



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EVALUACIÓN DE MAICES CON CARACTERÍSTICAS Y AMBIENTES  
DIFERENTES CON FINES FORRAJEROS EN ZONAS SEMIARIDAS

Por:

Lourdes Yuliana Velázquez González

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EVALUACIÓN DE MAICES CON CARACTERÍSTICAS Y AMBIENTES  
DIFERENTES CON FINES FORRAJEROS EN ZONAS SEMIARIDAS

Por:

Lourdes Yuliana Velázquez González

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo  
Zootecnista

Asesores:

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Dr. José Marín Sánchez

Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor

El trabajo titulado “**EVALUACIÓN DE MAICES CON CARACTERÍSTICAS Y AMBIENTES DIFERENTES CON FINES FORRAJEROS EN ZONAS SEMIARIDAS**”, fue realizado por: **Lourdes Yuliana Velázquez González** como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**” y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

DR. MARCO ANTONIO RIVAS JACOBO

Asesor

\_\_\_\_\_

DR. JOSÉ MARÍN SÁNCHEZ

Asesor

\_\_\_\_\_

DRA. CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR

Asesor

\_\_\_\_\_

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., a 9 días  
del mes de Agosto de 2013.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS ABUELOS**

Francisca Aranda (+) y Tito González (+) por todas y cada una de sus enseñanzas por estar conmigo, apoyarme y confiar en mí desde el principio de mis días.

### **A MI MADRE**

María de Lourdes González porque gracias a su esfuerzo y dedicación he llegado a donde estoy. Por seguir ahí a pesar de mis tantos defectos y tropiezos y de la cual me siento muy orgullosa, mamá eres la mejor.

### **A MI PADRE**

Julio Velázquez Mota por sus palabras y consejos, por siempre alentarme a seguir superándome.

### **A MI HERMANA**

Diana G. Velázquez González con la que he compartido momentos buenos y malos, que ha estado ahí para escucharme y apoyarme.

### **A MIS AMIGOS**

Karina Rodríguez, Marcela Hernández, Karen Monsiváis, Mauro Donjuán, Ezenia Padrón y Sinahi Cuellar por estar conmigo en las buenas y en las malas porque a pesar de los obstáculos que se nos han presentado seguimos juntos.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP**

Por permitirme realizar mis estudios profesionales

### **Al programa PROMEP de la SEP:**

Por el apoyo de financiamiento del proyecto clave PROMEP/103.5/11/6650.

### **Al Señor Felipe Escalante Leura:**

Por su colaboración en los trabajos de campo y la cosecha del cultivo de maíz, para la realización de esta tesis.

### **A mis asesores**

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo, Dr. José Marín Sánchez, y la Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor por su colaboración, consejos y correcciones para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez por revisar la tesis y aportar sugerencias a la misma.

### **A mis profesores**

Dra. Rosa Elena Santos Díaz y al Dr. Cesar Posadas Leal por su apoyo durante el transcurso de mi carrera.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
CONTENIDO .....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo General .....	4
Objetivos Particulares .....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Importancia Ancestral del Maíz .....	5
Importancia del Uso de Maíz Forrajero en la Alimentación Animal.....	7
Características de un Maíz Forrajero .....	9
Requerimientos Edafo-Climáticos del Maíz.....	10
El clima.....	10
Pluviometría.....	10
Exigencia del suelo .....	11
Siembra .....	11
Fertilización .....	11
Momento Optimo de Cosecha.....	13
Rendimiento del Maíz Forrajero .....	15
Rendimiento de Hojas, Tallo y Elote .....	16
Altura.....	17
Área Foliar de la Hoja del Elote.....	18

Efectos del Consumo de Maíz Forrajero en Animales.....	18
Calidad del Maíz Forrajero .....	19
Calidad Nutritiva.....	21
Composición Química General .....	21
Composición Química General de Distintos Tipos de Maíz (%) Almidón .....	22
Proteínas.....	22
Proteína Cruda (PC) .....	23
Fibra Detergente Acido (FDA) .....	23
Fibra Detergente Neuto (FDN) .....	23
Calidad de Ensilados.....	24
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
Localización .....	27
Material Genético.....	27
Tratamientos:.....	27
Distribución de parcelas (Figura 1).....	29
Procedimiento .....	29
Variables de respuesta.....	30
Diseño Experimental.....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
Altura.....	33
Diámetro.....	33
Número de Hojas.....	34
Rendimiento de Materia Seca de Tallo y Hojas.....	36
Rendimiento de Materia Seca de Elote .....	36
Rendimiento de Materia Seca Total.....	36
Relación Tallo y Hojas Planta.....	37
Relación Elote Planta .....	37
Número de Elotes .....	39
Área foliar de la Primera Hoja .....	39
Área Foliar de la Hoja Donde se Inserta el Elote.....	40

Correlaciones.....	42
CONCLUSIONES .....	44
LITERATURA CITADA.....	45



## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Páginas
1	Relación de genotipos de diferente origen y ambiente, utilizados como tratamientos	28
2	Comparación de medias de altura, diámetro y número de hojas de 36 genotipos de maíz de diferente origen	35
3	Comparación de medias de rendimiento de materia seca de tallo y hojas, elote y de la planta completa; y relaciones tallo y hoja planta, y elote planta, de 36 genotipos de maíz de diferente origen.	38
4	Comparación de medias de las variables número de elotes, área foliar de la primera hoja y de la hoja donde se inserta el elote de 36 genotipos de maíz de diferente origen.	41
5	Correlaciones de variables de 36 genotipos de maíz de diferente origen.	43

## RESUMEN

Se estudio el rendimiento de materia seca y de sus componentes morfológicos de 36 variedades de maíz en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., a 22° 13' LN y a 100° 50' LO, sobre 1835 m.s.n.m. La siembra se realizó bajo riego en abril de 2011 en surcos a 95 cm y una semilla cada 12 cm. Se fertilizó 115 kg de N y 46 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Se midió el rendimiento de materia seca (RMS), de tallo y hojas (RMSTH) y elote (RMSE), altura de planta (Altura), diámetro de tallo (Diámetro) y número de hojas de la planta (NHojas). Se utilizó un diseño bloques al azar. La parcela experimental fue de 3 m de largo con cinco surcos. Se cosecharon 10 plantas al azar en competencia completa y se separaron los elotes y el tallo con hojas, se pesaron y picaron en una trituradora de forraje. Una submuestra de 300 g se secó en estufa de aire forzado a 55° C. El mayor RMST fue para Chalqueño con 34.9 t ha<sup>-1</sup>, siguió Amarillo2, OjitalCT, RojoHgo, Tampiqueño1, AS948-1IntrJala y SuperTiburón en un rango de 28.6 a 21.8 t ha<sup>-1</sup>. Los dos primeros mostraron los mayores RMSTH y RMSE, en cambio los otros fueron mediocres en RMSE excepto SuperTiburón. Para NHojas destacaron RazaJala, BVPbaja, AS948-2 y Amarillo4. Se observó que existen genotipos de las diferentes regiones y ambientes, con potencial productivo para las zonas semiáridas, por lo que pueden emplearse para producción y programas de mejoramiento genético para forraje.

## SUMMARY

Study the performance of dry matter and their morphological components of 36 varieties of corn in Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., at 22 ° 13' LN and 100° 50' LO on 1835 m.a.s.l. The sowing was carried out under irrigation in April 2011 in 95 cm and a seed drills every 14 cm. Fertilized 115 kg of N and 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Measured performance of dry matter (PDM), stem and leaves (PDMSH) and corn (PDMC), plant height (height), diameter of stem (diameter) and number of leaves of the plant (NLeaves). Randomized block design used. The experimental plot was 3 m long with five rows. 10 Plants at random in complete competition were harvested and separated the corn and the stem with leaves, were weighed and chopped in a cutter forage machine. A subsample of 300 g dried in an oven of air forced to 55 ° C. Mayor PDM was for Chalqueño with 34.9 t ha<sup>-1</sup>, followed by Amarillo2, OjitalCT, RojoHgo, Tampiqueño1, AS948-1IntrJala and SuperTiburón in a range from 28.6 to 21.8 t ha<sup>-1</sup>. The first two showed the greatest PDMSH and PDMC, on the other hand, the others were mediocre in RMSE except SuperTiburón. For NHOjas, RazaJala, BVPbaja, AS948-2 and Amarillo4 they emphasized. It was noted that there are genotypes of different regions and environments, with productive potential for semi-arid zones, so it can be used for production and forage breeding programs.

**Keywords:** corn, dry matter, morphological components.

## INTRODUCCIÓN

El maíz es una gramínea de producción mundial, cuya adaptabilidad permite su cultivo en más de 113 países. Entre sus principales usos se encuentran la alimentación humana, animal y producción de almidones; por otra parte, es un insumo para la elaboración de aceites, barnices, pinturas, caucho y jabones, entre otros (Chávez, 1995).

El principal país productor de maíz en el mundo es Estados Unidos con el 51% del total, con una producción cercana a los 300 millones de toneladas por año. China y Brasil poseen cada uno el 23% y 7%, respectivamente, de la producción mundial. En el 2004 china produjo casi 131 millones de toneladas en una superficie de 25,000,000 de hectáreas, lo cual lo coloca como el segundo productor mundial de este grano, mientras que México produjo en el mismo año 21 millones de toneladas, en una superficie de 8,000,000 de hectáreas, lo que lo coloca en el cuarto lugar (Robles, 1990).

De acuerdo con los datos del United States Department of Agriculture (USDA, 2005), a nivel internacional los tres principales productores por volumen de producción del grano son Estado Unidos, China y Brasil. Se destaca China por el mayor dinamismo en su cosecha, con una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 6.4%, entre el 2007 y el 2012. Por su parte, Estados Unidos presentó una TMAC de -3.7%, dejando de lado la afectación de la sequía severa del 2012, su tendencia decreciente es constante. El promedio de producción de los últimos tres años en EU es 9.0% inferior a la producción del 2007(USDA, 2007).

En México el maíz es ampliamente cultivado por su aportación nutrimental en la dieta de la población, consumiéndose principalmente como grano seco procesado; en razón de ello la investigación de la obtención de nuevas variedades está encaminada a mejorar la producción y calidad de proteína del grano. Otra forma de consumo es en estado fresco o elote del cual existe poca información que permita mejorar tanto su producción como la calidad del mismo (Di Marco *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista alimentario, económico y social, el maíz es el cultivo más importante del país. Durante el periodo 2000-2011 ocupó el 57% de la superficie sembrada y cosechada totales en promedio anual; generó el 8.5% del volumen de

producción agrícola total, representando el 45% del valor total de la producción (SAGARPA, 2011).

Se producen diversas variedades, sin embargo la más importante es la del maíz blanco, cuya participación en la producción total del maíz fue de 94% promedio en el bienio 2010-2011. En tanto que la participación del maíz amarillo significó el 6% en promedio durante el periodo de referencia (Enríquez *et al.*, 2003).

La producción agrícola es de -1.8%, en los últimos seis años. Si bien la producción estimada de 21.5 millones de toneladas del 2011 es la más alta de los últimos cuatro años, no se puede negar la tendencia decreciente. Ante la disminución en la cosecha del principal productor mundial, México debe canalizar mayores esfuerzos para incrementar la producción nacional a través del incremento en los rendimientos, uso de insumos de mayor calidad y prácticas productivas sustentables (SIAP, 2011).

México produce el 2.7% del maíz en el mundo (23 millones de toneladas en 2010), siendo el 4° productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil. Nuestro rendimiento promedio por hectárea es de 3.2 toneladas (lugar 78 de 164 países que producen este grano en el mundo). El promedio mundial es de 5.2 ton/ha. México es el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume, en promedio, 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (Boschini, 2002).

El estado de San Luis Potosí no había sido considerado como una región importante en la concentración de la diversidad genética de maíz, sin embargo, la importancia de las siembras, las condiciones de clima y precipitación, así como la geografía de la región como parte de la orografía de la sierra madre oriental, representan una gran diversidad de ambientes, y por consiguiente una potencial fuente de variación genética en maíz e incluso como una ruta de migración de dicha diversidad hacia el norte de México (Navarro *et al.*, 2008). La superficie sembrada de maíz anualmente es cerca de 210,000 hectáreas, de las cuales cerca de 20,000 son bajo condiciones de riego (CDR, 2007).

En la Zona Media del estado de San Luis Potosí se siembra cada año aproximadamente 10 mil hectáreas de maíz elotero en condiciones de riego, con un rendimiento medio de 8 ton/ha, el cual se considera bajo para el potencial de la región, siendo los municipios de Cd. Fernández y Rio Verde, S.L.P. los principales productores

de elote. Este cultivo es de alto valor económico ya que además del buen precio del elote, se obtienen beneficios adicionales al comercializar o utilizar la producción de forraje verde (INIFAP, 2006).

Las principales causas de estos bajos rendimientos: El uso de variedades criollas bajo rendimiento, susceptibles a plagas y enfermedades junto con las variedades mejoradas no aptas para la producción de elote el uso de densidades de población inadecuada con bajas de dosis de fertilización e ineficiente uso y manejo del agua de riego.

## **Objetivo General**

Evaluar el comportamiento productivo de 36 variedades de maíz para generar alternativas de alimentación para bovinos y ovinos en épocas de escases y abaratar costos de producción para generar una mayor competitividad del sector ganadero de San Luis Potosí.

## **Objetivos Particulares**

- a) Estimar el rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos de variedades de maíz.
- b) Medir variables de características descripción morfológica de la planta.
- c) Medir el área foliar de la primera hoja y de la hoja donde se inserta el elote.
- d) Seleccionar las mejores variedades criollas y mejoradas de maíz con respecto a rendimiento de materia seca y calidad para generar un programa de selección de maíces criollos e híbridos blancos y amarillos con cualidades forrajeras con fines de mejoramiento genético a largo plazo.

## **Hipótesis**

De un grupo de variedades de maíces de diferente ambiente existe al menos una con buen comportamiento productivo para la región en estudio.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia Ancestral del Maíz

El cultivo del maíz en México se hace actualmente en un amplio rango de altitud y variación climática, desde el nivel del mar hasta los 3,400 msnm. Se siembra en zonas calurosas con escasa precipitación, en regiones templadas, en las faldas de las altas montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (SAGARPA, 2011). A esta gran diversidad de ambientes, los agricultores, de bajos recursos, mediante su conocimiento y habilidad, han logrado adaptar y mantener una extensa diversidad de maíces nativos (Montemayor *et al.*, 2006).

México tiene gran diversidad genética de maíces colectados y resguardado en diferentes bancos de germoplasma con poco uso y se tiene poca información de su utilidad para otras regiones. Se reportan 64 razas para México, 59 se pueden considerar nativas, 5 que fueron descritas inicialmente en otras regiones (Cubano Amarillo del Caribe y cuatro razas de Guatemala, Nal Tel de Altura, Serrano, Negro de Chimaltenango y Quicheño). Dentro de las razas se tienen ocho grupos: Grupo Cónico, Grupo Sierra de Chihuahua, Grupo Ocho hileras, Grupo Chapalote, Grupo Tropicales precoces, Grupo Dentados tropicales y Grupo Maduración tardía. De éstos grupos los Maíces dentados tropicales, son los de mayor distribución en México. La utilización de razas de este grupo en programas de mejoramiento, especialmente de poblaciones de Tuxpeño y Celaya, ha favorecido su difusión amplia, por lo que se encuentran frecuentemente como materiales acriollados en varias regiones (Nadal, 2000).

En San Luis Potosí se han ubicado y recolectado a la fecha, 16 diferentes razas de maíz, las que han dado lugar a la amplia variación de variedades criollas que se siembran en áreas de riego y temporal, destacando Tuxpeño con un 45%, Ratón 16%, Celaya 16%, Olotillo 11%, Elotes Occidentales 7% y Cónico Norteño 4% (Ávila *et al.*, 2006).



Existen más de 300 variedades de maíces nativos, también llamados en algunas regiones criollos, con características diferentes. Esto permite que el cultivo se adapte a diferentes ambientes de la República. De esta manera, encontramos el cultivo en zonas de intenso calor como en el estado de Sinaloa o en regiones totalmente distintas como en el Estado de México. Cada uno de estos maíces tiene cualidades propias que se distinguen por el color de los granos y su diferente tamaño de la mazorca (Fuentes *et al.* 2000).

Por toda esta abundancia de variedades, México se circunscribe en el mundo como un ente plurisocial y cultural, en donde las diversas manifestaciones religiosas y sociales del maíz se encuentran presentes a diario. Cabe destacar, que a pesar de que el cultivo del maíz es parte de nuestra cultura, en ciertas regiones los maíces criollos se cultivan en menor proporción, por diversos problemas. Ciertamente, la conservación de las especies de maíz en México se ha visto amenazada por la sustitución de variedades nativas por otras mejoradas, en algunas regiones han desaparecido razas como la Celaya en el Bajío y Los Llanos de Jalisco. Asimismo, también se ha contribuido en la pérdida y conservación del maíz nativo: a partir de la expansión e intensificación de cambios en los cultivos, por la contaminación con semillas genéticamente modificadas recientemente, así como por causas socioeconómicas como la migración de poblaciones campesinas y falta de apoyos a la producción como se ha mencionado (Lesur, 2005).

En este proceso de cambios, más de tres millones de familias campesina se encuentran conservando la diversidad del maíz, en especial son las mujeres quienes además de seleccionar la semilla durante la cosecha para ser sembrada en el siguiente periodo, han sido las transmisoras de los conocimientos ancestrales para utilizar en decenas de formas este grano (Valdivia y Vidal, 1995; De León *et al.*, 1998).

Lo expresado anteriormente se confirma cuando se comprueba que el maíz tiene la capacidad para utilizarse con diferentes fines. Destacan los granos blancos para la producción de tortillas, el amarillo que ha sido desdeñado para elaborar tortillas a pesar de su buena calidad y se destina tan solo para alimentación animal, abunda el maíz morado para antojitos. Los maíces rojos se utilizan para fines ceremoniales en algunas poblaciones. No hay que dejar de mencionar el maíz cacahuacintle para producir pozole o los elotes tiernos, el maíz para la elaboración de tamales, palomitas, totopos, atoles,

pinole, panecillos y otros alimentos. El uso de la hoja de mazorca (totomoxtle) para la preparación de tamales. De una plaga del maíz, el huitlacoche ( - *Ustilago maydis*) - se ha enriquecido la cocina ya que se utiliza en varios guisos o el gusano elotero que también es comestible.

Además, en las zonas rurales sigue siendo la base de la alimentación no solamente de los habitantes, sino también de los animales por el uso integral que realizan los campesinos con todos los subproductos del maíz (SAGARPA 2010).

Existen también otros usos en la industria para la preparación de harina de maíz seco y molido, el proceso de nixtamalización para molerlo y transformarlo en masa. La extracción de almidón, aceite y subproductos para alimentación animal como el gluten y tortas de germen. Así como de la hidrólisis del almidón se obtiene: glucosa, dextrosa, y jarabes ricos en fructuosa, los cuales son utilizados por la industria alimentaria, de bebidas, textil, minera y adhesiva.

Como ha podido apreciarse, el maíz constituye una materia prima de gran relevancia y sus usos son múltiples, en la actualidad, este cultivo se convierte en un foco de atracción de las empresas transnacionales (USDA, 2007).

### **Importancia del Uso de Maíz Forrajero en la Alimentación Animal**

En la región norte del país se práctica principalmente el sistema de producción de becerros al destete, con una cosecha anual del 40 al 55%, de los cuales casi la totalidad son vendidos a los engordadores del país o exportadores. La baja productividad se debe en parte a la sobreutilización de los pastizales, la cual trae consigo subalimentación animal, que se agrava en el otoño-invierno por las bajas temperaturas. Se requiere así nuevas alternativas de especies forrajeras para corte y conservación para las épocas críticas, así como al conocimiento de sus tecnologías de producción que lleven a una mayor disponibilidad de forraje de alta calidad (Ye *et al.*, 2001).

Además de la zona norte se tienen evidencias en otras regiones la necesidad de disponer de alimento conservado para el ganado, como lo mencionan Espinoza *et al.* (2007), que la baja productividad del ganado en el trópico se debe en gran parte al medio ambiente que origina estacionalidad en la producción de forrajes, estrés calórico

que afecta los procesos fisiológicos de los animales, y la proliferación de microorganismos, y parásitos internos y externos que aumentan la incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias. Relacionado con éstos factores está el desorden genético de los hatos en el Sistema de Bovinos de Doble Propósito situación que se comparte en mucho a las zonas semiáridas donde los rumiantes que se producen en estas áreas dependen en mayor grado a la disponibilidad estacional del forraje de especies nativas que ofrecen baja productividad y baja calidad nutritiva por su aprovechamiento en estados muy maduros con altas concentraciones de fibra y poco material digestible como hojas y tallos tiernos.

En cambio, la producción de leche en zonas templadas, que en la mayor parte es de forma estabulada o semi-estabulada, enfrenta problemas de rentabilidad por los altos costos en el mantenimiento de las instalaciones, mano de obra y alimentación. Esta última comprende cerca del 57% de los costos totales, por el uso de granos, pastas, ensilados, concentrados, que tienen que importarse o traerse de otras regiones dentro del país lo que acarrea mayores gastos por transporte y de dudosa calidad o con calidad variable, lo que repercute en una alimentación no equilibrada, con efectos consecutivos que se traducen en altos y bajos en la producción láctea.

La producción de forrajes y en particular, el maíz como forraje verde o ensilado, representa un bien necesario y de mucha relevancia para la producción de ganado lechero o de engorda en México por su alto rendimiento de materia seca (20 ton ha<sup>-1</sup>) a un costo menor, en comparación a otros insumos que tienen un costo mayor por kilogramo de materia seca, ya que se ha creado dependencia de la alfalfa pero también el uso intensivo de granos, subproductos industriales y productos especializados aumentan de una manera considerable los costos de alimentación (Navarro *et al.*, 2008).

El creciente aumento en la producción de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias de trabajo que permitan identificar fuentes de germoplasma y aprovechar el potencial genético existente a través de programas de mejoramiento genético. A la fecha, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México han sido desarrollados en programas de mejoramiento genético para mayor producción y calidad forrajera, sino que fueron seleccionados por rendimiento de grano (Peña *et al.*, 2004).

## **Características de un Maíz Forrajero**

Chávez (1995), menciona que para la formación de líneas autofecundadas, es necesario a partir de poblaciones previamente seleccionadas con base en amplia variabilidad genética. Por lo regular, estas poblaciones son las mejores variedades criollas de la región para la cual se va a producir el híbrido. Los caracteres que se deben considerar en la evaluación y selección de líneas para fines forrajeros es la cantidad de hoja, tallo, elote y su relación, así como, en relación a la planta completa; características que incidirán en el contenido de proteína, energía metabolizable, fibra detergente neutra y ácida. Sin embargo, en algunas regiones de México, no existen datos de la interacción de híbridos y estados de madurez en producción y calidad nutricional del forraje, ni se dispone de información para determinar el momento óptimo de cosecha del maíz forrajero (Núñez *et al.*, 2005), estos últimos autores, realizaron estudios sobre calidad de maíces para forraje y observaron que todos los híbridos estudiados tuvieron concentraciones similares de proteína cruda, con un promedio de 8.7%; fibra detergente neutro de 57.3% y una digestibilidad del 67.7%. Aspectos que se tienen que considerar como una referencia importante, si se pretende hacer investigación en la formación y evaluación de maíces con calidad forrajera, que permitan producir materia seca en mayor volumen y de mejor calidad, para abaratar los costos de la producción de leche, por concepto de alimentación.

Paliwal (2001), menciona que los parámetros útiles para un buen forraje de maíz son: las proteínas crudas, el contenido de fibra, la materia seca digestible total, los nutrimentos digestibles totales y un bajo contenido de lignina. El germoplasma del maíz forrajero debería presentar un crecimiento rápido, resistencia a enfermedades foliares, tolerancia a las siembras con altas densidades y alta capacidad de producción de biomasa.

Un cultivo de maíz para ensilar es un conjunto de mazorcas, hojas, tallos y totomoxtle. La mazorca contiene el grano, el cual es de alto valor nutritivo para los animales, mientras que el del resto de la planta puede asimilarse al de un forraje de mediana a baja calidad. La mazorca es el componente de la planta de mayor valor nutritivo debido a que el grano, constituido fundamentalmente por almidón, es altamente utilizado por los rumiantes. Se estima que los animales digieren más del 90% de los

granos, aunque hay variaciones debidas al procesamiento de ellos, madurez del cultivo y a la variedad. El otro componente de la mazorca es el olote que representa aproximadamente el 17% del peso de la misma. El resto de la planta de maíz forma el subproducto llamado rastrojo cuando se secan, el cual está conformado por 45-50% de hojas, 40-45% de tallos y el resto (10-15%) por el totomoxtle. Estos componentes son todos de mediana a baja, o muy baja, calidad. Por ejemplo, las hojas que incluyen la lámina y vaina, tiene una calidad similar al totomoxtle. Cuando este material se expone a 24 horas de degradación en el rumen, que es el tiempo en que los ensilados son retenidos, se observa que solamente se degrada alrededor de un 45% (Di Marco *et al.*, 2003).

### **Requerimientos Edafo-Climáticos del Maíz**

#### El clima

El Maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar, para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C, la planta de maíz llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C y a partir de los 30°C, pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua; para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (SDA, 2005).

#### Pluviometría

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en un contenido de 40 a 65 cm. Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día, cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua por lo que es necesario mantener una humedad constante, sin embargo las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo manteniendo una humedad constante; en la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere (Martínez *et al.*, 2004).

## Exigencia del suelo

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (SDA, 2005).

## Siembra

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5 cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril ya sea por temporal o por método de riego (Reyes, 1997).

## Fertilización

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral esta en defecto o exceso (Nuñez *et al.*, 2005).

Se recomienda un abono de suelo en P y K. En cantidades de 0.3kg de P en 100kg de abonado. También un aporte de nitrógeno en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo (SDA, 2005).

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue abonando riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8.

A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abono de:

N 82% (abonado nitrogenado)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 70% (abonado fosforado)

K<sub>2</sub>O 92% (abonado de potasa)

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825kg/ha durante las labores de cultivo.

Los abonos de cobertura son aquellos que se realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada.

Nitrógeno (N): La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesites de producción que se deseen alcanzar así como el tipo se textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 kg de N por ha.

Un déficit de N puede afectar a la calidad de cultivo. Los síntomas se ven mas reflejados en aquellos organismos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

Fosforo (P): Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fosforo da vigor a las raíces.

Potasio (K): Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son las más elevadas de 135-160ppm. La diferencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granaran en las puntas (Di Marco *et al.*, 2003).

Otros elementos: Boro (B), magnesio (Mg), Azufre (S), Molibdeno (Mo), Zinc (Zn). Son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella (Elizondo y Boschini, 2002).

La siembra se efectúa de forma masiva si se utiliza como alimento en verde de manera que la densidad de plantación de semilla de 30 a 35 kg por hectárea se siembra en hileras con una separación de una a otra de 70 a 80 cm y con siembra a chorrillo. Se escogen variedades con alta precocidad para mejor desarrollo de la planta (Reyes, 1997).

Amador y Boschini (2000) evaluaron la fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje en Costa rica, donde presenta un suelo volcánico con una profundidad media usando una fertilización de 10-30-10 NPK con un rendimiento de

materia 45t/ha observando que la acumulación de materia seca es una parte considerable de la parte entera (14%) y el restante (86%) corresponde a la parte aérea, mostrando que a los 65 días de crecimiento aumento la proporción radicular de la planta y a los tres meses un descenso paulatino de la materia seca.

### **Momento Optimo de Cosecha**

La “línea de leche” del grano de maíz, ha sido ampliamente utilizada como indicador de la fecha apropiada de cosecha. Tradicionalmente se ha recomendado cosechar el maíz para ensilaje cuando la “línea de leche” se ubica entre  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  del grano, debido a que en dicho punto se logra el máximo rendimiento de materia seca digestible (Darby, 2002).

Amador y Boschini (2000) evaluaron la composición nutricional de las partes de la planta de maíz, a diferentes edades de crecimiento. Observaron que la concentración de materia seca en el tallo es menor que en la hoja, en todas las edades del crecimiento. Encontrando el nivel de proteína cruda (PC) en el tallo fue alto (18%) en los primeros 50 días, decreció a 11% a los 80 días y en los restantes días se mantuvo entre 6,5 y 7,5%. En la hoja la P.C. mostro superioridad a 20% en los primeros 80 días y disminuyó paulatinamente hasta un 14% al final del periodo. Silva *et al.*, (2010), estudiaron las características morfológicas y agronómicas de las líneas de maíz amarillo, observó que existe variabilidad entre los genotipos en sus características y en su rendimiento, destacando que los rendimientos fueron más altos para la primera fecha de siembra que fue cuando se obtuvieron los índices más altos de radiación solar y fueron aprovechados por las plantas para acumular más materia seca. Las fechas de siembra afectaron la expresión de sus características, así como la floración ocurrió en menor número de días en la época de siembra con el mayor pico de radiación recibida cuando no hubo nubosidad. Sin embargo, desde entonces las plantas de maíz y los métodos de procesamiento han cambiado. Los genetistas han desarrollado híbridos con el rasgo de “permanencia verde” y han seleccionado materiales con rápido secado de grano para así reducir las necesidades de combustible utilizado durante el secado. Por el contrario, la conservación de la humedad de la fibra ha mejorado con la selección de híbridos



resistentes a enfermedades, tolerantes a sequía y parásitos. En consecuencia, la estrecha relación entre la “línea de leche” del grano con la madurez de la planta y su contenido de humedad actualmente no es clara y presenta marcadas diferencias entre híbridos (Nuñez *et al.*, 2003). El contenido de materia seca aparece como un estimador más consistente y confiable para predecir el momento óptimo de cosecha, en particular si las condiciones de crecimiento del cultivo no son ideales. Sin embargo, si la “línea de leche” refleja estrechamente la madurez del grano, la cosecha basada en aquella puede ser útil cuando no se procesa el grano para ensilaje. En cambio, cuando los granos están bien procesados, la madurez del grano tiene poco impacto en la digestibilidad del almidón, por lo que es preferible la cosecha basada en el contenido de materia seca de la planta (Bianco, 2003).

Los rangos del contenido de materia seca típicamente comprenden desde un mínimo del 30%, para evitar las pérdidas de efluentes, hasta el 40% para permitir un ensilado óptimo del material cosechado. La cosecha con bajo contenido de materia seca se sustentan en determinaciones *in vitro* de energía digestible, mientras que la cosecha con mayor contenido de materia seca se sustenta tanto en el rendimiento como en la digestibilidad (Peña *at el.*, 2004).

Si se tiene en cuenta que el rendimiento neto de energía alcanza un máximo cuando el contenido de materia seca es del 37 al 40%, parece sorprendente que las recomendaciones, en algunos casos, superen el 40% de materia seca, a menos que la capacidad del equipo de descarga para manejar productos más húmedos sea limitada (Paliwal, 2001).

La cosecha puede realizarse de forma manual separando las mazorcas de la planta para llevarlas a un secado final, almacenarlas y desgranarlas. Otra forma de recolección es por medio de máquinas, donde se obtiene una cosecha limpia, sin pérdidas de grano y más sencilla. Para las mazorcas se utilizan cosechadoras de remolque o con tanque incorporado. Inmediatamente después se secan con aire caliente y se pasan por un mecanismo desgranador. Una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar la humedad (Robles, 1990).

Hay otras cosechadoras más grandes y modernas que abarcan hasta ocho surcos y van triturando los tallos de la planta. La mazorca también se tritura y la cosecha se limpia

por un dispositivo de dos tamices. En la recolección, lo recomendable es que las mazorcas se encuentren bien secas (SAGARPA, 2011).

### **Rendimiento del Maíz Forrajero**

En una investigación de Núñez *et al.* (2005), señalan los resultados de rendimiento promedio de forraje verde y seco, de tres estado de madurez, de 57.8 t ha<sup>-1</sup> y 20 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El contenido de materia seca a la cosecha fue de 35.4 %. Además, observaron que con respecto al efecto del estado de madurez, la producción de forraje verde por hectárea disminuyó de 71.3 a 57.1 y 45 t ha<sup>-1</sup>, para los estado lechoso masoso, hubo un avance de <sup>1</sup>/<sub>4</sub> y <sup>1</sup>/<sub>3</sub> de la línea de leche en el grano a la cosecha, respectivamente. Sin embargo, la producción de forraje seco por hectárea fue similar (20 t ha<sup>-1</sup>) para los tres estados de madurez evaluados. El aumento en contenido de materia seca se debe tanto a la pérdida de humedad de las plantas al avanzar el estado de madurez, como al mayor contenido de grano, ya que este contiene menor humedad respecto a hojas y tallos. Los contenidos de materia seca de 26, 31, 35 y 39% fueron para los estados correspondientes a grano dentado, <sup>1</sup>/<sub>2</sub>, <sup>3</sup>/<sub>4</sub> y madurez fisiológica (aparición de la capa negra; Núñez *et al.*, 2005). También se ha observado que los híbridos de maíz existe variabilidad fenológica, fenotípica y productiva de grano y forraje (Martínez *et al.*, 2004).

La densidad de siembra también influye en los rendimientos de materia seca, tal y como se vio en un estudio de densidad de siembra en dos variedades de maíz, donde se observaron rendimientos de forraje verde de 31.81, 36.57, 37.38, 38.46 y 37.84 t ha<sup>-1</sup> para las densidades de 45, 60, 75, 90 y 105 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Reyes, 1990). En un estudio realizado Enríquez *et al.* (2003), señalan que en 14 genotipos (10 con calidad proteica del maíz y 4 normales) con 70,000 plantas ha<sup>-1</sup> y 160-60-60 de fertilización, obteniendo los siguientes resultados: Pioneer 3028 W alcanzó los más altos rendimientos de materia verde y seca con 37.82 y 13.34 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Entre los materiales con Calidad Proteica del Maíz (QPM) sobresalen los genotipos: H-553 C, H-55, y la variedad Tornado, de maíz normal, que rebasaron las 31 y 10 t ha<sup>-1</sup> de materia verde y seca, respectivamente. La proporción de hoja, tallo y mazorca tuvieron valores

promedio de 17, 33 y 50%, respectivamente, con valores semejantes entre genotipos, con excepción de H -512 que mostró una alta proporción de tallos (45%).

### **Rendimiento de Hojas, Tallo y Elote**

La producción de hojas y tallos se detiene primero que la producción de grano, por lo cual el porcentaje de mazorca (contenido de grano) aumenta con el avance del estado de madurez, parámetro que es importante, debido a que el grano es la parte energética del maíz, y a que tiene un efecto de dilución de la fibra detergente neutra, la cual contiene sustancias menos digestibles del forraje. La concentración de fibra detergente neutra aumenta principalmente en hojas y tallos y su digestibilidad disminuye al avanzar el estado de madurez (Jhonson *et al.*, 1999).

En lo que respecta a componentes morfológicos, Tinoco y Pérez (2005), observaron que existe variabilidad genética en genotipos para componentes morfológicos, siendo H-520, VS-536 y Nutria los que presentaron los mejores rendimientos de grano con un 49 a 54% de grano, en cambio, todos los materiales fluctuaron entre 18 a 20% de hoja y 29 a 33% de tallo.

En el trabajo hecho por Rivas *et al.* (2005), estudiaron el rendimiento de materia seca, componentes morfológicos y la calidad nutritiva en seis genotipos de maíz, donde observaron diferencias significativas entre genotipos y la materia verde acumulada fue mayor para la cruzada doble 41x47, CP-Promesa, la cruzada simple CL1xCL13 y criollo; y que ésta fue influenciada por la cantidad de tallo y elote, además de que algunos presentaron los mayores rendimientos de materia seca del ensilado.

Los mayores rendimientos de elote por hectárea se obtienen en la fecha de Primavera – Verano. La siembra debe realizarse de preferencia del 1 de marzo al 30 de abril. Si se siembra antes de esta fecha, el cultivo se expone a la presencia y daño de una posible helada tardía (FAO, 2005).

## **Altura**

La planta de maíz presenta un tallo principal, el cual alcanza la superficie del suelo al estado de quinta hoja; a partir de la sexta hoja, se inicia un rápido crecimiento del tallo en altura, el que se manifiesta especialmente a través de la elongación de los internudos inferiores. Al estado de ocho hojas es posible apreciar a simple vista, en el extremo apical del tallo, los primeros indicios de la panoja (Sánchez *et al.*, 2011).

Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad del cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos (Sánchez *et al.*, 2011).

La porción del tallo comprendida entre el nivel del suelo y la inserción de la mazorca apical o principal, presenta alternadamente un área deprimida a lo largo de cada uno de los internudos; dicha área corresponde a la sección del tallo en que se desarrollan los distintos brotes de mazorca. A partir del nudo que se ubica sobre la inserción de la mazorca apical, el tallo es totalmente cilíndrico (Martínez, 2004).

Contrariamente a lo que acontece con la mayoría de las especies poáceas, el maíz tiene un tallo macizo; éste, desde afuera hacia adentro, está conformado por las siguientes estructuras:

- a) Epidermis: capa impermeable y transparente que protege al tallo contra el ataque de insectos y enfermedades.
- b) Pared: capa leñosa, dura y maciza que corresponde a un conjunto de haces vasculares por donde circulan las sustancias alimenticias.
- c) Médula: tejido blando de carácter esponjoso que llena la parte central del tallo; en ella se almacenan las reservas alimenticias.

Desde los subnudos pueden nacer tallos secundarios o hijuelos, los cuales, en general, no presentan un gran crecimiento. Cada planta, dependiendo fundamentalmente del cultivar y de la fertilidad del suelo, puede producir desde cero hasta dos hijuelos. Su aparición se verifica a partir del estado de quinta a sexta hoja (Fuentes, 2000).

## **Área Foliar de la Hoja del Elote**

El índice de área foliar (IAF) es un importante parámetro biofísico para analizar la cantidad de radiación fotosintéticamente absorbida. Un aumento en el IAF proporciona aumento de producción de biomasa pero debido al autosombreamiento de las hojas, la tasa fotosintética media por unidad de área foliar suele decrecer (Lucchesi, 1987).

La inclinación, distribución y orientación de la hoja pueden ser importantes para determinar la interceptación de radiación (Cummins, 1969). En teoría, un índice de área foliar óptimo, es definido como aquel que soporta el incremento máximo de producción de materia seca. Éste es alcanzado cuando las últimas capas inferiores de hojas son capaces, en promedio, de mantener un balance positivo de carbono; es decir, cuando el cultivo virtualmente intercepta toda la radiación fotosintética activa incidente (Reyes, 1990). Se ha observado que el maíz con hojas con tendencia vertical arriba de la mazorca, pueden ser más productivos comparados con aquellos que sus hojas tienen una posición horizontal (Elizondo y Boschini, 2001). El patrón de hojas verticales en la parte superior y más horizontales en la parte inferior permite que las hojas superiores intercepten menos radiación y dejen pasar más luz hacia las hojas inferiores, logrando que la radiación sea distribuida más equitativamente sobre el total del área foliar (Loomis y Williams, 1969).

La predominancia de hojas erectas en maíz justo antes de la inflorescencia origina una mayor penetración de luz, dando las tasas de producción más altas (Lucchesi, 1987). Las hojas verticales son más eficientes en producción por unidad de índice de área foliar. Por lo tanto, el ángulo de la hoja podría ser una de las muchas características consideradas para un programa de mejoramiento (Elizondo y Boschini, 2001).

## **Efectos del Consumo de Maíz Forrajero en Animales**

Algo importante al formar híbridos de maíz forrajero, es conocer la eficiencia de utilización de estos maíces por los animales. Para poder hacerlo, se debe tener en cuenta la respuesta del animal al producto (producción de carne, leche o lana). Es prácticamente imposible la utilización del animal como prueba, ya que el número de híbridos a evaluar

es tan grande que se hace económicamente inalcanzable trabajar con grupos de animales homogéneos entre sí (edad similar, peso, constitución genética, estado sanitario, etc.), por lo que se puede decir que la mayor calidad biológica se logra cuando el contenido de energía, de digestibilidad y la tasa de ingesta de la materia ensilada son máximos y se alcance el valor de conversión más elevado (Bertoia, 2004). Los estudios realizados por Bianco *et al.* (2003) de evaluación de ensilados de maíz de ciclo medio y largo, en vacas holandesas, donde observaron que en la producción de leche, contenido y producción total de proteína, producción total de grasa y peso vivo no hubo diferencias significativas, sin embargo para contenido graso de la leche si las hubo. Por lo anterior, puede decirse que esta última variable hoy en día, es importante, ya que las compañías comercializadoras de productos lácteos pagan a los productores la producción de leche por contenido de grasa.

En lo que respecta a la influencia de la alimentación en etapas críticas de los animales se tienen varios estudios que han sido positivos al ofrecer a los animales suplementos o alimentos mas energéticos en las etapas críticas de ovinos mejorando los parámetros reproductivos y productivos. Cabe señalar, que el ensilado de maíz por su característica ácida solo debe proporcionarse a animales adultos, ya sea como suplemento o como alimento base. En general como alimento base el ensilado puede darse entre el 50 al 70% del consumo diario de una borrega, el resto podrá conformarse con rastrojo molido, concentrados (Cortés, *et al.*, 2011) u otros insumos que aporten las necesidades requeridas por los animales.

### **Calidad del Maíz Forrajero**

El maíz amarillo es mejor materia prima para el ensilado, pues es más rico en azúcares solubles que los hace más apetecibles, además presenta alto contenido de carotenos en el grano, que permite obtener leche con mayor contenido de vitamina A; pero al ser un forraje más dulce, lo hace más apetitoso para las plagas (SDA, 2005).

El maíz forrajero conservado como ensilado, es un componente de alta energía para dietas de rumiantes. La digestibilidad del forraje afecta el consumo animal, tasa de crecimiento y producción de leche. Los productores de maíz forrajero usualmente

aconsejan plantas híbridas con alto potencial de rendimiento de grano, porque el grano es altamente digestible.

El rendimiento y calidad del forraje de maíz, sin embargo, pueden ser sacrificados cuando se tiene mayor énfasis en alta producción de grano, porque la cantidad de grano representa cerca de la mitad del total de rendimiento de la materia seca cosechada pero a la vez el contenido de grano, es una de las características principales de los híbridos de maíz asociados con el valor energético del forraje (Allen *et al.*, 1991).

Núñez *et al.* (2005), mencionan que la digestibilidad del maíz forrajero depende de que la calidad nutricional de hojas y tallos no disminuya drásticamente, como para afectar el aumento del valor nutricional; dado que, la digestibilidad *in vitro* está determinada principalmente por la concentración de fibra detergente neutro ( $r^2 = 0.54$ ).

Rivas *et al.* (2005), estudiaron seis genotipos de maíz, que fueron cosechados en dos estados de madurez del elote y observaron que la menor fibra detergente neutra (FDN) la presentó el híbrido 41x47, en tanto que la menor fibra detergente ácida (FDA) se obtuvo en los híbridos 47x32, 41x47 y en el criollo, en la cosecha del elote en estado masoso-lechoso. En el estado masoso-pastoso, los valores de FDN y FDA fueron mayores, por lo que se atribuye menor calidad en este estado.

Entonces, se puede concluir que, para formar buenos híbridos de maíz para forraje, se deben de evaluar las líneas, considerando los atributos valiosos para producción y calidad de forraje y fijarlos en cada línea progenitora para la formación de los híbridos. Por ejemplo, existe variación en la digestibilidad de ensilados entre maíces híbridos y pocos investigadores han evaluado este parámetro entre líneas avanzadas genéticamente (Lundvall *et al.*, 1994). Similarmente, señalan que existe variación significativa entre líneas o materiales de maíz para digestibilidad *in vitro* de la materia seca y en los componentes de la pared celular, y que la variación es mayor en tallos cosechados muy tarde y mínimo en vainas.

## **Calidad Nutritiva**

Las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0,15%). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87%), aproximadamente 8% de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo (Sanoyo y Quiroz, 2010).

El germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas cruda, el 33% por término medio y contiene también un nivel relativamente elevado de proteínas y minerales (Schwab y Shaver, 2001).

El contenido de hidratos de carbono y proteínas de los granos de maíz depende en medida considerable del endospermo el de grasas crudas y en menor medida, proteínas y minerales, del germen. La fibra cruda del grano se encuentra fundamentalmente en la cubierta seminal (INIFAP, 2006).

## **Composición Química General**

La información de que se dispone sobre la composición química general del maíz es abundante y permite conocer que la variabilidad de cada uno de sus principales nutrientes es muy amplia. En el siguiente cuadro se muestra la composición química de distintos tipos de maíz, tomados de un estudio que resume datos de diversas publicaciones. La variabilidad observada es tanto genética como ambiental y puede influir en la distribución ponderal y en la composición química específica del endospermo, el germen y la cáscara de los granos (Tinoco y Pérez 2005).



## **Composición Química General de Distintos Tipos de Maíz (%) Almidón**

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72-73 % del peso del grano. Otros hidratos de carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3 % del grano (SIAP, 2010).

### **Proteínas**

Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11% del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. Las proteínas de los granos del maíz han sido estudiadas ampliamente, están formadas por lo menos por cinco fracciones distintas. Conforme a su descripción, las albúminas, las globulinas y el nitrógeno no proteico totalizan aproximadamente el 18% del total de nitrógeno, con proporciones del 7%, 5% y 6%, respectivamente. La fracción de prolamina soluble en isopropanol al 55% y de isopropanol con mercaptoetanol (ME), constituye el 52% del nitrógeno del grano; de éstas la prolamina o zeína soluble en isopropanol al 55% representa aproximadamente el 42%, y el restante 10% es prolamina 2 o zaina 2. Una solución alcalina con pH 10 y con 0,6 por ciento de ME, extrae la fracción de glutelina 2 en cantidades de aproximadamente el 8 por ciento, en tanto que la glutelina 3 es extraída con la misma solución retardante que antes, con dodecilsulfato de sodio al 0,5%, en cantidades del 17% dando un contenido total de globulina del 25% de las proteínas del grano. Normalmente, una porción reducida, cerca del 5%, está constituida por nitrógeno residual (Soto, 1983).

Los maíces de alta calidad de proteína (ACP) tienen mayor porcentaje de lisina en el grano, en comparación con los maíces de endospermo normal. La cantidad reducida de este aminoácido en los maíces de endospermo normal, se ha identificado como una de las deficiencias principales que limitan la eficiencia alimenticia del ganado bovino lechero de alta producción. Sin embargo, debido a la degradación de la lisina en el

rumen del ganado y a la dilución del ensilado de maíz con otros ingredientes en las raciones del ganado lechero, el impacto del mayor contenido de lisina de los maíces de ACP puede ser pequeño, aunque existen otros aspectos en estos maíces, como un endospermo suave que puede ser fácilmente degradado por los microorganismos del rumen, lo cual puede permitir que sean más digeridos a nivel ruminal que los maíces normales (Núñez *et al.*, 2005).

### **Proteína Cruda (PC)**

La proteína cruda es denominada “cruda” ya que no es una medición directa de la proteína sino una estimación de la proteína total basada en el contenido en nitrógeno del alimento ( $\text{Nitrogeno} \times 6.25 = \text{proteína cruda}$ ). La proteína cruda incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NPN) tales como el nitrógeno ureico y el amoniacal. El valor de proteína cruda no suministra información acerca de la composición en aminoácidos, la digestibilidad intestinal de la proteína o cuan aprovechable es en el rumen (Schwab y Shaver, 2001).

### **Fibra Detergente Acido (FDA)**

El FDA consiste primariamente de celulosa, lignina, y CP contenida en el FDA. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá (Martínez, *et al.*, 2004).

### **Fibra Detergente Neuto (FDN)**

El total de la fibra de un forraje está contenido en el FDN o “paredes celulares”. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. El FDN suministra la mejor estimación de del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionado

con el consumo de alimento. Al aumentar los valores del FDN, el consumo total de alimento disminuye. Por lo general se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de FDN cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal. Las gramíneas contienen más FDN que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez (Martínez, *et al.*, 2004).

### **Calidad de Ensilados**

Dentro de las gramíneas, el maíz es el cereal más eficiente en la producción de granos. A ello lo ayudan varios factores como: gran tamaño de la planta, área foliar considerable, tallo fuerte y de gran altura, abundante sistema radicular y vascular. Por todas estas razones, el maíz posee amplio poder de almacenar carbohidratos o azúcares (en especial sacarosa, glucosa y fructosa). Estos azúcares al fermentar mediante la liberación de los contenidos de la planta por picado, compactación y acción de bacterias naturalmente presentes en el forraje, producen en último término energía, que es su principal característica (Bertoia, 2004).

La técnica de ensilar el maíz es muy antigua y los primeros ensilajes de este cultivo se efectuaron en EU en 1875, pero su uso masivo se efectuó con el desarrollo de la maquinaria moderna que permitió cortar, picar y cargar el forraje mediante una sola operación. Más tarde se avanzó más aún con la maquinaria de corte de precisión que permitió un tamaño de corte pequeño (40 mm. al inicio y luego 8 a 10 mm.), con el cual se mejora la compactación y por ende la fermentación del cultivo. En la actualidad existe la maquinaria con capacidad de corte de 40 60 toneladas por hora (SDA 2005).

La característica de alto contenido de carbohidratos junto a la baja capacidad buffer, hacen que el maíz forrajero sea el más popular de los cultivos para ensilaje a nivel de los productores de leche y carne del país. De esta forma, con maíz se obtiene dentro de los ensilajes, el de la mejor calidad, con mínimos riesgos de fermentación indeseada y de deterioro aeróbico al abrirlo con destino a la alimentación invernal de los animales del predio (Amador y Boschini, 2000).

En años recientes, se ha mejorado en forma importante la calidad genética de la semilla de maíz utilizada para la producción de ensilaje. Antiguamente se privilegiaba la

obtención de altos volúmenes de producción, sin mayor énfasis en su composición. Sin embargo, en la actualidad se ha comprobado que el 70 % del valor nutritivo del ensilaje de maíz está dado por el grano que contiene. Además, existe una alta correlación entre altos rendimientos de grano y altos rendimientos totales. Por este motivo se recomiendan los híbridos de mayor rendimiento para grano (Bianco *et al.*, 2003).

Otro adelanto genético es la incorporación del factor stay green, que permite cosechar el ensilaje con menor contenido de humedad (que mejora el contenido de materia seca). De esta forma, puede efectuarse con contenidos de 35 % materia seca (en lugar del 25 % tradicional), sin una disminución exagerada en el color verde de las hojas y por ende de su valor nutritivo (Bertoia, 2004).

Es así como, por lo general, un ensilaje de maíz posee un contenido de 8,9 % de Proteína Cruda (PC) y de 3,3 Mcal/kg. de Energía Digestible (ED) versus 14-15 % de PC y de 2,3 Mcal/kg. ED posibles de obtener con una pradera de calidad en base a una buena mezcla de gramíneas y leguminosas en su estado óptimo de fisiología y corte (De León, 1998).

Por los motivos anteriores, el maíz para ensilaje no sólo se emplea en lecherías y engordas de ganado de carne en la Zona Central del país, sino también se ha incrementado su superficie de cultivo en la Zona Sur.

La introducción de nuevas líneas adaptadas a las condiciones de la Zona Sur del país ha significado una masiva inclusión de este cultivo en las explotaciones más intensivas tanto de carne como de leche. Actualmente se cuenta con variedades que requieren de 120 a 160 días desde siembra a cosecha, haciendo factible el maíz para ensilaje tanto en la Zona Central como en la Zona Sur, con obtención de sobre 20 toneladas de M.S. como ensilaje (rendimientos equivalentes a sobre 160 grano/ha.) (Hunt, 1989).

De esta manera, se obtiene un alimento que bajo los sistemas productivos de leche y/o de carne de la Zona Central, se combina muy bien con una alfalfa suministrada como Soiling (forraje cortado y ofrecido como tal a los animales directo en potrero o en comedero), más algo de heno y de concentrado comercial. En tanto, en la Zona Sur del país, el ensilaje de maíz se complementa muy bien con pastoreo de praderas permanentes, Soiling de alfalfa o de avena, heno y concentrado comercial (Bertoia, 2004).

Dado el bajo contenido proteico del ensilaje de maíz y que no ha sido posible aumentarlo vía mejoramiento genético, éste es factible de aumentarse mediante la agregación de Nitrógeno No Proteico (NNP). La forma más corriente de esta fuente es la urea, utilizada tal cual o bien disuelta en una reducida cantidad de agua para facilitar su aplicación. Se emplea en cantidad de 0,5 % del material verde que se ensila (siempre que el contenido de M.S. del forraje sea cercano al 30%). Su adición al momento de ensilar tiene ventajas: mejor distribución; reducción de la proteólisis (rompimiento de las proteínas del material a ensilar); aumento del contenido de proteína microbiana (el NNP alimenta a la flora microbiana del rumen); mejora la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez que éste se abre y reduce la acidez del material ensilado (Di Marco y Aello, 2003).

El momento de la cosecha del ensilaje de maíz es también importante. En general la literatura cita valores de 25-35 % de MS como adecuados para ensilar. Ello generalmente ocurre en el estado de grano lechoso a pastoso o pastoso a duro del cultivo. Los resultados de trabajos nacionales de alimentación de vacas lecheras con ensilajes de maíz cosechados con estos tenores de MS, producen aumentos en el consumo y en la producción de leche. Cosechas de maíz para ensilaje con 30 - 35 % de MS, producen un aumento en el valor nutritivo, debido al mayor contenido de grano, lo cual se traduce además en un aumento en el consumo y en la producción de leche (Fuentes *et al.*, 2000).

Es importante que al suministrar ensilaje de maíz éste no sea el único componente de la dieta, debido a que en caso de vacas lecheras, se produce una disminución del contenido de materia grasa de la leche. Ello se soluciona al ofrecer una ración balanceada que incluya heno y otros alimentos. El maíz es bajo en contenido de minerales (excepto en Potasio) y bajo en vitamina A (Fuentes, 2000).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización**

La investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., en el Km. 14.5 No. 57 de la Carretera San Luis Potosí-Matehuala, que se ubica a 22° 13' 39.8" de Latitud Norte y a 100° 50' 58.3" de Longitud Oeste y a 1,835 m.s.n.m. El clima que predomina en el Municipio es el seco templado, con una franja al suroeste de clima semi-seco templado. La temperatura media anual es de 17.1 °C, la temperatura cálida comprende los meses de Marzo a Octubre y el periodo frío es de noviembre a febrero. Su precipitación pluvial es de 362 mm.

### **Material Genético**

Se utilizaron Maíces criollos blancos, rojos y amarillos colectados en diferentes regiones de México (Nayarit, Veracruz, Hidalgo, Estado de México, Querétaro y San Luis Potosí).

### **Tratamientos:**

- 15 Genotipos de maíz amarillo de diferente origen (11 poblaciones criollas o acriolladas y 4 variedades liberadas: T1 a T15).
- 2 Genotipos de maíz rojo (acriolladas: T16 y T17).
- 19 Genotipos de maíz blanco de diferente origen (15 criollos y 4 incrementos de variedades liberadas: T18 a T36).

Cuadro 1. Relación de genotipos de diferente origen y ambiente, utilizados como tratamientos

Genotipo	Origen	Zona
RazaJala	Maíz blanco de la raza Jala de los Valles de Jala, Nayarit	Semicálida
Tampiqueño1	Maíz blanco acriollado Tampiqueño de los Valles de Jala, Nayarit	Semicálida
Tampiqueño2	Maíz blanco acriollado Tampiqueño de los Valles de Jala, Nayarit	Semicálida
AForrajero	Maíz amarillo acriollado con fines forrajeros en los Valles de Jala, Nayarit	Semicálida
AElotero	Maíz amarillo acriollado con fines de elote en los Valles de Jala, Nayarit	Semicálida
FcoIMadJala	Maíz blanco derivado de la raza Jala introducido a zonas altas de Jala, Nay.	Templada
SantaFeJala	Maíz blanco acriollado introducido a las zonas altas de Jala, Nayarit	Templada
AS948-1IntrJala	Maíz blanco comercial de segundo ciclo con interregresión de la raza Jala	Semicálida
BA-PapantlaIntrJala	Maíz blanco-amarillo criollo de Papantla, Ver. con interregresión de la raza Jala	Cálida
Papantla-Intr Jala2	Maíz blanco criollo de Papantla, Veracruz con interregresión de la raza Jala	Cálida
ACPapIntrJala	Maíz Amarillo claro criollo de Papantla, Veracruz con interregresión de la raza Jala	Cálida
Papantla-IntrJala1	Maíz blanco criollo de Papantla, Veracruz con interregresión de la raza Jala	Cálida
AOjitalIntrPap	Maíz Amarillo criollo de Ojital, Castillo de Teallo, Ver. interregresiónPapantla, Ver.	Cálida
OjitalCT	Maíz blanco criollo de Castillo de Teallo, Ver.	Cálida
BVPbaja	Maíz blanco criollo de Bellavista, Papantla, Ver.	Cálida
HojeroUze	Maíz blanco seleccionado como hojero introducido a Uzeta, Ahuacatlán, Nayarit	Semicálida
Forrasierra	Maíz amarillo comercial recomendado para Zona Centro de San Luis Potosí	Semiárida
GranDelfin	Maíz amarillo comercial recomendado para Zona Centro de San Luis Potosí	Semiárida
SuperTiburón	Maíz amarillo comercial recomendado para Zona Centro de San Luis Potosí	Semiárida
H-311 plus	Maíz amarillo comercial recomendado para Zona Centro de San Luis Potosí	Semiárida
AS948-2	Maíz blanco comercial de tercer ciclo	Semicálida
Amarillo1	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo2	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo3	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo4	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo5	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo6	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
Amarillo7	Maíz amarillo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
BA2-HueHgo	Maíz blanco con amarillo acriollado de Huehuetla, Hidalgo	Semicálido
B1-HueHgo	Maíz blanco con amarillo acriollado de Huehuetla, Hidalgo	Semicálido
RojoHgo	Maíz rojo criollo de Tlanchinol, Hgo.	Cálida
RojoQro	Maíz rojo criollo de Paso de Mata, Queretaro	Templada
Chalqueño	Maíz acriollado tipo chalqueño, Texcoco, México	Templada
Cacahuacintle	Maíz blanco acriollado cacahuacintle, Texcoco, México	Templada
Cerritos	Maíz blanco criollo de Cerritos, San Luis Potosí	Semicálida
Mexquitic	Maíz blanco criollo de Mexquitic, San Luis Potosí	Semicálida

## Distribución de Parcelas (Figura 1)

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
P36	P35	P34	P33	P32	P31	P30	P29	P28	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20	P19
P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54
P72	P71	P70	P69	P68	P67	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60	P59	P58	P57	P56	P55
P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79	P80	P81	P82	P83	P84	P85	P86	P87	P88	P89	P90
108	107	106	105	104	103	102	101	100	P99	P98	P97	P96	P95	P94	P93	P92	P91
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127

## Procedimiento

Se realizó un experimento con 36 variedades de maíz bajo condiciones de riego en el ciclo Primavera-Verano 2011 para definir su productividad bajo el siguiente esquema: La siembra se realizó en el mes de abril. Se trazaron parcelas de 5 surcos de 0.90 cm de ancho x 5 metros de largo. Se depositó una semilla por golpe cada 12 cm a una profundidad de 7 cm en forma manual. La primera fertilización se realizó con una dosis de 160-40-00 (N-P-K), aplicando todo el fósforo (P) y la tercera parte del nitrógeno (N) al cultivo y las otras dos terceras partes, un mes y dos meses después de la siembra, respectivamente. El control de malezas se hizo con herbicida Gesaprin Autosuspensible® a razón de 2.0 l ha<sup>-1</sup>, aplicándolo con una bomba aspersora de mochila manual 25 días después de la siembra (DDS) una vez que las plántulas de maíz habían emergido (12 a 15 cm), y una segunda 15 días y después con el mismo producto y de la misma manera.



El riego fue por gravedad y se aplicó en promedio cada 21 días después de la emergencia y hasta cuando el elote estuvo en el estado de  $\frac{1}{4}$  de la línea de leche. Se marcaron 10 plantas para cada parcela en competencia completa al azar y se identificaron con una etiqueta para medir las variables evaluadas.

La cosecha se realizó en el mes de Septiembre, para ello las plantas marcadas se cosecharon al ras del suelo, se pesaron con una balanza manual colgante de 20 kg (GAMO®). Para después separar los componentes, hoja, tallo y elote que se pesaron en forma individual en una báscula digital (TORREY® Modelo EQ-5/10) con capacidad para 5 kg. Cada parte fue puesta en un molino de forraje verde con cuchillas y martillos (NOGUERA®). Se tomó una muestra del material molido de 60 g de la hoja y 200 g para tallo y elote, que se depositaron en bolsas de papel estraza; las cuales fueron llevadas a una estufa de aire forzado para secarlas durante 120 h a 55°C. Una vez secas se pesaron en una balanza digital marca Ohaus y se determinó el porcentaje de MS y el porcentaje de cada componente de la submuestra para después aplicarla a la materia verde obtenida por hectárea y calcular por conversión el rendimiento de MS total y de cada componente.

### **Variables de Respuesta**

1. Área foliar de la primera hoja (AFPH,  $\text{cm}^2$ ). Treinta días de la siembra se midieron en 10 plantas en competencia completa de cada parcela el largo y ancho de la primera hoja seminal y se multiplicó por el factor 0.75.
2. Área foliar de la hoja del elote (AFE,  $\text{cm}^2$ ). Se midió con una cinta métrica el ancho y largo de la hoja donde se inserta el elote superior y se multiplicó por el factor 0.75.
3. Rendimiento de materia verde (RMV,  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Se cosecharon diez plantas en competencia completa de cada parcela, las cuales se pesaron completas y se registró su peso.

**4.** Rendimiento de materia seca (RMS, kg ha<sup>-1</sup>). De las diez plantas en competencia completa cosechadas para RMV se separaron en elote y planta (hojas, tallos); los elotes se pesaron y contaron. Los dos componentes (elote y planta), se picaron en una trituradora de forraje de martillos con navajas y se tomo una muestra de 200 g que se colocaron en una bolsa de papel estraza, la cual se llevo a una estufa de secado de aire forzado para determinar la MS y se pesó en una balanza CS200 (Ohaus®) con una aproximación a 0.1 g.

**5.** Relación Elote:Planta (RELP). Se obtuvo dividiendo el rendimiento de la MS del elote entre el peso de la MS de la planta completa.

**6.** Relación Tallo y Hoja:Planta (RHTP). El rendimiento de MS de tallo más hoja se dividió entre el rendimiento de MS de la planta entera.

**7.** Número de Hojas por planta (NHOJAS). Se conto el número de hojas por cada planta, dato que se registro en forma individual para las 10 plantas con competencia completa tomadas al azar, de la unidad experimental.

**8.** Número de elotes por planta (NELOTES). Se conto el número de elotes en las 10 plantas seleccionadas al azar.

**9.** Altura de planta (AP, m). Se midió con cinta métrica, desde la base del tallo a la base de inserción de la lámina de la hoja con la vaina de la última hoja en las 10 plantas seleccionadas al azar

**10.** Diámetro de tallo (DT, cm). Se midió en el entrenudo inferior con un vernier manual a las diez plantas seleccionadas al azar.

## **Diseño Experimental**

El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones, donde la parcela experimental fue de 5 surcos y 5 m de largo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = *Valor de la variable respuesta*

$\mu$  = *Media general*

$T_i$  = *Efecto del tratamiento*

$E_{ij}$  = *Error experimental.*

Los datos obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS® versión 9.3. y se realizó la prueba de Tukey al 0.05 para comprobación de medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura

Para altura, los resultados mostraron diferencias significativas (Cuadro 2), donde los maíces con mayor altura fueron Tampiqueño1, RojoQro, Chalqueño, Papantla-IntrJala2, BA2-TlanHgo, AOjitalIntrPap, RazaJala, Tampiqueño2, ACPapIntrJala en un rango de 241.7 a 215.8 cm de altura. En cambio los de menor altura fueron B1-HueHgo, GranDelfín, Forrasierra, SuperTiburón, Cacahuacintle, H-311 plus en un rango de 133.6 a 161 cm. Observándose gran variabilidad en la altura. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Parra (1996) quien observó para 23 genotipos de maíz criollo un rango de altura de 2.45 a 1.69 m. en 1991 y 2.39 a 1.75 m. en 1992; al igual que a los observados por Sánchez *et. al.*, (2011) para maíz criollo con 244 y 216 cm de altura de una región cálida húmeda.

### Diámetro

El diámetro mostró significancia (Cuadro 2), los mejores genotipos RazaJala, AS948-2, AOjitalIntrPap, PapantlaIntrJala2, BA-PapantlaIntrJala, Papantla- IntrJala1, Amarillo1 y Amarillo2, en un rango de 2.96 a 2.67 cm, y los de menor diámetro fueron AElotero, Mexquitic, Forrasierra y Cacahuacintle (2.24 a 2.0 cm), observándose variabilidad para este carácter. Datos mayores a los observados por Parra (1996) para 23 genotipos de maíz criollo en un rango de 2.01 a 1.28 cm en 1991 y de 1.93 a 1.36 cm en 1992.

## **Número de Hojas**

NHojas mostró diferencias significativas (Cuadro 2), donde los genotipos con mayores valores fueron RazaJala, BVPbaja, AS948-2, Amarillo4, BA2-TlanHgo, ACPapIntrJala, AOjitalintrPap, Tampiqueño1, OjitalCT, Tampiqueño2, HojeroUze, AS948-1IntrJala, Papantla-IntrJala2, Amarillo2 y RojoHgo con valores que van de 19 a 16.8 hojas. Los de menor valor fueron H-311 plus, Mexquitic, Forrasierra, B1-TlanHgo, GranDelfín y Cacahuacintle, con valores de 13.6 a 10.6 hojas. Datos mayores a los obtenidos por Parra (1996) en 21 criollos al obtener un rango de 16.4 a 14.5 hojas por planta.

Cuadro 2. Comparación de medias de altura, diámetro y número de hojas de 36 genotipos de maíz de diferente origen.

<b>Genotipo</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>NHojas</b>
RazaJala	217.8 abcdef	2.96 a	19.0 a
Tampiqueño1	241.8 a	2.57 abcdefghi	17.2 abcde
Tampiqueño2	215.8 abcdef	2.43 bcdefghij	17.2 abcde
AForrajero	172.9 jkl	2.29 fghij	15.6 cdefghi
AElotero	181.4 ghijkl	2.24 ghij	14.1 ghij
FcoIMadJala	211.3 abcdefgh	2.59 abcdefgh	16.5 bcdef
SantaFeJala	204.4 cdefghij	2.38 cdefghij	15.5 cdefghi
AS948-1IntrJala	194.9 efghij	2.48 bcdefghi	17.1 abcde
BA-PapantlaIntrJala	196.3 efghij	2.75 abcd	15.8 bcdefghi
Papantla-Intr Jala2	231.8 abcd	2.82 abc	17.0 abcde
ACPapIntrJala	214.0 abcdefg	2.57 abcdefghi	17.5 abcd
Papantla-IntrJala1	205.7 cdefghij	2.74 abcde	16.3 bcdefgh
AOjitalIntrPap	220.2 abcdef	2.84 ab	17.3 abcde
OjitalCT	199.8 defghij	2.52 abcdefghi	17.2 abcde
BVPbaja	209.0 abcdefgh	2.33 defghij	18.0 ab
HojeroUze	191.7 fghijk	2.30 efghij	17.2 abcde
Forrasierra	135.8 m	2.13 ij	12.4 jkl
GranDelfin	135.1 m	2.56 abcdefghi	11.3 kl
SuperTiburón	138.2 m	2.45 bcdefghi	14.0 hij
H-311 plus	161.0 klm	2.31 defghij	13.6 ijk
AS948-2	213.2 abcdefg	2.87 ab	17.8 abc
Amarillo1	212.1 abcdefgh	2.68 abcdef	16.2 bcdefgh
Amarillo2	209.2 abcdefgh	2.67 abcdefg	17.0 abcde
Amarillo3	208.2 bcdefghi	2.33 defghij	14.4 fghij
Amarillo4	211.2 abcdefgh	2.55 abcdefghi	17.7 abcd
Amaillo5	179.5 hijkl	2.44 bcdefghij	16.4 bcdefg
Amarillo6	198.1 efghij	2.59 abcdefgh	15.5 cdefghi
Amarillo7	197.1 efghij	2.57 abcdefghi	15.4 defghi
BA2-HueHgo	227.2 abcde	2.35 defghij	17.6 abcd
B1-HueHgo	133.6 m	2.38 cdefghij	12.2 jkl
RojoHgo	195.3 efghij	2.33 defghij	16.8 abcde
RojoQro	239.9 ab	2.39 cdefghij	16.5 bcdef
Chalqueño	234.7 abc	2.53 abcdefghi	16.4 bcdefg
Cacahuacintle	153.0 lm	2.0 j	10.6 l
Cerritos	182.2 ghijkl	2.38 cdefghij	15.1 efghi
Mexquitic	175.3 ijkl	2.21 hij	13.5 ijk

### **Rendimiento de Materia Seca de Tallo y Hojas**

RMSTH mostró significancia (Cuadro 2), donde OjitalCT, Chalqueño, Tampiqueño1, RojoHgo, Amarillo2, AS948-1IntrJala, BA-PapantlaIntrJala y Amarillo7 con valores más altos de 17.8 a 14.6 t MSTH ha<sup>-1</sup>, y los de menor valor fueron Forrasierra, Cacahuacintle y Amarillo3 con 5.5, 5.1 y 3.4 t MSTH ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores mayores a los de Elizondo y Boschini (2002) en maíces criollos y mejorados en un bosque húmedo montañoso con valores de 11.3 y 7.4 t MSTH ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### **Rendimiento de Materia Seca de Elote**

RMSE mostró diferencias significativas (Cuadro 2), donde los genotipos con los mayores valores fueron Chalqueño, SuperTiburón, Amarillo2, H-311 plus y GranDelfín con valores de 11.2 a 17.2 t de MSE ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los genotipos con los menores valores fueron Cacahuacintle y FcoIMadJala con 1.2 y 2.9 t MSE ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores mayores a los obtenidos por Elizondo y Boschini (2002) en maíces criollos y mejorados en un bosque húmedo montañoso con valores de 10.7 y 15.3 t MS de elote ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Lo que demuestra la alta productividad de los maíces tropicales, semitropicales y templados en comparación a maíces de montaña. Además, de observarse variabilidad de este componente entre los genotipos, que bien este carácter puede aprovecharse para futuro mejoramiento (Elizondo y Boschini, 2002)

### **Rendimiento de Materia Seca Total**

El RMSTOT fue significativo entre genotipos (Cuadro 3), donde los mejores genotipos fueron Chalqueño, Amarillo2, OjitalCT, RojoHgo, Tampiqueño1, AS948-1IntrJala, SuperTiburón, AS948-2, Cerritos, Amarillo7, BA-PapantlaIntrJala y HojeroUze con valores de 20.1 a 34 t de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente; y los menores valores lo mostraron los genotipos Amarillo3 y Cacahuacintle con 8.0 t MS ha<sup>-1</sup> para ambos. Estos resultados son similares a los observados por Parra (1996) para 23 genotipos de maíz criollo y dos variedades comerciales con un rango de 18.13 a 33.9 t

MS para 1991 y menores a los obtenidos en 1992 en un rango de 54.1 a 23 t MS con una densidad de 62 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , y mucho mayores a los observados por Sánchez, *et. al.*, (2011) para maíz criollo que mostró el mayor rendimiento con 44.2 t de materia verde  $\text{ha}^{-1}$ , que si consideramos un porcentaje de materia seca de 35% por el estado en que se cosechó tendríamos un rendimiento de 15.5 t MS  $\text{ha}^{-1}$  bajo condiciones cálidas húmedas, y todavía mayores a los de Elizondo y Boschini (2002) en maíces criollos en un bosque húmedo montañoso con valores de 11.6 t MS  $\text{ha}^{-1}$ .

### **Relación Tallo y Hojas Planta**

El RHTP mostro diferencia significativas (Cuadro 3), donde los mejores genotipos fueron A Elotero, FcolMadJala, ACPapIntrJala, Tampiqueño 1, Papantla-IntrJala2, Tampiqueño 2, Rojo Qro en un rango de 0.75 a 1.30 t HTP  $\text{ha}^{-1}$ , y los genotipos que mostraron menor valor son Amarrillo3, GranDelfin, H-311plus, Supertiburón con 0.34, 0.38 y 0.39 t HTP  $\text{ha}^{-1}$ . Estos resultados son menores en comparación a los mostrados por Elizondo y Boschini (2002) que evaluaron la producción de forraje con maíz criollo y con maíz híbrido, obteniendo una relación hoja-tallo en base verde y seca que fue siempre inferior a una para todas las densidades de siembra mostrando un rango para la hoja de 1.42 a 1.67cm y un rango para el tallo de 0.97 a 1.18.

### **Relación Elote Planta**

El RELP mostro diferencia estadística (Cuadro 3) entre los mejores genotipos que fueron Supertiburón, A Elotero, H-311plus, GranDelfin, Amarillo3 con valores de 0.60, 0.61, 0.64 y 0.65 t ELP  $\text{ha}^{-1}$  mientras que los genotipos con menor valor resultaron FcolMadJala ACPapIntrJala y Tampiqueño 1 en un rango de 0.23 a 0.09 t ELP  $\text{ha}^{-1}$ . Datos menores a los obtenidos por Rivas *et al.* (2010) en San Salvador El Seco, Puebla con híbridos trilineales, donde se obtuvo una media de 1.14 elotes planta $^{-1}$  donde HT-3, HT-6, HT-9, HT-11 y HS – 2 presentan los valores más altos, con 1.33 elotes planta $^{-1}$  para los cinco híbridos.



Cuadro 3. Comparación de medias de rendimiento de materia seca de tallo y hojas, elote y de la planta completa; y relaciones tallo y hoja planta, y elote planta, de 36 genotipos de maíz de diferente origen

<b>GENOTIPO</b>	<b>RMSTH</b>	<b>RMSEL</b>	<b>RMSTOT</b>	<b>RHTP</b>	<b>RELP</b>
RazaJala	12712 abcd	3461 bc	16173 bc	0.68 bc	0.31 abcd
Tampiqueño1	17031 ab	6169 abc	23195 bac	0.76 bc	0.23 bcd
Tampiqueño2	11920 abcd	3823 bc	15743 bc	0.75 bc	0.24 bcd
A Forrajero	9228 abcd	7036 abc	16263 bc	0.57 bdc	0.42 abcd
A Elotero	10749 abcd	5459 abc	10787 bc	1.30 a	0.64 ab
FcoIMadJala	10487 abcd	1198 c	11685 bc	0.90 ab	0.09 d
SantaFeJala	10895 abcd	7305 abc	18199 abc	0.65 bc	0.35 abcd
AS948-1IntrJala	15557 abc	7322 abc	22879 abc	0.67 bc	0.32 abcd
BA-PapantlaIntrJala	14623 abc	5923 abc	20546 abc	0.71 bc	0.28 abcd
Papantla-IntrJala2	10020 abcd	3208 bc	13227 bc	0.76 bc	0.24 bcd
ACPapIntrJala	12462 abcd	3171 bc	15634 bc	0.79 abc	0.20 cd
Papantla-IntrJala1	11680 abcd	4555 bc	16235 bc	0.72 bc	0.27 abcd
AOjitalIntrPap	9751 abcd	4356 bc	14107 bc	0.70 bc	0.29 abcd
OjitalCt	17822 a	7655 abc	25477 abc	0.70 bc	0.30 abcd
BVPbaja	11313 abcd	4705 bc	16018 bc	0.70 bc	0.29 abcd
Hojero Uze	11100 abcd	8959 abc	20063 abc	0.55 bc	0.44 abcd
Forrasierra	5547 bc	6356 abc	11903 bc	0.47 bc	0.53 abc
GranDelfin	6908 bcd	11172 abc	18080 abc	0.38 bc	0.61 abc
Supertiburón	7354 abcd	14471 ab	21825 abc	0.34 c	0.65 a
H-311plus	7432 abcd	12115 abc	19548 abc	0.38 bc	0.61 ab
AS948-2	14017 abcd	7064 abc	21081 abc	0.66 bc	0.33 abcd
Amarillo1	11415 abcd	6769 abc	18184 bac	0.62 bc	0.37 abcd
Amarillo2	15863 abc	12712 abc	28582 ab	0.56 bc	0.44 abcd
Amarillo3	3427 d	4621 bc	8047 c	0.39 bc	0.60 abc
Amarillo4	11768 abcd	6845 abc	18613 abc	0.63 bc	0.36 abcd
Amarillo5	10153 abcd	3764 bc	13917 bc	0.71 bc	0.28 abcd
Amarillo6	10842 abcd	5334 abc	16176 bc	0.67 bc	0.32 abcd
Amarillo7	14596 abc	5958 abc	20553 abc	0.71 bc	0.28 abcd
BA2-HueHgo	11474 abcd	7534 abc	19008 abc	0.59 bc	0.40 abcd
B 1-HueHgo	7038 abcd	7367 abc	14404 bc	0.49 bc	0.51 abc
Rojo Hgo	16501 ab	8896 abc	25397 abc	0.64 bc	0.35 abcd
RojoQro	12147 abcd	4180 bc	16327 bc	0.75 bc	0.24 abcd
Chalqueño	17556 ab	17380 a	34936 a	0.58 bc	0.42 abcd
Cacahuacintle	5148 cd	2861 bc	8008 c	0.66 bc	0.34 abcd
Cerritos	13249 abcd	7561 abc	20810 abc	0.64 bc	0.35 abcd
Mexquitic	9999 abcd	5998 abc	15997 bc	0.61 bc	0.38 abcd
<b>MEDIA</b>	<b>11382.83</b>	<b>6757.05</b>	<b>17989.63</b>	<b>0.65</b>	<b>0.37</b>
<b>DMS</b>	<b>10851</b>	<b>12196</b>	<b>17810</b>	<b>0.53</b>	<b>0.4</b>

<sup>a,b,c,d</sup> Literales diferentes en la misma columna significan diferencias significativas, RMSTH=Rendimiento de materia seca de tallo y hojas, RMSEL=Rendimiento de materia seca de elotes, RMSTOT=Rendimiento de materia seca total, RHTP=Relación hoja y tallo planta, RELP=Relación elote planta, DMS=Diferencia mínima significativa.

## **Número de Elotes**

El Numero de elotes mostro diferencia significativa (Cuadro 4) donde Amarillo7, GranDelfin y Papantla-IntrJala2 con 1.32, 1.22 y 1.20 fueron los genotipos que mostraron mayores valores mientras que los genotipos Ojital CT y Mexquitic fueron los que mostraron menor valor con 0.65 y 0.77. Valores casi similares a los híbridos estudiados por Rivas *et al.* (2011) quien observo valores máximos de 1.33 para el número de elotes. Esta característica que debe importar mucho en la selección o formación de un maíz forrajero, ya que al mostrar mayor número promete una mejor cantidad de grano (elote), lo que a su vez provocaría una mayor cantidad de energía metabolizable para el desarrollo de un buen ensilado (Rivas *et al.*, 2011).

## **Área foliar de la Primera Hoja**

Para el AFPH mostro una diferencia significativa mostrando una mayor área para los genotipos RazaJala, SantaFeJala, Amarillo2, BA2-HueHgo con 6.37, 6.28, 6.25 y 6.23 cm<sup>2</sup> y las de menor valor fueron Amarillo5, Amarillo 6 y AojitalInterPap con 3.62, 3.39 y 3.20 cm<sup>2</sup>. Luccehesi 1987 ha observado que el IAF es un parámetro importante que permite analizar la cantidad de radiación fotosintética absorbida, Arnoldo *et al.*, (2010), menciona que dos variedades, Braquítico material de porte enano, que este produce gran número de hojas muy anchas y Foremaíz PB, mostraron 8,411 y 5,327 cm<sup>2</sup> de área foliar total, así mismo estas dos variedades fueron las que obtuvieron mayor rendimiento en cuanto a grano. Todo este análisis lleva a inferir que el problema del área foliar y su influencia sobre la producción de granos, está grandemente influenciado más que por la cantidad de área foliar como tal, más bien por la forma como se distribuye esta área foliar a lo largo del tallo (Amador y Boschini, 2000) y de la disposición de las hojas en el tallo (Loomis y Williams, 1969).

### **Área Foliar de la Hoja Donde se Inserta el Elote**

Para AFHE se mostro una diferencia significativa (Cuadro 4) mayor en las variedades HojeroUze, AS948-2 y Tampiqueño 2 con valores de 794.85, 789.38 y 775.43 cm<sup>2</sup> y el genotipo GranDelfin fue el que mostro menor valor con 408.13 cm<sup>2</sup>. De León (1998), investigó el efecto de los diferentes tipos de deshoje durante la floración sobre el rendimiento en grano del maíz. Estimo el área foliar (AF) usando la fórmula de Montgomery: Ancho Máximo x\* Largo Máximo\* 0.75. En la cual se observó la distribución del área foliar a lo largo del tallo de la planta de maíz a los 21 días de haber terminado la floración. Por ello Palmer *et al.* (1984), afirman que los estudios de defoliación sugieren que las hojas superiores y medias de una planta de maíz son los principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y que las hojas inferiores contribuyen relativamente poco.

Cuadro 4. Comparación de medias de las variables número de elotes, área foliar de la primera hoja y de la hoja donde se inserta el elote de 36 genotipos de maíz de diferente origen

<b>Genotipo</b>	<b>Nelotes</b>	<b>AFPH</b>	<b>AFHE</b>
RazaJala	1.07 cde	6.37 a	738.15 abcdefg
Tampiqueño1	0.92 bcde	4.90 abcdefgh	682.03 abcdefghi
Tampiqueño2	0.92 bcde	4.83 abcdefghi	775.43 abc
A Forrajero	0.95 bde	5.16 abcdefg	583.18 hijklm
A Elotero	0.85 bce	5.15 abcdefg	608.13 ghijklm
FcoIMadJala	0.80 de	5.12 abcdefg	655.73 bcdefgijk
SantaFeJala	0.85 cde	6.28 ab	586.58 hijklm
AS948-1IntrJala	0.92 bcde	4.46 defghi	692.78 abcdefghi
BA-PapantlaIntrJala	1.05 abcd	5.18 abcdefg	637.03 defghijklm
Papantla-IntrJala2	1.20 abc	5.67 abcdef	644.65 cdefghijkl
ACPaplIntrJala	1.10 abdc	4.11 fghi	709.13 abcdefgh
Papantla-IntrJala1	1.07 bdac	5.29 abcdef	741.83 abcdefg
AOjitalIntrPap	1.00 abcde	3.20 i	655.40 bcdefghijk
OjitalCt	0.77 de	4.71 bcdefghi	610.83 fghijklm
BVPbaja	0.95 bcde	4.79 abcdefghi	627.05 defghijklm
Hojero Uze	1.05 abcd	5.91 abcde	794.85 a
Forrasierra	0.85 cde	4.70 bcdefghi	539.93 lkmn
GranDelfin	1.22 ab	5.30 abcde	408.13 n
Supertiburón	0.90 bcde	4.92 abcdefgh	543.88 jklmn
H-311plus	0.95 bd	4.28 efghi	729.08 abcdefg
AS948-2	1.10 abdc	6.15 abc	789.38 ab
Amarillo1	1.10 abcd	5.12 abcdefg	751.55 abcde
Amarillo2	0.97 abcde	6.25 abc	688.10 abcdefghi
Amarillo3	0.82 de	4.48 defghi	511.85 lmn
Amarillo4	0.90 bcde	5.16 abcdefg	678.10 abcdefghij
Amarillo5	0.97 abcde	3.62 ghi	570.05 ijklm
Amarillo6	1.32 a	3.39 hi	682.83 abcdefghi
Amarillo7	1.05 abcd	6.00 abcd	764.53 abcd
BA2-HueHgo	0.87 bcde	6.23 abc	693.15 abcdefghi
B 1-HueHgo	0.92 bcde	4.37 defghi	559.83 ijklm
Rojo Hgo	0.87 bcde	4.42 defhi	747.33 abcdef
RojoQro	0.85 cde	5.99 abcd	673.33 defghijklm
Chalqueño	1.10 abcd	4.61 cdefghi	711.15 abcdefgh
Cacahuacintle	1.05 abcd	5.38 abcdef	501.03 mn
Cerritos	1.07 abcd	4.74 abcdefghi	620.38 efghijklm
Mexquitic	0.65 e	5.19 abcdefg	535.85 klmn
<b>MEDIA</b>	<b>0.97</b>	<b>5.04</b>	<b>650.17</b>
<b>DMS</b>	<b>0.36</b>	<b>1.64</b>	<b>137.76</b>

<sup>a,b,c,d</sup>. Literales diferentes en la misma columna significan diferencias significativas, Nelotes=Número de elotes, AFPH=área foliar de la primera hoja, AFHE=área foliar de la hoja donde se inserta el elote, DMS=Diferencia mínima significativa.

## Correlaciones

Se observó que AFHE mostro un coeficiente de correlación positiva media con el NUHOJAS ( $r=0.40$ ) lo cual explica que entre mayor sea el área de la planta del elote mejorara el número de hojas. Mientras que para la ALTURA muestra que hay correlación positiva alta con el NUHOJAS ( $r=0.60$ ) por lo que podría ser utilizada para selección de los materiales y así obtener una mayor ALTURA. De los datos analizados se obtuvo que el RMSHT tiene una correlación positiva aceptable ( $r=0.38$ ) para el NUHOJAS por lo que puede ser considerada para la mejora de estas variables. En el caso de RMSEL se tuvo como resultado una correlación positiva considerada alta ( $r=0.76$ ) con RMSTOT lo que refleja que tendrá una indecencia relevante para su selección. (Cuadro 5). Datos mayores a los de Arnoldo R. *et al* 2010 que mostro un coeficiente de correlación para altura de  $r=0.53$  y datos relativamente mayores al número de hojas mostrados en esta investigación danto una correlación positiva de  $r=85$ . Estudios de (Armando y Boschini, 2000) confirman que la productividad de granos está inversamente correlacionada con la capacidad de expansión, dificultando la ganancia por selección simultánea cuando se refiere a las dos características en el mejoramiento poblacional.

Cuadro 5. Correlaciones de variables de 36 genotipos de maíz de diferente origen

VARIABLE	NELOTES	AFHE	AFPH	ALTURA	DIAMETRO	NUMHOJAS	RMSHT	RMSEL	RMSTOT
NELOTES	1	0.0062	0.06818	0.00099	0.1522	0.00738	0.1271	0.19214	0.21114
		0.8142	0.0097	0.9701	<.0001	0.7797	0.1276	0.021	0.0111
AFHE	0.0062	1	0.03464	0.34804	0.16483	0.40417	0.18773	-0.08334	0.10981
	0.8142		0.1889	<.0001	<.0001	<.0001	0.0237	0.3206	0.1901
AFPH	0.06818	0.03464	1	0.06598	0.07445	0.02041	0.12765	0.14479	0.17029
	0.0097	0.1889		0.0123	0.0047	0.439	0.126	0.0834	0.0413
ALTURA	0.00099	0.34804	0.06598	1	0.19153	0.60151	0.38905	-0.16502	0.15456
	0.9701	<.0001	0.0123		<.0001	<.0001	<.0001	0.0481	0.0644
DIAMETRO	0.1522	0.16483	0.07445	0.19153	1	0.20668	0.17946	0.09057	0.19085
	<.0001	<.0001	0.0047	<.0001		<.0001	0.0308	0.2804	0.0219
NUMHOJAS	0.00738	0.40417	0.02041	0.60151	0.20668	1	0.38991	-0.08078	0.18748
	0.7797	<.0001	0.439	<.0001	<.0001		<.0001	0.3358	0.0244
RMSHT	0.1271	0.18773	0.12765	0.38905	0.17946	0.38991	1	0.17576	0.74784
	0.1276	0.0237	0.126	<.0001	0.0308	<.0001		0.0351	<.0001
RMSEL	0.19214	-0.08334	0.14479	-0.16502	0.09057	-0.08078	0.17576	1	0.76457
	0.021	0.3206	0.0834	0.0481	0.2804	0.3358	0.0351		<.0001
RMSTOT	0.21114	0.10981	0.17029	0.15456	0.19085	0.18748	0.74784	0.76457	1
	0.0111	0.1901	0.0413	0.0644	0.0219	0.0244	<.0001	<.0001	

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las evaluaciones realizadas en campo el comportamiento de los diferentes genotipos evaluados demostró que la variedad Tampiqueño1, RojoQro y Chalqueño, en un rango de 241.7 a 234.7 cm de altura lo que los posiciona como unos de los mejores materiales para ser evaluados más ampliamente a nivel comercial y poder decidir su liberación al mercado como maíces forrajeros.

Con Respecto al número de hojas los genotipos RazaJala, BVPbaja y AS948-2 con valores que van en un rango de 17.8 a 19 hojas mostraron los valores más altos, lo que los hace recomendables para seleccionarlos o recomendarlos por este rango considerable.

En cuanto rendimiento de materia seca total los mejores genotipos fueron Chalqueño, Amarillo2 y OjitalCT con valores de 34.9, 28.6 y 25.5 t de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, demostrando características productivas que pueden ser tomadas en cuenta para la producción de materia seca.

Para el rendimiento de materia seca de tallo y hoja mostró significancia donde las variedades OjitalCT, Chalqueño y Tampiqueño1 demostraron tener el porcentaje más alto con valores en un rango de 17.8 a 14.6 t MSTH ha<sup>-1</sup>, lo que hace que estos genotipos sean viables para producción de materia seca en tallo y hoja así mismo para un buen rendimiento de ensilaje.

El estudio permitió identificar maíces de los diversos ambientes, templado, semicálido y cálido con buena capacidad productiva para las zonas semiáridas.

## LITERATURA CITADA

- Allen M., K. A. O'Neil, D. G. Main, and J. Beck. 1991. Relationship among yield and quality traits of corn hybrids for silage. *J. Dairy Sci.* 74 (Supl1):221.
- Amador, A.; Boschini, C. 2000. Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1):171-177.
- Arnoldo R. Bejarano M. Victor Segovia y Heli Moreno, 2010, Evaluación del rendimiento y carácter de planta y mazorca en familia de hermanos completos de la variedad de maíz dulce "Riqueza", Centro Nacional de investigaciones Agopecuarias Pag.20
- Bertoia, L. M. 2004. Algunos Conceptos sobre ensilado. Consideraciones generales sobre maíces para silaje y su cultivo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Verificado en marzo de 2006. <http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX3.htm>
- Bianco, A., L. Astigarraga, F. Hernandez, N. Nuñez y R. Mello. 2003. Evaluación de ensilaje de maíz (ciclo medio y ciclo largo). II. Rendimiento, relación grano-planta, producción y composición de la leche en vacas Holando. XVII. Reunión de ALPA. Memorias. Habana, Cuba. pp. 2363 – 2367.
- Bianco, A.; L. Astigarraga, F. Hernández, N. Nuñez y R. Mello. 2003. Evaluación de ensilados de maíz (ciclo medio y ciclo largo). II. Rendimiento, relación grano-planta, producción y composición de la leche en vacas Holando. XVII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba. Memorias. pp. 2363 – 2367.
- Chávez A., J. L. 1995. Mejoramiento de Plantas 1. Segunda Edición. Ed. Trillas. México. 136 p.
- Comisión de Desarrollo Social (CDR). 2007. El Maíz en el Mundo y en México. Cámara de Diputados LX Legislatura.
- Cortés D., E., Zaragoza R., J. L., López A., L. A. y González B., G. T. 2011. Ensilado para la alimentación de ovinos. Serie Forraje y Pastizales. Tecnologías para ovinocultores. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovinos. Bajado en junio de 2011. <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/forrajesypastizales/ensiladoparalaalimentacion.pdf>
- Cummins, D.G. 1969. El rendimiento y la calidad del ensilaje de maíz como la influencia de la altura de la cosecha. *Agron. J.* 61:468-470.



- Darby, H.M. 2002. Fecha de la cosecha y la influencia en el rendimiento de híbridos de maíz de forraje, calidad y conservación. *Agron. J.* 95:559-566.
- De León, H.; Jaramillo, A.; Martínez, G. y Rodríguez, S. 1998. Híbridos dobles de maíz de baja depresión endogámica en F<sub>2</sub>. *Agron. Mesoamer.* 9:38-41.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2007. Factores Fundamentales Oferta y Demanda de Maiz USDA.
- Di Marco, O. N. y M. S. Aello. 2003. Calidad Nutritiva de la Planta de Maíz para Silaje. Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarce). Verificado en marzo de 2006.
- Di Marco, O. N. y M. S. Aello. 2003. Calidad nutritiva de la planta de maíz para silage. Unidad Integral Balcarce. (Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarce). Verificado en marzo del 2006.
- Elizondo, J., C. Boschini. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana.* 13:13-17.
- Elizondo, J.; C. Boschini. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del forraje de maíz. En prensa en *Agronomía Mesoamericana*.
- Enríquez, J. F., J. Romero, M. del R. Tovar. 2003. Productividad forrajera de maíces de alta calidad proteínica y normales, en Isla, Veracruz. XVII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba. Memorias. pp. 119-122.
- Enríquez, J. F.; Romero, J. y Tovar, M. del R., (2003). "Productividad forrajera de maíces de alta calidad proteínica y normales, en Isla, Veracruz" en *Memorias xvii Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (alpa)*, pp 119-122, La Habana, Cuba.
- Espinoza G., J. A.; Aguilar B., U.; Román P., H.; Contreras H., A.; Martínez R., J. L.; Trujillo J., E.; Osorio R., M. L.; Barrera L., O.; Román P., S. I. y Pérez S., J. M. 2007. Factores Económicos que impactan los sistemas bovinos de doble propósito y lechería tropical de Veracruz, México, Pags. 105-116. In: *Alternativas para el desarrollo sustentable de la ganadería*. Autores: Betariz A. Cavalloti V., Benito Ramires Valverde y Carlos F. Marcof Álvarez. 411 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2005. Desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas.
- Fuentes, J.; Cruz, A.; Castro, L.; Gloria, G.; Rodríguez, S.; Ortiz, B. 2000. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado.

- Hunt, C.W. 1989. Rendimiento, composición química y fermentación ruminal de la planta de maíz entero, el oído y el rastrojo como afectados por la madurez. *J. Prod. Agric.* 2:357-361 p.
- Instituto Nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP) (2006). *Innovaciones tecnológicas 2006.*
- Jonson L., J. H. Harrison, H. Hunt, K. Shinnors, C. G. Doggett and D. Sapienza. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity. *J. Dairy Sci.* 82:2813-2825.
- Jugenheimer, R. 1985. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa. México. 841 p.
- Laird, R.J. 1968. Técnicas de campo para experimentos con fertilizantes, folleto de investigación No. 9. CIMMYT. México. 48 p.
- Lesur, L. 2005. Manual del cultivo del maíz. Ed. Trillas. México, D.F. 80 p.
- Loomis, R.S.; Williams, W.A. 1969. Productivity and the morphology of crop stand: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D. (Ed.) *Physiological aspects of crop yield.* Madison: ASA. p.27-47.
- Lucchesi, A.A. 1987. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). *Ecofisiologia da produção agrícola.* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.I-II.
- Lundvall, J. P., D. R. Buxton, A. R. Hallauer and J. R. George. 1994. Forage quality variation among maize inbreds: *In Vitro* digestibility and cell wall components. *Crop Sci.* 34:1672-1678.
- Martínez G., M. I., R. Gaytán B., L. Reyes M., M. Luna F., J. S. Padilla R. y N. Mayek P. 2004. Rendimiento de grano y forraje de maíces híbridos de riego en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Agricultura Técnica en México.* 30:53-61.
- Martínez, G. M. I., R. Gaitan, I. Reyes, M. Luna, J. S. Padilla y N. Mayek. 2004. Rendimiento de grano y forraje de maíces híbridos de riego en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Agric. Téc. en Méx.* 30 (1): 53-61 p.
- Montemayor T, J. A.; Gómez M., A. O.; Olague R., J.; Zermeño G., A.; Ruiz C., E.; Fortis H., M.; Salazar S., E. y Aldaco N., R. 2006. “Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero” en *Téc Pec Méx.* 44(3): 359-364.
- Nadal, A. 2000. El caso del maíz mexicano en el NAFTA: Variabilidad genética y liberalización comercial. *Biodiversidad* 24:3–12 p.

- Navarro O., E. F., S. A. Rodríguez H., A. Palomo G., A. Espinoza B., F. A. Camacho I., E. Andrio E., y O. Antuna G. 2008. Evaluación de híbridos de maíz QPM para la producción de forraje en la Comarca Lagunera. *In: Ruiz T., N. A. y Lira S., R. H. La semilla, enlace con la agricultura sustentable. XIV Curso Internacional y 1er Congreso en Tecnología de Semillas. Saltillo, Coahuila, México. 27 al 29 de octubre. Pag. 22.*
- Núñez H., G., E. F. Contreras G. y R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc. Pecu. Méx. 41:37-48.*
- Núñez H., G., R. Faz C., F. González C. y A. Peña R. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Téc. Pecu. Méx. 43:69-78.*
- Núñez, H., G., R. Faz, C., F. González, C. y A. Peña, R. 2005. Madurez de híbridos de Maíz a la cosecha para mejorar para mejorar la producción y calidad. *Rev. Fitotec. Mex. 27:1-8.*
- Paliwal, R. L. Gonzalo, G., Lafitte, H. R. y Violic, A.D. 2001.-- El maíz en los trópicos. Mejoramiento y protección. Departamento de Agricultura. FAO. Roma, Italia. ISBN: 9253044578, ISSN: 1014-3041. Titulo de la serie FAO Plant Production and Protection Series.
- Paliwal, R. L. 2001. Mejoramiento del maíz con objetivos especiales. *In: Paliwal, R. L., G. Granados, H. R. Lafitte y A. D. Violic. (eds). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Departamento Agrícola. FAO. Roma, Italia.*
- Palmer, A.F.E. & Fischer, K.S. 1984. Tropical maize. *In P.R. Goldsworthy & N.M. Fisher, eds. The physiology of tropical field crops, p. 231-248. New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.*
- Parra, A. 1996. Evaluación de cultivares criollos e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para uso forrajero bajo condiciones de bosque seco tropical. *Rev. Fac. Agron. (LUZ). 13:251:260.*
- Peña R., A., F. González C., G. Núñez H. y C. Jiménez G. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. *Rev. Fitotec. Mex. 27:1-6.*
- Peña, R., A., F. González, C., G. Nuñez, H. y C. Jiménez. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. *Rev. Fitotec. Mex. 27:1-6.*
- Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor, S. A. México, D. F. 460 p.

- Reyes, M. L. y Robles, E. F. J. 1997. Impacto de la validación de tecnología en el programa kilo por kilo de maíz en Aguascalientes. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón.
- Reyes, P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial AGT EDITOR S.A. México. 460 p.
- Rivas J., M. A., A. Carballo C., J. Pérez P., G. González J. y A. García Z. 2005.
- Robles, S. R. (1990). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 660 p.
- Robles, S. R. 1983. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, México, D. F., cuarta edición. 460 p.
- Sánchez-Hernández, M. A., C. U. Aguilar-Martínez, N. Valenzuela-Jiménez, C. Sánchez-Hernández, M. C. Jiménez-Rojas, C. Villanueva-Verduzco. 2011. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana* 22:281-295.
- Sanchez-Puerta MV, Cho Y, Mower JP, Alverson AJ, Palmer JD. 2011. Frequent, phylogenetically local horizontal transfer of the cox1 group I intron in flowering plant mitochondria. *Mol Biol Evol*, 25(8):1762-1777.
- Santoyo, C. E, Quiroz M. J. (2010). Guía para el cultivo de cereales en el Estado de México. Instituto de Investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, 2. 22 p.
- Schwab, E. C. y R. D. Shaver. 2001. Evaluación del valor nutritivo del maíz ensilado utilizando LECHE 2000. p. 21-24. En Proc. Forraje Prod. Y uso Symp., 25, CONSEJO de Wisconsin forraje. Annu. Meet., Eau Claire, WI. 21-22 en 2001. Univ. De Wisconsin, Madison.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011, Manual de Plagas y Enfermedades en Maíz.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA). 2005. Alternativas forrajeras para Guanajuato. Forrajes para el ciclo Primavera-Verano. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato. Bajado de la red en 2005. Verificado en marzo del 2006.
- Servicio de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2008. Avances de siembra y cosechas primavera-verano y otoño-invierno de 2008. Verificada en enero de 2010. (En línea). Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

- Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2010. Integración Estadística Derivada del Comercio Exterior, Estudios y Perspectivas del Maíz..
- Soto, P.; Jahn, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. *Agricultura Técnica*. 43(2):133-138.
- Tinoco A., C. A. y Pérez P., A., (2005). “Características forrajeras y de producción de grano en genotipos comerciales de maíz en Acayucan, Veracruz
- Valdivia, B. R. y Vidal, M. V. A. 1995. Efecto de generaciones avanzadas en la producción de diferentes tipos de híbridos de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 18:69–76.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in analisis of fibrous feeds. I Preparation of fiber residues of low nitrogen content. *Journal of the A. O. A. C.* 46: 825-829.
- Ye C., W. E., Días S., H, Lozano R., A. J., Zamora V., V. M. y Ayala O., M. J. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticales forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustocidad. *Tec Pecu Méx.* 39:15-29