

Acolchados plásticos para la producción de maíz (*Zea mays* L.) forrajero en la Comarca Lagunera

José Alfredo Montemayor-Trejo¹

Edith Suárez-González^{1§}

Juan Plutarco Munguía-López²

Miguel Ángel Segura-Castruita¹

Rosalinda Mendoza Villarreal⁴

José Luis Woo-Reza³

¹Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5. Torreón, Coahuila. México. Tel. 01 (871) 7507198. (jtmontemayor@hotmail.com; dimilys5@hotmail.com; ppreciado@yahoo.com.mx).

²Centro de investigación de Química Aplicada. Blvd. Enrique Reyna 140, Saltillo, Coahuila, México. CP. 25253. Tel. 01(844) 4389858. (juan.munguia@ciqa.edu.mx). ³Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis Potosí-Matehuala km 14.5, ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, SLP, México. CP. 78321. Tel. 01(444) 8524056. (jwoo_reza@hotmail.com).

⁴Departamento de horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila. CP.25315

§Autor para correspondencia: s.edith@hotmail.com.

Resumen

En la Comarca Lagunera que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. Se ubica la principal cuenca lechera del país. Por lo tanto, el establecimiento de cultivos forrajeros ejerce la mayor presión para la explotación de los recursos hídricos en esta región. Lo anterior, genera la necesidad constante de adaptar y modificar los sistemas de producción actual. El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de maíz forrajero mediante el uso de plásticos acolchados en un sistema de riego con cintilla. Se evaluaron tres colores de acolchado: blanco, plata, negro y como testigo el suelo sin acolchar en un diseño de bloques con arreglo en franjas. El trabajo se desarrolló en la pequeña propiedad Esmeralda en el municipio de Gómez Palacio, Durango. En el ciclo primavera-verano de 2012. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro y longitud de elote, peso fresco y seco de planta e índice de área foliar (IAF). Los resultados muestran que no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los colores de acolchado para la producción de materia seca, pero si hubo diferencia con respecto al suelo sin acolchar. Se obtuvo un modelo de crecimiento del IAF en función de los días después de siembra tipo cuadrático $Y_{ca} = -0.002x^2 + 0.294x - 5.8183$, $R^2 = 0.97$ para acolchado y $Y_{sa} = -0.0017x^2 + 0.259x - 5.503$, $R^2 = 0.94$ sin acolchar y un modelo de producción de materia seca en función del IAF de tipo lineal $Y_{ca} = 86.295x - 110.84$, $R^2 = 0.92$ y $Y_{sa} = 65.761x - 55.764$, $R^2 = 0.91$ ambos con y sin acolchado. Se concluye que la utilización de acolchados plásticos para la producción de maíz forrajero incremento el rendimiento hasta 25% más con respecto al sistema sin acolchar.

Palabras clave: cubiertas plásticas, índice de área foliar, modelos de producción.

Recibido: diciembre de 2017

Introducción

Las películas plásticas para acolchados en la agricultura, constituyen la segunda aplicación en importancia después de invernaderos. La superficie mundial bajo esta modalidad es de 4 530 000 ha, destacan los países como China con 2 000 000 ha, Japón con 150 000 ha, Francia y España con 100 000 ha cada uno. En Latinoamérica esta aplicación se ha desarrollado principalmente en Centroamérica y México, superando este último las 9 000 ha. Su importancia es muy variada y consiste en: incremento y calidad de la producción, precocidad en la cosecha, mayor eficiencia en el uso del agua, aumento en la temperatura del suelo y control de malezas entre otros (Feng *et al.*, 1999; Munguía *et al.*, 2003; Kasirajan y Ngouajio, 2012).

Las técnicas para modificar el microclima en los cultivos como el acolchado plástico favorecen una mayor rentabilidad (Rodríguez *et al.*, 2000). Evitan el desarrollo de las malezas al no dejar pasar la luz fotosintética y permiten ahorrar el agua que estas pudieran consumir, desde el punto de vista térmico el acolchado se comporta como un filtro de doble efecto, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche, lo anterior evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas (Robledo y Martín, 1988). En México la sobre explotación de los acuíferos y la baja productividad del agua de tan solo 1.6 kg de materia seca por metro cúbico de agua aplicada a nivel distrito (CONAGUA, 2010) y la poca disponibilidad de agua observada en algunas presas del país en los últimos años, hacen urgente el establecimiento de estrategias para hacer un uso racional y eficiente de este recurso.

En la Comarca Lagunera que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, se ubica la principal cuenca lechera del país; se estima una explotación de ganado vacuno de 248 812 cabezas, con una demanda diaria de 3 732 t de materia seca (El Siglo de Torreón, 2013). Para satisfacer estas necesidades se establecen los cultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* H.) estos se establecen en el ciclo de primavera-verano y avena (*Avena sativa*), mezclas de trébol (*Trifolium pratense* L.) y triticale (X. Tríticosecale Wittmack) como forrajes de invierno. Los factores que reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios son: la limitación y alto costo del agua de riego, la degradación de suelos debido a problemas de salinidad y la poca diversidad de cultivos.

Lo anterior provocan problemas de comercialización, incremento de plagas y enfermedades (Santamarina *et al.*, 2006). El maíz forrajero en la Comarca Lagunera para el ciclo primavera-verano del 2012 representó una superficie de 33 215 ha y su rendimiento medio fue de 46 697 kg ha⁻¹ (El siglo de Torreón 2013). Sin embargo, este cultivo ha demostrado tener un potencial de 70 000 kg ha⁻¹ de forraje en verde (Montemayor *et al.*, 2007). Lo anterior se ha logrado incorporando nuevas tecnologías derivadas de los plásticos como es el riego por goteo sub superficial. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del acolchado plástico con diferentes colores en la producción de maíz forrajero, en un sistema de riego por goteo tipo cintilla.

Materiales y métodos

La Comarca Lagunera comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, México. Se ubica entre los meridianos 101° 41' a 104° 61' longitud oeste y entre los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte, tiene una superficie de 47 887 km² con una altitud media de 1 100 m, con una

extensión montañosa y una superficie plana donde se localiza el área agrícola. Su clima es seco desértico, con lluvias en verano e invierno fresco, la precipitación pluvial media anual es 258 mm y la evaporación media anual es 2 000 mm, por lo cual la relación precipitación - evaporación es 1:10; la temperatura media anual es 21 °C con máxima de 33.7 °C y mínima 7.5 °C. El periodo de bajas temperaturas o heladas de los cultivos se presentan de noviembre a marzo, aunque en algunas ocasiones se presentan tempranamente en octubre y tardíamente en abril (García, 1973).

La investigación se realizó durante el ciclo primavera - verano del año 2012, en la pequeña propiedad Esmeralda ubicada en el municipio de Gómez Palacio, Durango. La textura del suelo es franco arenoso con una capacidad de retención de humedad de $0.2 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. La siembra se realizó en suelo seco durante los primeros días de mayo del año, esta fue realizada en forma manual con el híbrido Pioneer 30A60, este híbrido es clasificado de ciclo intermedio con duración al corte de 100 a 110 días para la producción de forraje.

Previo a la siembra se estableció el acolchado plástico en camas de siembra separadas a 1.5 m, una cinta de riego se instaló para cada cama con un gasto de 3 litros por hora por metro lineal. La lámina de riego aplicada durante todo el ciclo del cultivo fue de 50 cm. La configuración de la siembra fue de dos hileras de plantas por cada una cama con una separación de 50 cm entre hileras y 13 cm entre plantas, la población estimada fue de 101 508 plantas ha^{-1} . El plástico fue perforado al momento de la siembra y se colocó una semilla por cada orificio realizado. Los acolchados evaluados fueron el acolchado blanco, plata y negro.

El suelo sin acolchar fue considerado como testigo. El diseño experimental fue en bloques completos con arreglo en franjas y cuatro repeticiones. Las variables de respuesta fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), diámetro y longitud de elote, peso fresco y seco de planta e índice de área foliar (IAF), las variables de peso fresco y seco fueron medidas en forma semanal y el procedimiento fue tomar cuatro plantas de cada unidad experimental para obtener el peso fresco y posteriormente mediante secado en estufa, obtener el peso de materia seca.

La altura de planta, diámetro de tallo, diámetro y longitud de elote fueron medidos a los 98 días después de siembra (DDS). El índice de área foliar se midió cada semana durante el periodo de 25 a los 98 DDS, las lecturas fueron tomadas con el equipo LAI 2000 Plant Canopy Analyzer (LI-COR, Inc. Lincoln, Nebraska, EE. UU.) El modelo del comportamiento del índice de área foliar en función de los días después de siembra y el modelo de producción de materia seca en función del IAF fueron obtenidos utilizando el método de regresión lineal simple.

Resultados y discusión

Producción de materia seca, altura de planta, diámetro de tallo, longitud y peso de mazorca

La materia seca producida por planta fue mayor en los sistemas de acolchado con respecto al sistema sin acolchar, en el plástico color plata se obtuvo el mayor peso, seguido por el negro y posteriormente el blanco. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística entre los diferentes colores de los acolchados plásticos. La diferencia en materia seca producida entre el acolchado color plata vs plantas sin acolchar fue de 89 g que equivalen a 25.7%. Easson y Fearnough (2000) encontraron un incremento de 18.3% de materia seca al comparar un cultivar de maíz con

acolchado plástico y sin acolchar; concluyen que en acolchado plástico se requirieron 15% menos unidades calor para alcanzar la etapa de polinización y 33% más de unidades calor fueron disponibles de la polinización a la cosecha. Zhang *et al.* (2011) reportan incrementos de 8 a 24% en sistemas de acolchado plástico vs manejos tradicionales en maíz. Bakhiar *et al.* (2009) indica que los acolchados afectaron a todos los parámetros estudiados como la altura de planta, índice de área foliar entre otros.

En la altura de la planta (Cuadro 1) no se obtuvieron diferencias estadísticas entre los colores de los plásticos de acolchado. Sin embargo, existe una tendencia de mayor altura de planta en el plástico color blanco, seguido por el color plata y posteriormente el color negro. La planta fue en promedio 0.4 m más alta en los sistemas de acolchado con respecto a las plantas sin acolchar. En el diámetro de tallo el valor mayor fue en el color blanco, seguido por el color plata y posteriormente el color negro, aunque en estos últimos no se encontraron diferencias estadísticas. La diferencia máxima entre el acolchado blanco y sin acolchar fue de 0.33 cm que corresponde a 13.4% de mayor diámetro en las plantas producidas con el acolchado blanco. En la longitud y diámetro de mazorca, no se detectaron diferencias estadísticas. Sin embargo, en los acolchados se encontraron los valores mayores de peso de la mazorca. Kwabiah (2004) menciona que los acolchados plásticos mejoran las características fenológicas del maíz y encontró un incremento en producción de 8 a 17%.

Cuadro 1. Comparación de materias seca, altura de planta, diámetro de tallo y diámetro, longitud y peso de mazorca.

Tratamiento acolchado	Materia seca (g planta ⁻¹)	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Longitud de mazorca (cm)	Peso de mazorca (g)
Blanco	291 ab	2.9 a	2.45 ab	5.25 a	18.2 a	138 a
Plata	346 a	2.8 a	2.32 b	5.05 a	16.7 a	114 a
Negro	323 ab	2.7 a	2.3 b	4.8 a	15.7 a	114 a
Sin colchado	257 b	2.4 b	2.12 c	4.82 a	18.2 a	111 a
√CME	38.3	0.1	0.07	0.31	1.95	18

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba de Tukey < 0.05; CME= cuadrado medio del error.

Índice de área foliar

La Figura 1 muestra el comportamiento del índice de área foliar con respecto a los días después de siembra, los modelos encontrados en ambos sistemas de producción fueron de tipo polinomial de segundo orden, es decir, un efecto lineal y posteriormente un efecto cuadrático. Jean-Claude *et al.* (2013) menciona que IAF tiene un comportamiento típico, este inicia con un crecimiento lento, seguido por un crecimiento rápido (etapa vegetativa), hasta alcanzar un valor máximo y posteriormente disminuye por la senescencia de las hojas, y porque el cultivo alcanza la madurez fisiológica. Comportamientos similares son reportados por Guevara *et al.* (2005); Montemayor *et al.* (2012).

En ambos sistemas de producción, el mayor de IAF coincide con la etapa de floración del cultivo, los valores estimados de IAF fueron de cinco para acolchado y de cuatro para el sistema sin acolchar. Una buena estimación del IAF es importante para estimar la intercepción de luz por el

cultivo, transpiración y acumulación de biomasa; por lo tanto, tiene una gran influencia en el crecimiento y producción del cultivo (Birch *et al.*, 1988; Setiyono *et al.*, 2007). Guevara *et al.* (2005) reporta valores de IAF máximo de cinco para líneas separadas a 1.1 m y de seis para líneas separadas a 0.4 m en una densidad de siembra de 133 000 semillas ha⁻¹. Andrew y Shashi (2009) reportan valores máximos de IAF de 4.9 a 6.4 para un maíz bajo condiciones de irrigación con una evapotranspiración media de 548 mm en un periodo de estudio de cinco años.

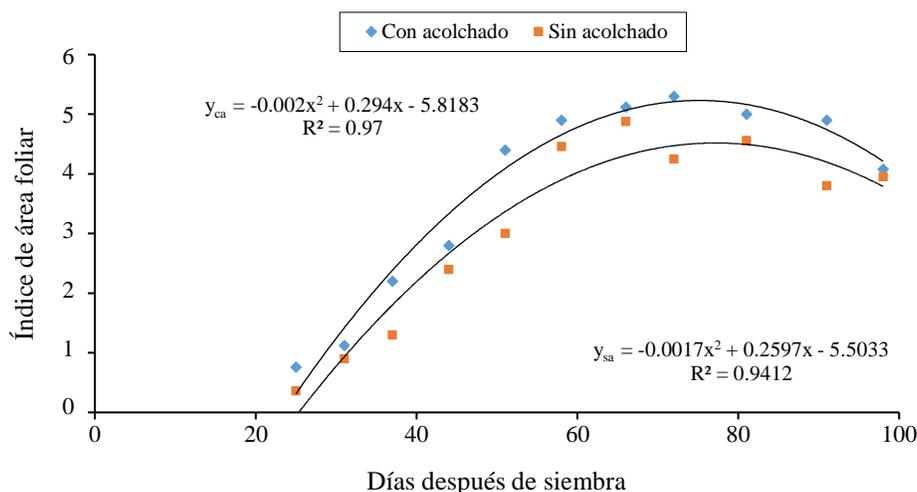


Figura 1. Comportamiento del índice de área foliar con respecto a los días después de siembra del maíz forrajero cultivado con y sin acolchado plástico.

En condiciones de secano los mismos autores reportan un IAF máximo de 3.1 a 4.4 con una evapotranspiración de 482 mm. Giaveno *et al.* (2002) reporta valores de IAF de 4.4 a 5.5 para maíces regados y fertilizados y valores inferiores a tres bajo condiciones de secano. En el modelo encontrado en el sistema de acolchado presenta un crecimiento lineal diario de IAF de 0.294, mientras que sin acolchar este valor es de 0.259, lo que representa 12% menos de crecimiento con respecto al sistema de acolchado. Montemayor *et al.* (2012) encontró valores de 0.251, 0.155 y 0.106 para maíz irrigado con riego sub superficial, pivote central y gravedad.

Concluye que la disminución del IAF se debe principalmente a un mayor estrés hídrico en la planta, este induce a una menor transpiración del cultivo, menos absorción de CO₂ y reducción en el proceso de fotosíntesis; lo anterior, se ve reflejado en las variables fenológicas del cultivo como son: altura de planta, peso de materia seca y diámetro de tallo.

Producción de materia seca e índice de área foliar

La Figura 2 muestra la relación entre el IAF y la producción de materia seca en el sistema de acolchado y sin acolchar. Los modelos encontrados fueron de tipo lineal con coeficientes de determinación (R²) de 0.92 y 0.91 respectivamente. Reta *et al.* (2007) evaluó separaciones entre surcos de maíz en dos años y encontró modelos lineales de producción de materia seca en función del IAF con R²= 0.86 y 0.79 respectivamente, concluye que el incremento en materia seca se debe al mayor índice de área foliar que se desarrolla en las etapas tempranas del cultivo.

Zhang *et al.* (2011) indica que un mayor índice de área foliar proporciono una acumulación más grande de biomasa y por consiguiente mayor producción de grano ($7\ 251\ \text{kg ha}^{-1}$) y una eficiencia del uso del agua de $2.41\ \text{kg m}^{-3}$.

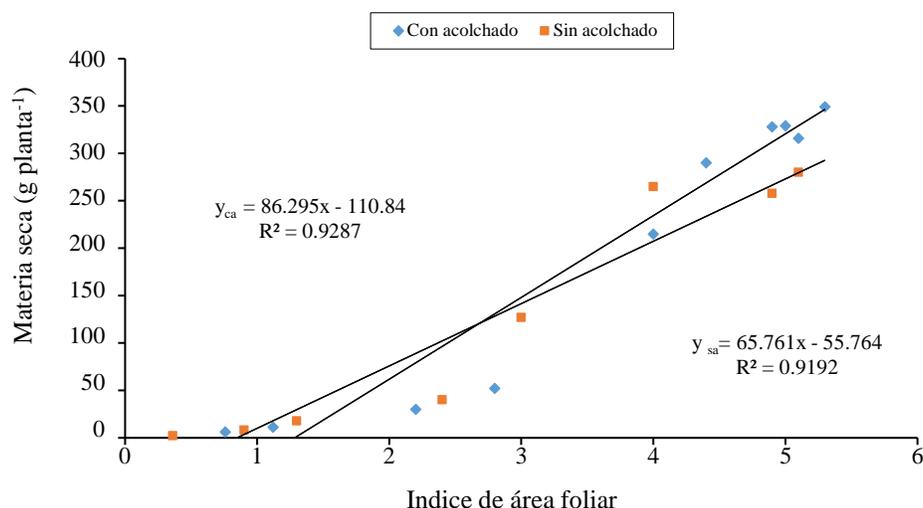


Figura 2. Producción de materia seca en función del índice de área foliar del maíz forrajero cultivado con y sin acolchado.

Adekayode y Olojugba (2010) reportan una correlación de 0.97 en la producción de grano e índice de área foliar, mencionan que el IAF y el ángulo de distribución de las hojas son importantes parámetros para estimar el intercambio de energía y gases en los doseles del cultivo. La distribución y cantidad de área foliar, así como el ángulo de las hojas son factores que controlan la intercepción luz dentro del dosel del maíz (Elings, 2000; Stewart *et al.*, 2003). Subedi y Ma (2005) reportan que al remover todas las hojas que se encuentran en la parte inferior de la hoja de la mazorca después de la antesis, redujo la producción de grano de 17 a 25%.

La pendiente obtenida en los modelos del IAF y la materia seca producida por planta fue de $86.29\ \text{g planta IAF}^{-1}$ en el sistema de acolchado y de $65.76\ \text{g planta IAF}^{-1}$ en el sistema sin acolchar. Lo anterior representa un incremento de 23.8% de materia seca producida en el sistema de acolchado con respecto al sistema sin acolchar. Renquist y Martin (1982) señalan que, con acolchado de polietileno durante el verano, se requiere un tercio del agua en comparación a la que se necesita cuando se cultiva sin acolchado, concluyen que el acolchado mejora la eficiencia del uso del agua y se expresa en un mayor rendimiento de frutos, esto como resultado de la mejor conservación de la humedad del suelo e indirectamente por las mayores temperaturas de suelo registradas. Zribi *et al.* (2011) indica que el acolchado plástico favorece la estabilidad estructural y fertilidad del suelo, reduce la salinización del suelo que se manifiesta en una mayor producción de materia seca.

Conclusiones

No se encontraron diferencias estadísticas en la producción de materia seca entre los colores de acolchado. Sin embargo, la mayor producción fue obtenida en el plástico color plata, seguido por el negro y posteriormente el color blanco. La utilización de acolchados plásticos para la producción

de maíz forrajero incremento los rendimientos hasta 25% más con respecto al sistema sin acolchar. El crecimiento del índice de área foliar en función de los días después de siembra fue descrito por un modelo lineal cuadrático y la producción de materia en función del índice de área foliar fue descrito por un modelo lineal.

Literatura citada

- Adekayode, F. O. and Olojugba, M. R. 2010. The utilization of wood ash as manure to reduce the use of mineral fertilizer for improved performance of maize (*Zea mays* L.) as measured in the chlorophyll content and grain yield. *J. Soil Sci. Environ. Manag.* 1: 40-45.
- Andrew, E. S. and. Shashi, B. V. 2009. Evapotranspiration of irrigated and rainfed maize -soybean cropping systems. *Agric. For. Meteorol.* 149:443-452.
- Bakhtiar, G.; Bahadar, K. M.; Hassan, G; Azim, K.; Hashim, S. and Ahmad, K. 2009. Impact of tillage, plant population and mulches on biological yield of maize. *Pak. J. Bot.* 41:2243-2249.
- Birch, C. J.; Hammer, G. L. and. Rickert, K. G. 1988. Improved methods for predicting individual leaf area and leaf senescence in maize (*Zea mays*) *Austr. J. Agric. Res.* 49:249-262.
- CONAGUA. 2010. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 323 p.
- Easson and Fearnough. 2000. Effects of plastic mulch, sowing date and cultivar on the yield and maturity of forage maize grown under marginal climatic conditions in Northern Ireland. *Grass Forage Sci.* 55:221-231.
- El Siglo de Torreón. 2013. Resumen Comarca Lagunera 2012. Cia. Editora de la Laguna SA de CV. Torreón, Coahuila, México. 80 p.
- Elings, A. 2000. Estimation of leaf area in tropical maize. *Agron. J.* 92:436-444.
- Feng, M. L.; Hong, G. A. and Hong. W. 1999. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat. *Fields Crops Res.* 63: 79-86.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 217 p.
- Guevara, E. A.; Barcenas, H. G.; Salazar, M. F. R.; González, E. S. y Suzán A. H. 2005. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. *Agrociencia.* 39: 431-439.
- Giaveno, C. D.; Pilatti, M. A. y Marano R. P. 2002. Riego suplementario en el centro de Santa Fe: Maíz para silaje I- Respuesta productiva en diferentes épocas de siembra. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias.* 1:15-23.
- Jean, C. L. L.; Kizungu, R. V.; Nkongolo, K. C.; Lufuluabo, M. M. and Tsumbu, M. 2013. Growth and leaf area index simulation in maize (*Zea mays* L.) under small-scale farm conditions in a Sub-Saharan African Region. *Am. J. Plant Sci.* 4:575-583.
- Kasirajan, S. and Ngouajio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32:501-529.
- Kwabiah, A. B. 2004. Growth and yield of sweet corn (*Zea mays* L.) cultivars in response to planting date and plastic mulch in a short-season environment. *Sci. Hortic.* 102:147-166.
- Montemayor, T. J. A.; Olague, R. J.; Fortis, H. M.; Bravo, S. R.; Leos, R. J. A.; Salazar, S. E.; Castruita, L. J.; Rodríguez, R. J. C. y Chavaría G. J. A. 2007. Consumo de agua en maíz forrajero con riego subsuperficial. *Terra Latinoam.* 25:163-168.

- Montemayor, T. J. A.; Lara, M. J. L.; Woo, R. J. L.; Munguía, L. J.; Rivera, G. M. y Trucíos, C. R. 2012. Producción de maíz forrajero (*Zea mays L.*) en tres sistemas de irrigación en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango México. *Agrociencia*. 46:267-278.
- Munguía, L. J.; Quezada, M. R.; Ibarra, J. L.; Flores, V. J.; Cedeño, R. B. y Hernández, C. F. 2003. Situación de la plasticultura en México. *In: Congreso alianza tecnológica para la agricultura con calidad*. Meléndez, G.; Bertsch, F.; Gutiérrez, C. y Vargas, G. (Eds.). San José, Costa Rica. 135 p.
- Renquist, B. y Martin S. 1982. Effect of polyethylene mulch and summer irrigation regimes on subsequent flowering and fruiting of "Olympus" strawberry. *J Am. Soc. Hortic. Sci.* 107:373-376.
- Reta, S. G. D.; Cueto, W. J. A.; Gaytan, M. A. y Santamaría, C. J. 2007. Rendimiento y extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de maíz forrajero en surcos estrechos. *Agric. Téc. Méx.* 33:145-151.
- Robledo, F. y Martín, L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 573 p.
- Rodríguez, H. S. A.; Santana, J. R.; Córdova, H. O.; Vergara, N. A.; Lozano del R, A. J.; Mendoza, E. M. y Bolaños, J. J. G. 2000. Caracteres de importancia para el fitomejoramiento del maíz para ensilaje. *In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética*. Sociedad Mexicana de Fitogenética (Eds.). Irapuato, Guanajuato. México. 148 p.
- Santamarina, J. C.; Reta, S. D. G.; Chavez, G. J. F. J.; Cueto, W. J. A. y Romero, P. R. J. I. 2006. Caracterización de medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. 1^{ra}. Edición. INIFAP- CIRNOC- Campo Experimental de la Laguna. 240 p.
- Setiyono, T. D.; Weiss, A.; Spcht, J.; Bastidas, A. M.; Cassman, K. G. and Dobermann, A. 2007. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soy-bean phenology under high-yield conditions. *Field Crop Res.* 100:257-271.
- Stewart, D. W.; Costa, L. M. C.; Dwyer, D. L.; Smith, H. I. and Hamilton, B. L. M. A. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. *Agron. J.* 95:1465-1474.
- Subedi, K. D. and Ma, B. L. 2005. Ear position leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Sci.* 45: 2246-2257.
- Zhang, S.; Pingru, L.; Xueyun, Y.; Zhaohui, W. and Xinping, C. 2011. Effects of tillage and plastic mulch on soil water, growth and yield of spring-sown maize. *Soil Tillage Res.* 112:92-97.
- Zribi, W.; Faci, J. M. y Aragüés, R. 2011 Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de los suelos agrícolas. *Información técnica económica agraria* 107:148-162.