2005. Centli maíz. Editorial América. 2^{da}. Ed. México, DF. 210 p.
- Muñoz, T. F.; Guerrero, R. J. D.; Antonio, L. P.; Gil, M. A.; López, S. H.; Ortiz, T. E.; Hernández, G. J. A.; Taboada, G. O.; Vargas, L. S. y Valadez, R. M. 2013. Producción de rastrojo y grano de variedades locales de maíz en condiciones de temporal en los Valles Altos de Libres Serdán, Puebla, México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 4(4):515-530. ISSN:2007-1124.
- Palemón, A. F.; Reyes, G. G.; Gómez, M. N. O.; Sierra, M. M.; Preciado, O. R. E. and Ortega, A. S. A. 2019. Maize genotypes with forage potential for rainfed conditions in the state of Guerrero, Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 10(8):1895-1901. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1691>.

- Pecina, M. J. A.; Mendoza, C. M. C.; López, S. J. A.; Castillo, G. F.; Mendoza, R. M. y Ortiz, C. J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(2):85-92.
- 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(1):1-6.
- Quintero, N. M. y Moncada, A. A. 2008. Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California y Mexicali, Baja California. *Reg. Soc.* 20(43):3-24.
- Ranum, P.; Peña, R. J. P. and García, C. M. N. 2014. Global maize production, utilization and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 1312(1):105-12. ISSN: 0077-8923.
- Rocandio, R. M.; Santacruz, V. A.; Córdova, T. L.; López, S. H.; Castillo, G. F.; Lobato, O. R.; García, Z. J. J. y Ortega, P. R. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los Valles Altos de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 37(4):351-361.
- Rodríguez, L. L.; Guevara, H. F.; Ovando, C. J.; Marto, G. J. R. y Ortiz, P. R. 2016. Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades de la región Frailesca de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales.* 37(3):137-145. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1404.6967>.
- Sánchez, L. W. y Hidalgo, A. C. 2018. Potencial forraje de nueve híbridos de maíz en la zona alta lechera de Costa Rica. *Agron. Mesoam.* 29(1):153-164. Doi: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27732>.
- Sánchez, H. M. A.; Cruz, V. C. M.; Sánchez, H. G.; Morales, T. M.; Rivas, J. A. 2019. Rendimiento forrajero de maíces adaptados al trópico húmedo de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 10(3):699-712. Doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1546>.
- Serratos, H. J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Greenpeace. México, DF. 33 p.
- SIAP. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, DF. <http://infosiap.siap.gob.mx>.
- Tollenaar, M.; Deen, W.; Echarte, L. and Liu, W. 2006. Effect of crowding stress on dry matter accumulation and harvest index in maize. *Agron. J.* 98(4):930-937. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0336>.
- Tucuch, C. C. A.; Rodríguez, H. S. A.; Reyes, V. M. H.; Pat, F. J. M.; Tucuch, C. F. M. y Córdova, O. H. S. 2011. Índices de selección para producción de maíz forrajero. *Agron. Mesoam.* 2(1):1659-1321.
- Villegas, D. G.; Bolaños, M. A. y Olguín, P. P. L. 2001. La ganadería en México. Editorial Plaza y Valdez. 1^{ra}. Ed. 163 p.