



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE
DE MAÍCES CRIOLLOS Y LA PREFERENCIA DE
CONSUMO POR OVINOS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
DESARROLLO RURAL**

P R E S E N T A:

ING. YUSMERI ENEIDA DÍAZ DOMÍNGUEZ

CO- DIRECTORES DE TESIS:

Dr. VIRGINIO AGUIRRE FLORES

DR. JAIME JESÚS SOLANO VERGARA



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

CUERNAVACA, MORELOS.

JUNIO 2018

**Evaluación de la producción de forraje de maíces criollos y la
preferencia de consumo por ovinos**

Tesis realizada por **Yusmeri Eneida Díaz Domínguez** bajo la dirección del
Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____

Dr. Virginio Aguirre Flores

Revisor: _____

Dra. Mariana Pedernera Romano

Revisor: _____

Dr. Reyes Vázquez Rosales

Revisor: _____

Dr. Neftalí Clemente Ovando

Revisor: _____

M. en C. Andrés Alvear García

Cuernavaca, Morelos, junio 2018

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por ser becario con número 614050 y de CVU 781785, por el apoyo financiero que me brindaron durante todo el proyecto realizado.

En primer lugar quiero agradecer a Dios porque a Él le debo las oportunidades que me ha brindado.

A mis padres Carmela e Isnardo, por haberme dado su apoyo incondicional día a día; además de su cariño, amor y comprensión.

A mis hermanos Arisvet, Guicel e Isnardo por brindarme su apoyo y entusiasmo para hacer las cosas. Por darme palabras de aliento en los días difíciles.

A mi tío Macedonio por sacarme sonrisas.

A Esau Gálvez, mi novio por ayudarme en mis trabajos, a leer artículos que no son nada relacionados a sus intereses. Gracias por tu amor y tu motivación de hacerme sentir que soy una persona capaz de realizar muchas cosas Amor.

Por último, pero no por eso menos importantes a mi tutor, el Dr. Virginio Aguirre por brindarme su apoyo en todo momento y hacer este logro realidad. Por dedicar horas de su tiempo, en la formación de cada parte de este trabajo.

Al Dr. Reyes Vázquez, por estar siempre con nosotros en las fases experimentales, por darnos consejos académicos para ser mejores en nuestro ámbito a desarrollar.

A los doctores gracias por su cariño.

Y a, mí comité evaluador, ¡por cada observación y contribución en la realización de este trabajo... Gracias a todos!

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, por brindarme la oportunidad de haber sido un estudiante.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

DEDICATORIA

Éste logro se lo dedico primeramente a Dios, quien fue que me permitió estudiar mi maestría.

A mis padres por su cariño y apoyo incondicional que día a día me brindan

A mis hermanos por su cariño y amor. Y su apoyo en la realización de este trabajo.

A mi familia por todas sus aportaciones para mi crecimiento como persona.

A mi novio por su apoyo en todo momento, su comprensión y amor.

A mi tutor de tesis, el Dr. Virginio por ser un gran tutor y estar siempre pendiente de mi formación académica.

Al Dr. Reyes, por su apoyo en todo momento.

Éste logro se lo dedico a todas las personas que pusieron de su aporte para la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Índice de figuras	ii
Resumen	iii
Summary	iv
1. Introducción	1
Hipótesis	7
Objetivo general	7
Primera etapa (Producción de forraje)	
2. Materiales y métodos	8
3. Resultados	13
4. Discusión	15
5. Conclusión	17
Segunda etapa (Prueba de preferencia)	
6. Materiales y métodos	18
7. Resultados	21
8. Discusión	24
9. Conclusiones	25
10. Literatura citada	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Promedio \pm error estándar del número de hojas, altura, diámetro de tallo y rendimiento de materia verde de cinco variedades de maíz BJM1, BJM2, UAEMBM1, Chamilpa y Zapata 1 bajo condiciones de temporal.	14
Figura 2. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación durante 30 minutos del consumo de forraje de maíz verde en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).	21
Figura 3. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación durante 30 minutos del número de visitas al comedero de cada tratamiento, en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).	22
Figura 4. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación de la primera visita a cada tratamiento en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).	23

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar la producción forrajera de cuatro variedades de maíces criollos frente a una variedad híbrida forrajera. Además, evaluar la preferencia de consumo de las cinco variedades en ovinos. Este experimento se realizó en dos etapas. Primero, en condiciones de temporal utilizó un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se evaluaron las variedades criollas BJM1, BJM2, UAEMBM1 y Chamilpa frente al Híbrido Zapata 1. De acuerdo con nuestros resultados no se encontraron diferencias estadísticas $P \geq 0.05$ entre las variedades evaluadas. La producción forrajera fue de 49 -59 ton/ha. A pesar de que no existen diferencias estadísticas, la variedad híbrida fue la de menor producción. Se concluye que la producción forrajera de los maíces criollos es similar a la que produce un maíz híbrido forrajero, bajo condiciones de temporal. La segunda etapa consiste en evaluar la preferencia de consumo de las cinco variedades en ovinos. Quince borregas F1 katahdin – santa cruz fueron evaluadas durante 10 días de forma individual. En corrales en forma de pentágono de 2 m por lado, se colocaron en cada ángulo una cubeta igual numeradas de forma progresiva. Ofreciendo un kg de forraje, siempre en la misma cubeta. Durante 30 min se permitió que la borrega eligiera libremente el forraje de su preferencia. Se evaluaron las variables consumo, número de visitas al comedero, primera visita al comedero. Los resultados fueron similares $P \geq 0.05$ entre las variedades evaluadas. Los ovinos tienen una preferencia de consumo, similar en variedades de maíz criollas y el híbrido forrajero. Aunque la variedad Chamilpa fue la de mayor preferencia.

Summary

The objective of this experiment was to evaluate the forage production of four varieties of creole corn as opposed to a hybrid forage variety. In addition, to evaluate the preference of consumption of the five varieties in ovine. This experiment was carried out in two stages. Firstly, in temporary conditions, using a randomized block design with five treatments and five repetitions, the creole varieties BJM1, BJM2, UAEMBM1 and Chamilpa were evaluated against the Zapata Hybrid 1. According to our results, no statistical differences were found $P \geq 0.05$ among the varieties evaluated. The forage production was 49 -59 ton / ha. Although there are no statistical differences, the hybrid variety was the lowest production. It is concluded that the forage production of the creole corn is similar to that produced by hybrid forage corn, under temporary conditions. The second stage consists in evaluating the preference of consumption of the five varieties in ovine. Fifteen lambs F1 Katahdin - Santa Cruz were evaluated for 10 days individually. In corrals in the form of a pentagon of 2 m each side, an equal pail was placed in each angle, progressively numbered. Offering one kg of forage, always in the same bucket. During 30 min, the ovine were allowed to freely choose the forage of their choice. The variables consumption, number of visits to the trough and the first visit to the trough were evaluated. The results were similar $P \geq 0.05$ among the varieties evaluated. The sheep have a preference of consumption, similar in varieties of creole corn and the hybrid forage. Although the Chamilpa variety was the most preferred.

Evaluación de la producción de forraje de maíces criollos y la preferencia de consumo por ovinos

INTRODUCCIÓN

Desde las culturas prehispánicas hasta la actualidad, el maíz (*Zea mays L.*) ocupa uno de los primeros lugares entre los cultivos en México (Tinoco et al., 2002). Los usos que se le atribuyen son muchos, aunque el principal es para el consumo humano, también es usado como forraje, combustible, medicina, para ceremonias y tributo, entre otros. Debido a la importancia que tiene el maíz para los mexicanos, cada año aumenta la demanda externa para cubrir las necesidades internas, sobre todo en las industrias harineras y de alimentos pecuarios (Perales, 2009).

La mayoría de la producción de maíz en países no desarrollados se destina principalmente para el autoconsumo y uso como forraje (Sánchez, 2010). Sin embargo, en muchos países desarrollados es utilizado como componente principal en el alimento para los animales (vacunos, porcinos, aves, ovinos, caprinos, entre otros). Por ejemplo, Estados Unidos que es catalogado como el mayor productor de maíz dentro de los países de mayor desarrollo, tiene al maíz como un componente importante en la elaboración de concentrados como suministros en el área pecuaria (Perales, 2009).

México es el cuarto productor de maíz en el mundo y a la vez un importante consumidor de este. Generalmente se cubre la totalidad de demanda de maíz blanco, pero en cuanto a la demanda de maíz amarillo que principalmente se utiliza en el área pecuaria, es deficiente (Cruz et al., 2007).

En el país se establecen 8.0 millones de hectáreas para grano y aproximadamente 500,000 hectáreas de maíz con fin forrajero, con un rendimiento promedio de 26.0 toneladas por hectárea (t/ha) de biomasa (SIAP, 2010).

Siendo originario de México y Centroamérica, el maíz es considerado como una excelente opción forrajera, que debido a sus características productivas puede ser utilizado en zonas ecológicas, en las cuales permite maximizar la capacidad de producción por hectárea, en donde las especies de pastos más adaptadas no logran hacerlo (Fuentes et al., 2000). El maíz posee muy buenas características de palatabilidad dando como resultado un alto consumo por el ganado. Es uno de los mejores cultivos para ensilar con un alto contenido en azúcares, excelente fuente de nutrición de fácil transporte, y un alto rendimiento por unidad de área (Peñagaricano et al., 1986; Paliwal, 2001; Peña et al., 2002; Núñez et al., 2003)

Estas características son importantes si se toma en consideración que un forraje de calidad debe presentar valores de Fibra Detergente Ácido (FDA) de 25-32 % y Fibra Detergente Neutro (FDN) de 40-56 %. La planta verde de maíz, puede tener un contenido de materia seca que varía de 15-25 %, con un contenido de proteína cruda de 4-11%, y 27-35 % de fibra bruta (León, 1980).

La disponibilidad de forraje se caracteriza por abundar durante la época de lluvia y por el contrario escasear durante el periodo de sequía. Así, cada vez más se han utilizado los pastos de corte, debido a la capacidad que tienen para producir grandes volúmenes de forraje (Jiménez et al., 2002; Malagón-Mateus et al., 2005). El cultivo de maíz puede producir forrajes con materiales de alta producción de biomasa y materia seca que se adapten a las zonas ganaderas y así, disminuir y

evitar las pérdidas durante las épocas críticas (Sánchez et al., 1986; Arreaza, 1994).

Se puede decir que todas las variedades de maíz pueden ser cultivadas para uso de forraje, los maíces regionales poseen un porte alto, en tanto que los híbridos debido a su porte bajo, generalmente son asociados con una menor cantidad total de materia verde (Elizondo, 2002). Hoy en día un buen cultivo de maíz forrajero puede producir entre 60-80 t/ha dependiendo directamente de la densidad poblacional que se establezca (Bernal, 2003).

Se han realizado trabajos anteriormente en los cuales, se ha evaluado la producción de materia verde de maíz criollo y maíz híbrido; en los que se ha demostrado que, para obtener mayores resultados en cuanto al rendimiento de forraje por unidad de área, es necesario aumentar la densidad de siembra y disminuir la distancia entre plantas (Fuentes, 2000). Algunos autores como (Cuomo, 1998) recomiendan una densidad poblacional de hasta 98,000 plantas/ha con el fin de obtener una mayor producción de forraje, mientras que (Antolín, 2009) dice que para dos variedades de maíz híbrido y la variedad cacahuacintle, la densidad óptima es de 85,000 plantas/ha obteniendo un rendimiento de 52.5-85.6 ton de materia verde/ha; sin que esto afecte la calidad del forraje, es decir, el valor nutritivo de la hoja, tallo o en su caso de la planta completa (Salazar et al., 2001; Reta, 2000; Cuomo et al., 1998), aunque, la variedad de la semilla, la fertilidad del suelo, la edad del corte, el manejo agronómico, son factores que afectan el rendimiento (Aldrich et al., 1974). Además (Elizondo, 2002) a una densidad de 90,000 plantas por hectárea, obtuvieron para el caso de un criollo blanco 114.594 y 72.380 ton de

materia verde por hectárea en un híbrido. Al igual en un trabajo anterior (Elizondo, 2001) en el cual al evaluar un criollo blanco forrajero a una densidad de 47,619 plantas por hectárea obtuvo una producción de 49,203 ton de materia verde por hectárea.

Se entiende por maíz criollo o nativo a aquella población o genotipo que no ha pasado por un proceso de mejoramiento formal, es decir, que se ha generado mediante la selección continua a las diversas condiciones agroecológicas de cada región (García, Lara y Bergvinson, 2013). En México, el cultivo de maíz cuenta con una gran diversidad genética, que es mantenida principalmente por los pequeños agricultores del país (Ortega et al., 1991; Tinoco et al., 2002; Matsuoka et al., 2002; Doebley, 2004). Sin embargo, hay consenso en que su diversidad está disminuyendo (Bellon et al., 2009), a pesar de que los campesinos siguen prefiriendo sembrar maíces criollos ya que pueden producir aún en terrenos limitados en suelo y clima (Turrent et al., 2012), donde las variedades mejoradas no tienen oportunidades (Vázquez-Carrillo et al., 2010). Además, poseen una mejor respuesta al manejo del riesgo agrícola, estabilidad a la variabilidad climática, costos más bajos de los insumos necesarios para la producción, y adaptación a las condiciones climáticas locales (Guillén Pérez et al., 2002; Turiján-Altamirano et al., 2012; Turrent et al., 2012).

Por otra parte, se desconoce si existe el forraje de maíces criollos que logre una mayor preferencia de consumo. La preferencia por un alimento es compleja, está influenciado tanto por las características del animal, de la planta, así como de las variables ambientales, ya que las preferencias alimentarias se originan a partir de

la relación entre el sentido del gusto y la alimentación, que varía por diversos factores como: etapa fisiológica del animal, olfato, vista, el sabor y las características químicas del alimento (Marten, 1978).

Además, como se sabe, los animales pueden discriminar entre los alimentos con diferente calidad de nutrientes o con excesos de toxinas (Provenza et al., 1996), y que factores como la especie, la morfología, la maduración, la forma del forraje, la presencia de fenoles, alcaloides, taninos y los compuestos aromáticos, también influyen sobre la preferencia (Provenza, 1995).

Además de que la preferencia, se ve mayormente afectada cuando el alimento es bajo o demasiado alto en nutrientes (Early y Provenza, 1998). Situación que se ve reflejada en estudios realizados en donde, las características nutricionales de las variedades de maíz criollo difieren de una variedad híbrida (Elizondo y Boschini., 2003) reportaron que en el contenido de proteína bruta (PB) y lignina en ambos cultivares es similar. Mientras que para el caso de contenido de fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA) y celulosa, resulta con un menor porcentaje la variedad híbrida. Con referencia al contenido de hemicelulosa el maíz criollo tiene un contenido inferior al de la variedad híbrida. Por lo tanto, se cree que las diferencias en nutrientes pueden afectar la preferencia de un forraje (Early y Provenza, 1998). Y que la preferencia por un alimento disminuye cuando son deficientes o muy altos en nutrientes (Provenza., 1995) pero son mayormente preferidos cuando estos contienen una variedad de nutrientes en proporciones adecuadas (Provenza., 1996).

Las variedades de maíz utilizadas para producción de forraje por lo general son híbridos desarrollados para este fin, que para expresar su capacidad productiva demandan condiciones ambientales óptimas, esta es en muchos casos la principal limitante de producción. Sin embargo, los maíces criollos tienen una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, logrando buenos rendimientos de granos, aunque existe poca información respecto al utilizar variedades criollas para la producción de forraje, y la preferencia de consumo por ovinos.

Hipótesis

Los maíces criollos tienen el potencial forrajero similar a los híbridos comerciales, además, son igual o más preferidos por los ovinos.

Objetivos

Comparar la producción de forraje de maíces criollos contra un híbrido comercial.

Evaluar la preferencia de consumo de forraje en ovinos de cuatro maíces criollos y un híbrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La investigación se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, situado entre las coordenadas 18° 58' 53" N y 99° 13' 58" W a 1804 msnm, el clima es semicálido-subhúmedo con temperatura de 21° C (García, 2004). El suelo es tipo andosol, textura franco-arenosa que posee una alta capacidad de retención de nutrientes y de agua (Parfitt y Clayden, 1991).

El proyecto de investigación comprende dos etapas, en la primera se evaluó el rendimiento de cuatro variedades de maíces criollos y un híbrido comercial y en la segunda se evaluó la preferencia de consumo que los ovinos tienen por el forraje de maíces criollos y el híbrido.

Primera etapa

Material genético

En este estudio se evaluaron cuatro variedades de maíz criollo provenientes de diferentes partes del estado de Morelos contra un híbrido. Las tres variedades criollas fueron facilitadas por la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESX), UAEM. La variedad criolla Chamilpa se obtuvo de productores de la comunidad de Chamilpa, Mor. En tanto que el maíz híbrido fue adquirido con una empresa comercial de semillas mejoradas.

BJM1.- Originario del estado de Morelos, grano color blanco, altitud 1500-1900 msnm, planta robusta.

BJM2.- Originario del estado de Morelos, grano color blanco, altitud 1500-1900 msnm, planta robusta.

UAEMBM1.- Originario del estado de Morelos, grano color blanco, altitud 1500-1900 msnm, planta robusta.

En lo anterior, se muestran las características de los maíces criollos otorgados por la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESX), que por encontrarse aún en evaluaciones de las características solo se tiene la información antes mencionada.

Chamilpa.- Originario del Estado de Morelos, grano color blanco, porte alto, tallo delgado.

El maíz híbrido comercial a evaluar

Zapata 1.- Originario del estado de Morelos, grano color blanco, con buena tolerancia al acame, altura de planta 250-270 cm, densidad de siembra: 60,000-65,000 p/ha, resistente a enfermedades foliares y grano pesado.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos que son: T1. BJM1, T2. BJM2, T3. UAEMBM1, T4. CHAMILPA y T5. Híbrido Zapata 1 y cinco repeticiones en una superficie total de 782 m² (Figura 1).

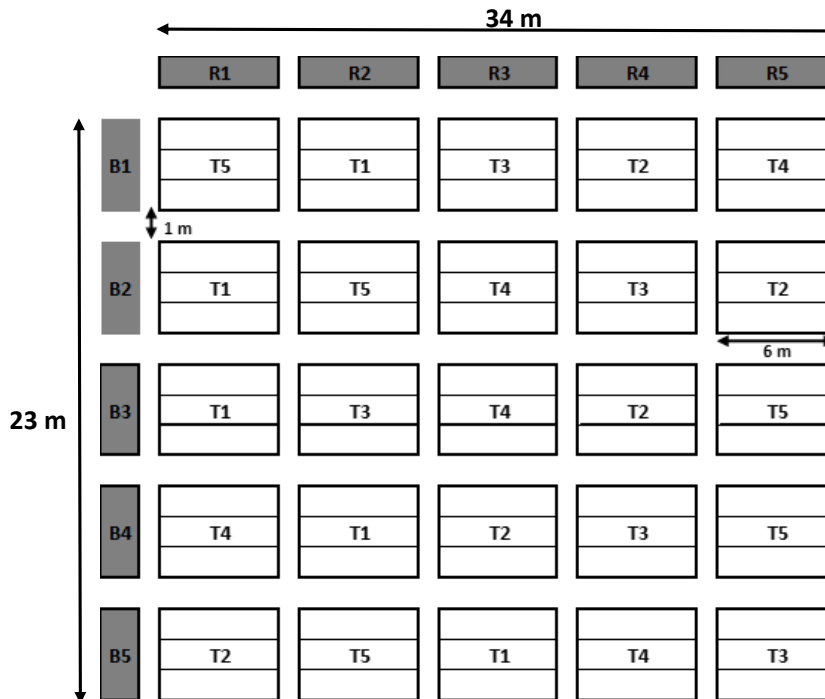


Figura 1. Plano de campo. Diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

Preparación del suelo

Con la finalidad de tener una buena cama de siembra, se realizaron dos barbechos a una profundidad de 30 cm (el primero un mes antes de la siembra y el segundo 15 días después de haber realizado el primero), después se dio un rastreo, el surcado se realizó al momento de la siembra y tuvo una distancia entre surcos de 0.80 m.

Siembra

La siembra se realizó de forma manual a una hilera en el lomo del surco, a 0.14 m de distancia entre plantas, con el fin de lograr una densidad poblacional de 89, 250 plantas por hectárea bajo condiciones de temporal.

Control de malezas

Con el fin de controlar el ciclo vegetativo de las malezas que en épocas de lluvia incrementa su emergencia. Se aplicó después de la siembra, pero antes de la nacencia del maíz, sobre suelo mojado y limpio de hierbas un herbicida pre emergente (Gesaprim Combi 500 FW) en dosis de 3 litros por hectárea. A los 40 días después de la siembra fue necesario aplicar un herbicida post-emergente (Glifosato: 2 l/Ha).

Fertilización

La fertilización se realizó en dos aplicaciones iguales, a los 25 y 45 días después de la siembra, utilizando la fórmula 250-150-250 (Flores et al., 2012) y como fuente se utilizó el estiércol de ovino seco con relación al contenido de potasio y se ajustó la cantidad de nitrógeno y fósforo con fertilizantes químicos (MAP y urea).

VARIABLES QUE MEDIR

Las variables se evaluaron a los 120 días después de la siembra, durante la etapa de madurez cuando el grano alcanza un tercio de la línea de leche (Wiersma *et al.*, 1993; Elizondo et al., 2002; Peña et al., 2003; Núñez *et al.*, 2005), se procedió mediante un muestreo de dos metros lineales del surco central de cada repetición (Núñez et al., 2001). Se tomaron dos muestras de cada repetición, las cuales posteriormente se pesaron y así de los valores obtenidos se sacó el promedio para determinar la producción de materia verde. Después, se continuó midiendo la altura de cada una de las plantas contenidas en cada muestra; midiendo la distancia

desde la base del tallo de la planta hasta el punto superior de la espiga (De la Cruz et al., 2009). A su vez, también fue medido el diámetro del tallo, midiéndolo sobre la base del tallo de cada planta.

Para el caso de la variable de número de hojas del mismo material muestreado se contabilizaron cada una de las hojas que tenía cada una de las plantas correspondientes en cada muestra.

Para la determinación de materia seca se procedió moliendo a 1 mm cada material muestreado, tomando tres submuestras de 100 g de cada tratamiento, los cuales fueron sometidos a una temperatura de 60°C hasta alcanzar un peso constante en una estufa secadora para después ser pesadas, y obtener así, la materia seca.

Análisis estadístico

En los datos se expresan el promedio \pm el error estándar y se analizaron mediante un análisis de varianza de un factor y una prueba de T Student del software Excel 2016.

RESULTADOS

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el número de hojas en las diferentes variedades de maíz, siendo la variedad BJM1 con el mayor número, con un promedio de 13.04 hojas, seguido de BJM2 y UAEMBM1 y el que tuvo menos hojas fue Chamilpa. En cuanto a la altura de la planta también se encuentran diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, para ello las variedades con mayor altura fueron Chamilpa con una altura promedio de 2.49 m, BJM1 con 2.26 m y UAEMBM1 con 2.16 m y el más pequeño fue el Zapata 1 con una altura de 1.60 m. Con respecto a la variable de diámetro del tallo no se encuentran diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos (Fig. 2).

Al evaluar la producción de materia verde de la planta entera de maíz (ton/ha) se presenta en la (Fig. 2) no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos, oscilaron en una producción de 49.0-59.0 ton/ha de biomasa. A pesar de que no existen diferencias estadísticas, la variedad híbrida fue la de menor producción de biomasa de las cinco variedades evaluadas.

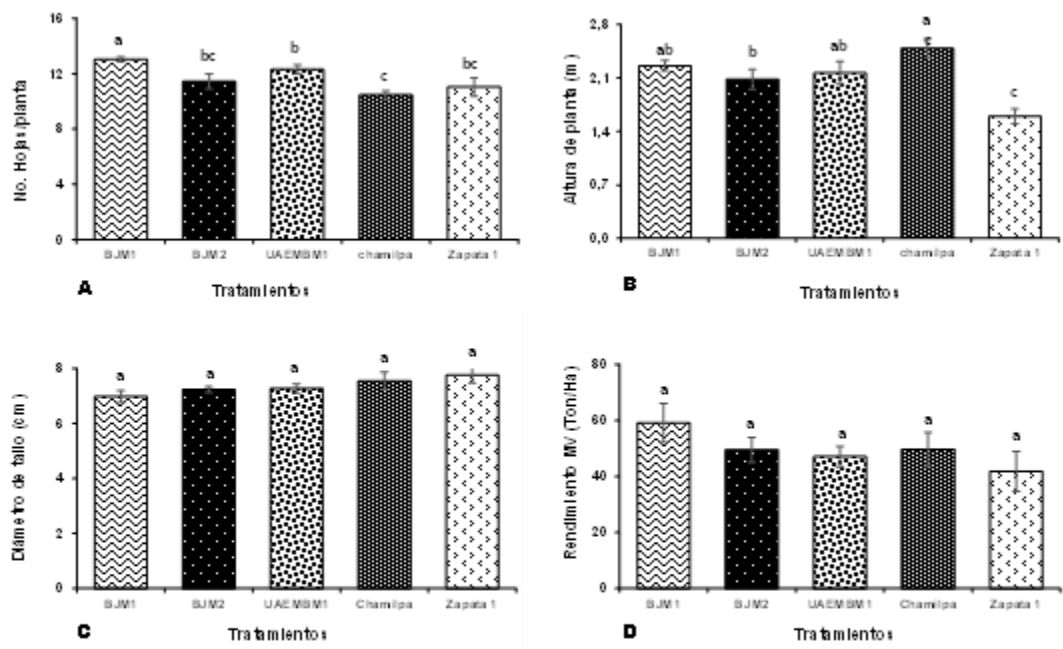


Figura 1. Promedio \pm error estándar del número de hojas, altura, diámetro de tallo y rendimiento de materia verde de cinco variedades de maíz BJM1, BJM2, UAEMB1, Chamipa y Zapata 1 bajo condiciones de temporal. Las literales en mayúsculas indican las variables evaluadas en la producción de forraje.

Las literales en minúsculas indican diferencias entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

En el presente estudio, la producción de materia verde en condiciones de temporal no mostró diferencias estadísticas para las cinco variedades evaluadas encontrándose en un rango de 49-59 ton/ha de biomasa. Es de notar que el maíz híbrido fue de los cinco maíces evaluados el de menor rendimiento, esto debido quizá a que el maíz híbrido expresa mejor su potencial genético en condiciones de riego controlado, a diferencia de los criollos que se adaptan mejor a condiciones del clima (Turiján-Altamirano et al., 2012; Turrent et al., 2012). De acuerdo con nuestros resultados los maíces criollos con una densidad de 90 mil plantas lograron rendimientos similares al híbrido. Estos resultados se acercan a los reportados por Antolín et al., (2009) que evaluaron la variedad de maíz Cacahuacintle y otros materiales híbridos. Encontrando que, con una densidad de 85,000 plantas por hectárea, se obtienen de 52.5 a 85.6 ton/ha de biomasa. Aunque existe un reporte de Elizondo (2011) que encontró 131.9 y 82.6 ton/ha de materia verde para una variedad criolla y un híbrido, respectivamente. Aunque los resultados de Elizondo son muy superiores a los encontrados en nuestro trabajo, es de notar que los maíces criollos tienen tanto potencial para ser usados en la producción de forraje, al igual o mejor que las variedades híbridas forrajeras.

Las diferencias de producción de biomasa, encontradas en las diferentes variedades evaluadas se explican debido a la diferencia genética de cada material (Cervantes et al., 2016). Además de la interacción de cada genotipo con el ambiente, pues estos se expresan de distinta forma de un ambiente a otro (Hortelano et al., 2008). La relación que se lleva a cabo entre el componente genético, los efectos ambientales y la interacción que existe entre el genotipo con

el ambiente dan como resultado la expresión de la varianza fenotípica (Rocandio-Rodríguez et al., 2014).

En otras palabras, es posible que la producción obtenida en nuestro trabajo pudo ser afectado por la alta densidad a la que se llevó el experimento. Esto si se considera que en trabajos realizados por Elizondo (2001), Elizondo y Boschini, (2002) en donde se evaluaron una variedad de maíz criollo y un híbrido, establecido en cuatro distintas densidades, concluyen en que la densidad óptima para un maíz forrajero es de hasta 58,000 plantas por hectárea. Posiblemente otros factores que pudieron haber influido fue la variación climática, específicamente la escasa precipitación durante el ciclo del maíz.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la producción forrajera de los maíces criollos es similar a la que produce un maíz híbrido forrajero, bajo condiciones de temporal.

Segunda Etapa: Prueba de preferencia

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el forraje producto de las cinco variedades evaluadas y descritas en la primera etapa, se realizó la prueba de preferencia.

Animales

Se utilizaron 15 borregas primaras F1 (santa cruz y katahdin) con diez meses de edad, con un peso promedio de 50 ± 4 kg. Las ovejas se identificaron numéricamente en sus flancos para poder evaluar su comportamiento a distancia. Durante el tiempo que duró el experimento, las 15 borregas fueron alimentadas por pastoreo en potreros de pasto estrella de las 8:00 a las 16:00 h, excepto la media hora que cada día, fueron evaluadas en corrales individuales, y luego regresadas a pastorear. Por la tarde, al finalizar periodo de pastoreo, el total de borregas fueron confinadas en un mismo corral con techo de lamina y piso de cemento, equipado con comedero y bebedero automático.

Maíces evaluados

Las variedades evaluadas fueron: Maíz criollo BJM1, BJM2, UEMBM1, Chamilpa, y maíz híbrido Zapata 1. Durante el experimento, cada día en el periodo de las 7:00 a las 8:00 h, se realizó la recolección del forraje y fue picado, con el fin de ofrecerlo fresco.

Características de los corrales de evaluación

Para este experimento, se diseñaron corrales de forma pentagonal de 2 m por lado, con un área de 6.88 m². En cada ángulo del corral fue colocada una cubeta igual, previamente enumeradas del uno al cinco. La evaluación se realizó de forma simultánea, una borrega por corral.

Diseño del experimento

El experimento tuvo una duración de 12 días, dividido en tres periodos. El primero consistió en dos días de familiarización del corral y de los cinco diferentes forrajes a evaluar. El segundo tuvo una duración de cinco días y se realizó con el fin de habituar a las borregas a asociar el lugar y el tipo de forraje. Ya que durante estos dos primeros periodos el mismo forraje, se servía en la misma cubeta, sin ser movida de lugar. El tercer periodo duró cinco días, aquí cada día la cubeta que contenía siempre el mismo forraje fue movida al ángulo siguiente, siguiendo la dirección de las manecillas del reloj.

Cada día el experimento inicio a las 9:00 h, de forma individual y simultanea las 15 borregas fueron evaluadas durante 30 min, en corrales individuales de forma pentagonal, provistos de cinco cubetas por corral con un kg de forraje picado de las cinco variedades que fueron evaluadas. Durante una hora (8:00 a las 9:00) previa al inicio del experimento, las borregas fueron sacadas a pastorear en un potrero con pasto estrella, esto con el fin de evitar el efecto de hambre, ya que después de ser confinadas por la tarde, solo se les proporcionó 500 gr de alimento concentrado por animal.

Variables que medir

Las variables que se evaluaron para determinar la preferencia fueron:

Consumo de alimento: Se midió restando la cantidad inicial (1 kg) el sobrante de forraje ofrecido durante los 30 minutos de evaluación (Ortega y Provenza, 1993).

Tiempo de permanencia en cada comedero: Se midió con un cronómetro, el tiempo la borrega permanecía en cada comedero, este iniciaba desde el momento en que la borrega introducía su cabeza en la cubeta y finalizaba cuando la borrega se alejaba un metro del comedero.

Número de veces que visita el comedero: Se determinó contabilizando el número de veces que la borrega se acercaba y metía la cabeza a una cubeta.

Primera visita al comedero: Se realizó, identificando en el momento que se iniciaba la evaluación que comedero visitaba primero la borrega.

Análisis estadístico

En los datos se expresan el promedio \pm el error estándar y se analizaron mediante un análisis de varianza de un factor mediante el software Excel 2016.

RESULTADOS

En la figura 1 se muestra que en el consumo de forraje se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, comparados entre etapas. La variedad de maíz criollo Chamilpa fue el forraje más apetecible desde la etapa de habituación hasta la prueba de preferencia presentando un mayor aumento en el consumo con un promedio de 164.3 g, seguido de las variedades Zapata 1, BJM1, BJM2 y UAEMBM1 (73.1, 64.1, 61.3 y 48.0 g, respectivamente). Los anteriores tratamientos muestran un aumento menor en el consumo comparado con la variedad Chamilpa, siendo excluida la variedad UAEBM1 quien no mostró diferencias significativas entre etapas además de tener el menor consumo de los cinco tratamientos evaluados.

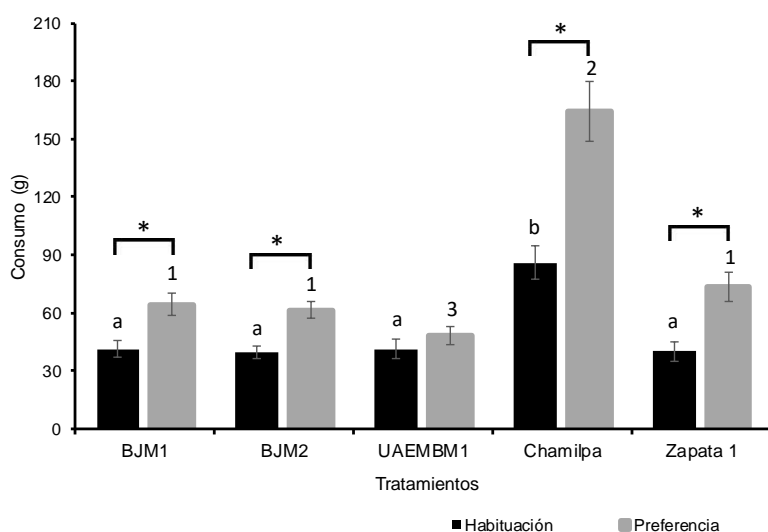


Figura 2. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación durante 30 minutos del consumo de forraje de maíz verde en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).

Los asteriscos indican diferencias entre la etapa de habituación y la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

Las literales indica diferencias entre tratamientos durante la etapa de habituación ($P \leq 0.05$).

Los números indican diferencias entre tratamientos durante la etapa de la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

En cuanto al número de visitas al comedero se encontraron diferencias significativas (Fig. 3). Se observa una disminución de visitas en la prueba de preferencia en las variedades BJM1, UAEMBM1 y Chamilpa. También se muestra que en ambas etapas la variedad más sobresaliente fue Chamilpa, durante la prueba de preferencia tuvo 8.59 visitas durante los treinta minutos evaluados. Mientras que las variedades BJM1, BJM2 y Zapata 1 presentaron de 6.76-7.16 visitas y la variedad UAEMBM1 presentó el menor número de visitas (5.96).

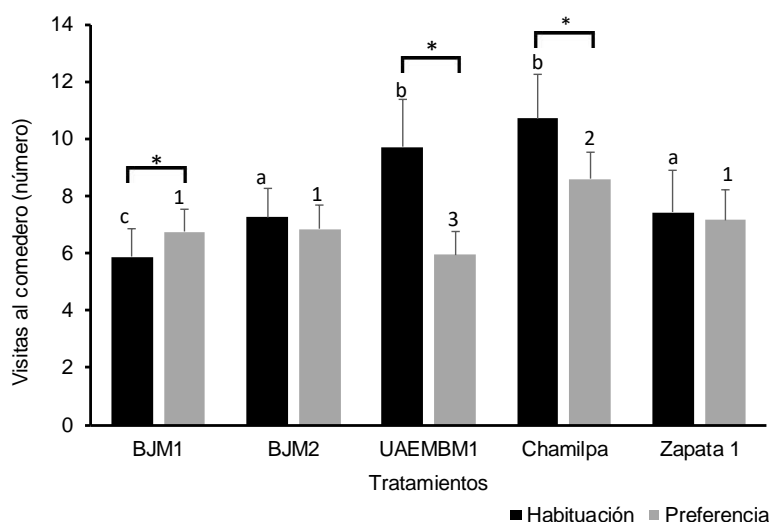


Figura 3. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación durante 30 minutos del número de visitas al comedero de cada tratamiento, en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).

Los asteriscos indican diferencias entre la etapa de habituación y la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

Las literales indica diferencias entre tratamientos durante la etapa de habituación ($P \leq 0.05$).

Los números indican diferencias entre tratamientos durante la etapa de la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

Se muestra el comportamiento de las ovejas en la primera visita a cada comedero (%) durante 30 minutos de observación, en donde se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) como se muestra en la (fig. 4). Comparados entre etapas

solo se observan diferencias en la variedad híbrida (Zapata 1). Para el caso de las diferencias entre cada tratamiento al igual que en las figuras anteriores, la variedad de maíz criollo Chamilpa sobresale de las demás variedades evaluadas.

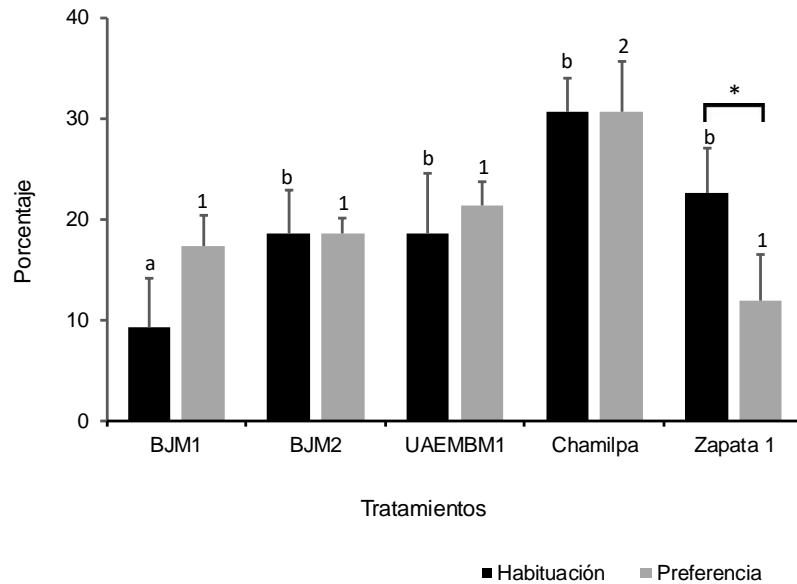


Figura 4. Resultados (promedio \pm error estándar) de la evaluación de la primer visita a cada tratamiento en la etapa de habituación y la prueba de preferencia en ovinos F1 (santa cruz - katahdin).

Los asteriscos indican diferencias entre la etapa de habituación y la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

Las literales indica diferencias entre tratamientos durante la etapa de habituación ($P \leq 0.05$).

Los números indican diferencias entre tratamientos durante la etapa de la prueba de preferencia ($P \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue determinar la preferencia que tienen los ovinos por el forraje de maíz criollo e híbrido a lo cual; no se han encontrado trabajos relacionados con la preferencia de maíz híbrido ni mucho menos de maíz criollo; pero si se han realizado trabajos sobre sabores, (Favreau et al., 2010) realizó un estudio en el que se evaluaron dos sabores el sabor umami y amargo, concluyendo que el heno pulverizado con Glutamato monosódico (sustancia relacionada con el sabor umami) fue mayormente preferido ante el heno con (quinina).

El presente experimento demuestra que el forraje de la variedad de maíz criollo Chamilpa obtuvo el más alto consumo por los ovinos dentro de las cinco variedades evaluadas, lo cual puede deberse a diversos factores del alimento: la composición química, la maduración, la forma del forraje y otros factores relacionados directamente con el animal como la etapa fisiológica del animal, el sentido del olfato, vista y olor (Marten, 1978). Además de que la preferencia, se ve mayormente afectada cuando el alimento es bajo o demasiado alto en nutrientes (Early y Provenza, 1998).

Como ya se sabe, los ovinos tienen la capacidad de percibir los cinco sabores primarios (ácido, dulce, amargo, salado y umami) (Gherardi y Black, 1991). De acuerdo con estudios realizados por (García y Hankins, 1975; Rogosic et al., 2008) el sabor amargo es asociado con diversos compuestos que pueden ser tóxicos para los animales herbívoros. Mientras que el sabor umami se ha propuesto en relación con las proteínas (Naim et al., 1991).

CONCLUSIONES

Los ovinos tienen una preferencia de consumo, similar en variedades de maíz criollas y el híbrido forrajero. Aunque la variedad Chamilpa fue la de mayor preferencia.

LITERATURA CITADA

Aldrich, S., Leng, E. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.

Antolín, D., M; González, R., M; Goñi, C. S; Domínguez, V., I., A; Arciaga, G., C. 2009. Rendimiento y producción de gas in vitro de maíces híbridos conservados por ensilaje o henificado. *Técnica Pecuaria en México* 47: 413-423 p.

Arreaza, L. 1994. Manual para la alimentación estratégica de bovinos en épocas secas con base en la caña de azúcar y árboles forrajeros. Corpoica. Centro de Investigación Turipaná. Memorias. 12-20 p.

Bellón, M. R.; Barrientos-Priego, A. F.; Colunga-García Marín, P.; Perales, H.; Reyes-Agüero, J. A.; Rosales-Serna, R.; & Zizumbo-Villareal, D. 2009. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México*. 2: 355-382 p.

Bernal J. 2003. Pastos y Forrajes Tropicales producción y manejo. Cuarta edición Bogotá. *Carvajal* 702 p.

Cruz D. M. S.; Gómez V. M.; Ortiz P. M.; Entzana T. A.; Suárez H. C.; Santilla M. V. 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. USDA-WASDE.

Cuomo, G. J.; Redfearn, D. D.; Blouin, D. C. 1998. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology and nutritive value. *Agronomy Journal* 90: 93-96 p.

De la Cruz-Lázaro, E.; Córdova-Orellana, H.; Estrada-Botello, M. A.; Mendoza-Palacios, J. D.; Gómez-Vázquez, A.; y Brito-Manzano, N. P. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo* 25: 93-98 p.

Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics* 38: 37-59 p.

Early, D., Provenza, F.D., 1998. Food flavor and nutritional characteristics alter dynamics of food preference in lambs. *Journal Animal Science* 76, 728–734 p.

Elizondo-Salazar, J. A.; y Boschini-Figueroa, C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía mesoamericana* 13: 13-17 p. Checar si corresponde a la bibliografía de Jiménez

Favreau A., Bamount R., Ferreira G., Dumont B., and Ginane C. 2010. Do sheep use umami and bitter tastes as cues of post-ingestive consequences when selecting their diet? *Applied Animal Behaviour Science, Elsevier* 125 (3-4) 115-123 p.

Flores-Aguilar, J. J.; Vázquez-Rosales, R.; Solano-Vergara, J. J.; Aguirre-Flores, V.; Bahena-Galindo, F. I.; Oliver-Guadarrama, R.; Granjeno-Colín, A. E.; y Orihuela-Trujillo, A. 2012. Efecto de fertilizante orgánico, inorgánico y su combinación en la producción de alfalfa y propiedades químicas del suelo. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Terra Latinoamericana* 30: 213-220 p.

Fuentes, J.; Cruz, A.; Castro, L.; Gloria, G.; Rodríguez, S.; y Ortiz, B. 2001. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. *Agronomía Mesoamericana* 12: 193-197 p.

García, L. S. and Bergvinson, D. J. 2013. Identification of maize landraces with high level of resistance to storage pests *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Prostephanus truncatus* Horn in Latin America. *Revista Fitotécnica Mexicana* 36 (3):347-356 p.

Garcia, J., Hankins, W. G., 1975. The evolution of bitter and the acquisition of toxiphobia. In: Denton, D.A., Coghlan, J.P. (Eds.), *Olfaction and Taste: Proceedings of the 5th International Symposium*. Academic Press, New York, USA, 39–45 p.

Gherardi, S. G., Black, J. L., 1991. Effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. I. Identification of chemicals that alter the palatability of a forage. *Australian Journal of Agriculture Research* 42, 571–584 p.

Herrera, S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. Memorias del 2° Taller nacional de especialidades del maíz. UAAAN Saltillo. Coahuila, México. 133-138 p.

León, C. E. 1980. Efecto de la defoliación en maíz (*Zea mays*) para la alimentación animal. Tesis. *Centro Universitario del Atlántico*, Universidad de Costa Rica. 81 p.

Malagón-Mateus R. 2005. Enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola Universidad Nacional de Colombia.

Marten, G. C. 1978. The animal complex in forage palatability phenomena. *Journal of Animal Science* 46: 1470-1477 p.

Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez, J., Buckler, E., y Doebley J. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 6080-6084 p.

Morand-Fehr, P. 2003. Review Dietary choices of goats at the trough. *Small Ruminant Research* 49: 231-239 p.

Moreno, Y. S.; Bustos, F. M.; Hernández, M. S.; Paczka, R. O.; y Vázquez, J. L. A. 2003. Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. *Agrociencia* 37: 617-628 p.

Naim, M., Ohara, I., Kare, M. R., Levinson, M., 1991. Interaction of MSG taste with nutrition—perspectives in consummatory behavior and digestion. *Physiology Behavior* 49 (5), 1019–1024 p.

Núñez, H. G.; Faz, R. C.; Tovar, G. M. R.; Zavala, G. A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. *Técnica Pecuaria en México* 39: 77-88 p.

Núñez, H. G.; Eduardo, F.; Contreras, G.; y Faz, C. R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria en México* 41: 37-48 p.

Núñez, H. G.; Faz, R. C.; F. González, C. F.; y Peña, R. A. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Técnica Pecuaria en México* 43: 69-78 p.

Paliwal, R. L. 2001. Usos del maíz. 1:45-56 p. Paliwal, R. L. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Departamento agrícola. *FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma, Italia.

Peña, R. A.; Núñez, H. G.; y González, C. F. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación de atributos agronómicos con la calidad nutricional. Departamento de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 40: 215-228 p.

Peña, R. A.; Núñez, H. G.; y González, F. C. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. *Técnica Pecuaria en México* 41: 63-74 p.

Peñagaricano, J.; Arias, W.; y Llana, N. 1986. Ensilaje: manejo y utilización de las reservas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 345 p.

Perales R., Hugo R. 2009. Maíz, riqueza de México Ciencias. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. No 92-94, 46-55 p.

Pérez, L. A. G.; Quintanar, C. S.; y Mercado, S. 2002. Análisis de atribución casual en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia* 36: 3787-387 p.

Parfitt, R. L. and B. Clayden. 1991. Andisols: the development of a new order in soil taxonomy. *Geoderma* 49: 181-198 p.

Provenza, F.D.; Scott, C. B.; Phy, T. S. y Lynch, J. J. 1996. Preference of sheep for foods varying in flavors and nutrients. *Journal of Animal Science* 74: 2355 p.

Reta, S. D. G.; Gaytan, M. A.; y Carrillo, A. J. S. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Revista Fitotecnia* 23: 37-48 p.

(Rincon) Sánchez, F. R.; González, F. C.; y Torres, N. A. R. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. *Sociedad Mexicana de Fitogenética*

Rogosic, J., Estell, R. E., Ivankovic, S., Kezic, J., Razov, J., 2008. Potential mechanisms to increase shrub intake and performance of small ruminants in Mediterranean shrubby ecosystems. *Small Ruminant Research* 74, 1–15 p.

Ortega, R. L.; y Provenza, F. D. 1993. Experience with blackbrush affects ingestion of shrub live oak by goats. *Journal Animal of Science* 71: 380- 383 p.

Salazar, J. A. E.; y Boschini-Figueroa, C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 12: 181-187 p.

Sánchez, A.; y Díaz, M. 1986. Ensilaje como método de conservación forrajera. *Biblioteca Agropecuaria de Colombia* 254-292 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. *USDA-WASDE, SIAP*, México 131 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2010. Anuario Estadístico de la producción agrícola 2008.

Tinoco, A. C. A.; Rodríguez, M. F. A.; Sandoval, R. J. A.; Barrón, F. S.; Palafox, C. A.; Esqueda, E. V. A.; y Romero, M. J. 2002. Manual de producción de maíz para los estados de Veracruz y Tabasco. INIFAP. CIRGOC. *Libro técnico* (9). Veracruz, México 113 p.

Turiján-Altamirano, T.; Damián-Huato, M. Á.; Ramírez-Valverde, B.; Juárez-Sánchez, J. P.; y Estrella-Chulín, N. 2012. Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3: 1085-1100 p.

Turrent-Fernández, A.; Wise, T. A.; y Garvey, E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Mexican Rural Development Research Reports*. 24: 1-36 p.

Wiersma, D. W.; Carter, P. R.; Albrecht, K. A.; Coors, R. W. (1993) Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter digestibility of corn plant parts. *Journal of Production Agriculture* 6:94-99 p.

