

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 10 HÍBRIDOS
DE MAÍZ (*Zea mays* L.) FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO
REGIONAL**

POR:

OMAR GUSTAVO JUAREZ HERNANDEZ

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREON, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 10 HÍBRIDOS
DE MAÍZ (*Zea mays* L.) FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO
REGIONAL.**

POR:

OMAR GUSTAVO JUAREZ HERNANDEZ

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:

ASESOR PRINCIPAL:



DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:



DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA.

NOVIEMBRE DE 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 10 HÍBRIDOS
DE MAÍZ (Zea mays L.) FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO
REGIONAL.**

POR:

OMAR GUSTAVO JUAREZ HERNANDEZ

TESIS

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL:

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:

DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

VOCAL SUPLENTE

DR. ALFREDO OGAZ

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA.

NOVIEMBRE DE 2017



DEDICATORIAS

A DIOS

En primer lugar, Sobre todas las cosas por haberme dado la vida y por permitirme cursar una carrera profesional y brindarme la dicha de poder terminarla, por estar conmigo en aquellos momentos difíciles en que me sentía solo y por no permitirme que dejara mis estudios, a Él, que nunca nos abandonó siempre estaba conmigo en la buenas en las malas, gracias dios mío.

A MIS PADRES

Sr. José Adrián Juárez Martínez.

Sra. Ángeles Hernández Roque.

A ellos que les debo todo, gracias por apoyarme y mostrarme el camino con sus consejos, por brindarme siempre todo su cariño, amor, comprensión y apoyo, porque siempre me lo demuestran ya que es lo más importante en la vida, tener el apoyo de los padres siempre en cualquier momento estaban ahí para apoyarme incondicionalmente, en lo económico agradezco mucho los esfuerzos que hicieron por mí y no fue en vano hoy demuestro con gusto y alegría mi carrera, es lo máximo que le puedan brindar a un ser humano dar una herencia que dure por siempre. Gracias por toda la educación que siempre me dieron desde mi niñez hasta hoy, las mejores cualidades que puede tener un ser humano: honestidad, respeto, amor, humildad y amistad para con nuestros semejantes.

A MIS HERMANAS:ELIZABETH Y KARINA.

Gracias por su apoyo durante mi carrera y etapas de mi vida ustedes son fuente de inspiración siempre me daban fuerzas para seguir con ganas hacia delante gracias por todo, las amo. A mis sobrinitos Iker y Uriel.

**A MIS ABUELOS:ADRIÁN JUÁREZ DE FELIPE Y GUEDELIA MARTÍNEZ
ESCALANTE.**

Por sus sabios consejos y llamadas de atención, que me enseñaron a valorar cada una de las cosas que tenemos, por apoyarme cuando más lo necesitaba hasta terminar mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA TERRA MATER**. Por abrirnos las puertas y recibirnos con buena condición también por brindarnos todos sus apoyo. Que siempre llevaré su nombre en alto donde sea que me encuentre, por haberme permitido formarme como profesional al culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Al Dr. Héctor Javier Martínez Agüero, Así como a todos mis profesores que me prepararon para seguir adelante en mi carrera profesional, a mis amigos y a todas aquellas personas que de alguna forma permitieron que esta investigación se realizara.

Al Dr. Oscar Ángel García. Por su asesoría y dirección del presente trabajo de investigación. Por sus consejos y por las críticas constructivas.

Al Dr. Alfredo Ogaz. Por su atención y asesoría del presente trabajo de investigación. Por sus consejos y por las críticas constructivas.

Al Dr. Armando Espinoza Banda. Por su gran apoyo en el presente trabajo, por su enseñanza en las materias impartidas y por sus sugerencias y valiosos consejos tan constructivos que lo caracterizan.

A mis compañeros que durante cuatro años, compartimos momentos de alegría, de tristezas, pero que de alguna manera seguimos adelante y logramos el objetivo que teníamos propuesto.

“A todos los que siempre han estado, a los que ya no están y a los que están por venir”.

INDICE GENERAL

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	vii
I.-INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	4
1.2 Objetivo	5
1.3 Hipótesis	5
II.- Revisión de literatura	6
2.1 Importancia	6
2.2 Origen del cultivo del maíz	6
2.3 Maíz forrajero en México	7
2.4 Forraje.....	8
2.5 Características ideales de una planta forrajera	11
2.6 Definiciones de maíz Forrajero	12
2.7 Generalidades del maíz forrajero	13
2.8 Tipos de híbridos de maíz para la producción de forraje de alta digestibilidad	14
2.9 Relación entre la calidad nutricional del forraje con el potencial de producción de leche por hectárea.....	15
2.10 Clasificación taxonómica y morfológica	17
2.11 Calidad del forraje	17
2.12 Híbridos.....	24
2.13 Rendimiento del maíz forrajero	25
2.14 Etapa de madurez	27
2.15 Gusano cogollero. (Spodoptera frugiperda)	28
3.6.7 Daños	28
III.-MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Localización de la comarca lagunera	29
3.2 Localización del lote experimental	29
3.3 Croquis de localización.....	29
3.4 Material genético	31

3.6 Manejo agronómico	31
3.6.1 Preparación del terreno	31
3.6.2 Fecha de siembra.....	31
3.6.3 Riegos.....	32
3.6.4 Fertilización.....	32
3.6.4 Control de maleza	32
3.6.5 Control de plaga del maíz forrajero	33
3.6.8 Cosecha.....	33
3.6.9 Registro de actividad de muestras.....	33
3.6.10 Materia seca (MS)	34
3.6.11 Determinación de fibra detergente acida (%FAD)	34
3.6.12 Determinación de fibra detergente neutra (%FND)	35
3.6.13 Energía neta de lactancia.....	36
3.6.14 Digestibilidad de la materia seca (DMS).....	36
3.7 Análisis estadístico	36
IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4. Fibra detergente acida (FDA)	37
4.3 Fibra detergente neutra (FDN)	39
4.4 Energía neta de lactancia (ENL)	40
4.5 Digestibilidad de la materia seca (DMS).....	41
V.-CONCLUSION.....	45
VI.-BIBLIOGRAFIA.....	46

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento agronómico de 10 híbridos y un testigo en cuanto a su calidad nutricional de forraje en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera. El experimento se llevó a cabo en el Ejido el Fresno, Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, durante el ciclo primavera-verano del 2015. La fecha de siembra se realizó en el día 24 de abril 2015. En dicho experimento se comparó el híbrido: (CANGURO; Testigo regional) contra los híbridos Torreón II, ABT-1404, ABT-1285, ABT-1226, ABT-8576, Arrayan Plus, ABT-1280, JPX-101, JPX-102, JPX-33. Se evaluaron las variables; fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad (D) y energía neta de lactancia (ENL). Para los análisis de los datos se utilizó el programa SAS, en un diseño bloques al azar con tres repeticiones. El porcentaje de FDA general fue de 31.17%, no se encontró diferencia de porcentaje en cuanto a la FDA en los siguientes híbridos, PX-101, JPX-102, JPX-33, ABT-1285, ABT-1226, ABT-8576, en comparación con el testigo canguro ($P < 0.05$). En cuanto a FDN y ENL la media general fue de 55.3 y 1.2% respectivamente, no se encontró diferencia significativa respecto al testigo canguro ($P < 0.05$). Los resultados del presente trabajo demuestran que la calidad del forraje de la mayoría de los híbridos utilizados en este estudio y bajo las condiciones agroclimáticas de la Región Laguna se consideran de buena calidad forrajera.

Palabras clave: Calidad forrajera, materia seca, FDA, FDN, ENL, Digestibilidad.

I.-INTRODUCCIÓN

En las cuencas lecheras de México el ensilaje de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los forrajes comúnmente usados en la alimentación del ganado lechero, y puede constituir de 30 a 40 % de la dieta de vacas en producción.

Los ensilajes de maíz en México tienen menor contenido energético que los de Estados Unidos de Norte América y Europa, lo cual posiblemente sea consecuencia del escaso mejoramiento genético para calidad de forraje y del poco desarrollo de prácticas de manejo del cultivo (Chalupa,1995).

En la Comarca Lagunera el maíz forrajero ocupa un lugar importante dentro del patrón del cultivo por el alto valor energético que aporta a las reacciones de ganado bovino lechero. En la región la producción promedio de forraje de maíz por hectárea es de 51 toneladas de forraje fresco y 15.4 toneladas de forraje seco, este cultivo ocupa una superficie aproximada de 22,000 hectáreas, las cuales su mayoría son regadas con agua de bombeo, siendo poca la superficie que se riega con agua de gravedad (SIAP, 2012).

En los últimos 5 años se ha incrementado el uso del forraje de maíz para la alimentación animal, principalmente en aquellas regiones consideradas como cuencas lecheras y de engorda. En la Comarca Lagunera se siembra alrededor de 60 mil hectáreas de maíz para grano y forraje, sin embargo existe apatía entre los productores para la aplicación de alta tecnología en este cultivo, debido a su baja

rentabilidad ya que se considera como un cultivo de subsistencia alimenticia (INIFAP, 2012).

El maíz forrajero es la fuente más económica para la alimentación del ganado, para elegir un cereal destinado a la producción de forraje, debe basarse a su capacidad de adaptación en el medio local, productividad, beneficio para el ganado y su valor nutritivo. De ahí que el maíz forrajero sea uno de los materiales vegetativo de fácil acceso con los que se alimenta el ganado, pues este material incluye heno o ensilado (Carmona, 2004).

Estudios han indicado correlaciones inconsistentes entre el rendimiento y variables de calidad nutritiva en maíz forrajero (Coors,1996). Estos resultados indican la conveniencia de conocer tanto el rendimiento como la calidad nutritiva de los diferentes híbridos de maíz para hacer la mejor elección posible, ya que híbridos con menor rendimiento de materia seca por hectárea pero con una alta digestibilidad pueden llegar a tener un mayor potencial para producción de leche por unidad de superficie que híbridos de alto rendimiento y baja digestibilidad (González *et al.*, 2002). Por otra parte, existe la controversia sobre la importancia relativa del rendimiento de forraje versus la calidad nutricional de los híbridos de maíz. Esto puede depender del escenario que se vive, por ejemplo, donde existe suficiente forraje para cubrir las necesidades del ganado y el costo de alimentación es alto, la calidad de los híbridos pudiera ser importante, pero en otras donde no se completan las necesidades de forraje, el rendimiento de forraje puede ser el criterio más importante. La liberación y siembra de variedades de maíz con mayor potencial de rendimiento y calidad nutricional, trae consigo una mayor

extracción de nutrimentos del suelo. El cultivo de maíz para ensilaje extrae en promedio 14 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), por cada tonelada de materia seca cosechada (Figuerola *et al.*, 2002).

Es importante buscar mejores alternativas en cuanto a genotipos que aseguren altos rendimientos de forraje tomando en cuenta una mayor relación hoja-tallo, elote-planta, alta producción de materia seca y mayor calidad nutritiva (Clark *et al.*, 2002).

Dada la importancia del cultivo en la alimentación humana y animal es necesario llevar a cabo estudios de selección de híbridos ya sea comerciales y experimentales para las condiciones de manejo del cultivo de maíz en la Comarca Lagunera.

JUSTIFICACIÓN

En la Comarca Lagunera se cuenta con aproximadamente 216 mil cabezas de ganado bovino lechero en producción con una producción 6, 210, 589 millones de litros de leche diario, es esto lo que lo convierte en una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional(SAGARPA 2015). Es por eso la alternativa de buscar programas de mejoramiento genético de producción y calidad de maíz forrajero para poder satisfacer la demanda de consumo bovino, en la situación actual mayores alternativas de genotipos con adaptaciones climáticas de la región y su alto nivel productivo ya que la región es importante por su producción lechera, sus crías y sus engordas bovinas. Se tiene poca información con respecto a la respuesta de híbridos, principalmente por su adaptación, capacidad de rendimiento y estabilidad de comportamiento a través de los años, que permitan obtener mayor producción y productividad, sin olvidar las labores adecuadas de manejo agronómico. Se han llevado a cabo estudios en la Comarca Lagunera debido a la falta de genotipos con la aplicación científica para generar la tecnología de producción de maíz forrajero y de alta calidad nutricional. Esta tecnología permite obtener una alta productividad de forraje y eficiencia en el uso del agua de riego y ensilados de alta calidad nutricional, con lo cual, se pueden reducir los costos de alimentación y reducir el uso de concentrados en la alimentación del ganado lechero.

1.2 Objetivo

Evaluar diferentes híbridos comerciales de maíz forrajero, en cuanto a su calidad nutricional para cuantificar valores de importancia forrajera en las condiciones de la comarca lagunera.

1.3 Hipótesis

Ha. Al menos un híbrido es superior al testigo en calidad nutricional en todos los tratamientos en estudio.

Ho. El tratamiento testigo es superior en calidad nutricional a todos los tratamientos en estudio.

II.-Revisión de literatura

2.1 Importancia

El maíz ocupa es uno de los más importante en la producción, después del trigo y el arroz. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea, en su producción total, el maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento para ganado o una fuente de un gran número de productos industriales (Campos, 2006).

2.2 Origen del cultivo del maíz

El maíz se deriva del teocintle (*Zea mexicana*; Schrader) que crece de manera silvestre en Mesoamérica. En México existen estudios, en donde estas pequeñas mazorcas encontradas en la cueva de la región arida de Tehuacán Puebla, aproximadamente hace 5000 años A.C. en la época precolombiana el maíz se introdujo en Sudamérica, donde también tuvo un amplio proceso de domesticación. Como resultado, el maíz es una especie que presenta varios centros de diversificación que va desde México has Sudamérica (Casaset *al.*, 1985). Es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indígena que se cultiva en la zona de México y América central. Hoy en día esta expandido por todo el país y en especial en toda Europa en donde ocupa una posición muy elevada. E.E.U.U. es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no es México, América Central (Wilkes, 1995).

2.3 Maíz forrajero en México

En México, hay dos ciclos productivos del maíz, el ciclo primavera verano y el ciclo otoño invierno, en primavera verano los estados productores son: Jalisco, estado de México, Michoacán, Chiapas y Puebla. Aproximadamente entre el 90 y 95% de la producción nacional se cultiva en el ciclo de primavera verano que se cosecha en los meses de octubre a diciembre. En lo que es el ciclo de otoño invierno se concentra básicamente en los estados del norte del país como Sinaloa, Sonora y Chihuahua, la realización de la cosecha es en los meses de marzo y septiembre; particularmente durante este ciclo, casi el 40% de la superficie sembrada cuenta con un sistema de riego. En 2006, el principal productor en este ciclo fue Sinaloa. (CEFP, 2007).

El aumento en la población 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. 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, si no que fueron seleccionados por rendimiento de granos y no usando el mejoramiento genético (Peña *et al*, 2004).

En los sistemas de producción de leche del ganado bovino se ha visto la necesidad de incorporar ensilados como suplemento para cubrir déficit estacional

incrementar la producción animal, pero es necesario conocer la calidad nutricional de estos (Peña *et al*, 2004).

2.4 Forraje

En los últimos cinco años se sembraron en promedio alrededor de 8 millones 368 mil 288 hectáreas en condiciones de riego temporal, de las cuales 95 % corresponde a la superficie destinada a la producción de maíz grano y el resto 5% representa la producción de forraje verde(SIAP, 2011).

En la Comarca Lagunera el maíz forrajero el volumen cosechado fue de 816,841 t en la región de Coahuila (SAGARPA, 2015) es considerado como uno de los cultivos forrajeros más importantes en la región, debido a su alta productividad, alta eficiencia en el uso del agua y alto contenido energético (Núñez *et al.*, 2003). Considerada como una de las cuencas lecheras más importantes del país, en el 2010 se sembraron 30 mil 306 hectáreas de maíz en condiciones de riego y 858 hectáreas en condiciones de temporal, las cuales presentaron un rendimiento promedio de 44.76 y 18.21 t ha⁻¹ de forraje verde respectivamente (SIAP, 2011).

En la Comarca Lagunera de Coahuila durante los últimos cinco años se sembraron 11 mil 956 hectáreas de maíz para forraje verde en condiciones de riego, con un rendimiento promedio de 45.59 t ha⁻¹. No se reportaron datos de siembra en temporal. Datos proporcionados por la SAGARPA y el SIAP ,(2011).

Por lo general se considera que híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Geiger *et al.*, 1992; Peña *et al.*, 2003).

En evaluaciones de diferentes híbridos de maíz para forraje en la Comarca Lagunera, se observó que una buena Calidad del forraje se obtiene seleccionando híbridos que produzcan más de 540 g kg⁻¹ de mazorca, con lo cual se asegura una digestibilidad in vitro de la materia seca mayor a 680 g kg¹ y una energía neta de lactancia de 1.5 Mega calorías o más por kilogramo de materia seca(Herrera, 1999).Los híbridos con estas características de Calidad forrajera pueden incrementar el nivel productivo de las vacas lecheras y reducir substancialmente el costo de alimentación (Núñez *et al.*, 1999).

De la Cruz (2002) menciona que el contenido de grano en el maíz forrajero es de primordial importancia, siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para aliviar la escasez de forraje. Entre las ventajas que presenta el maíz se pueden mencionar las siguientes: un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje; el cultivo establecido ocupa el terreno durante temporadas cortas dando oportunidad a la rotación de cultivos, además de que el forraje obtenido puede ser ensilado para utilizarse en épocas de sequía o cuando escasea el forraje.

Evaluar la Calidad del forraje es fundamental para la selección de progenitores e híbridos, ya que existen diferencias en contenidos de proteína, fibra y digestibilidad de la materia seca entre los híbridos de maíz para forraje (Allen *et al.*, 1995).

En México, la producción de maíz para ensilado se caracteriza porque los rendimientos de materia seca por hectárea y contenido de grano son bajos;

similarmente, por contenidos altos de fibra que ocasionan que la digestibilidad y energía del forraje sean bajas. La situación se debe en parte, al empleo de híbridos considerados como forrajeros, por su porte alto y gran capacidad para producir forraje, así como aun manejo para obtener grandes volúmenes de materia verde por hectárea (Núñez *et al.*, 2003).

El uso de maíz para forraje, ya sea como planta en verde, en pie o ensilado es una práctica común en los países de agricultura avanzada, ya que contribuye a resolver el problema que plantea la estacionalidad de la producción forrajera frente a requerimientos de relativa constancia en el ganado. El cultivo de maíz se adapta para la alimentación del ganado debido a tres características principales:

- a) Alto volumen de producción.
- b) Alto contenido de hidratos de carbono.
- c) Amplitud del periodo de aprovechamiento.

La mayor parte de la semilla de maíces forrajeros que se comercializa en varios países comprende a híbridos seleccionados para producción de grano y que se han manifestado como buenos productores de materia seca (Bertoia, 2004).

Se ha encontrado mayor producción de materia seca y mejor calidad en híbridos de regiones templadas que en híbridos de regiones tropicales, cuando son evaluados en regiones templadas (Johnson *et al.*, 1997), pero solo en contadas ocasiones se han seleccionado híbridos de alta calidad forrajera por su estabilidad a través de ambientes (Bertoia *et al.*, 2002).

Reta *et al.*, (2001) indica en resultados de investigación que es posible potencialmente obtener hasta 80 t ha⁻¹ de forraje fresco y 24 t ha⁻¹ de forraje fresco (30 % de materia seca), con un contenido de grano de 45.5-50 por ciento.

2.5 Características ideales de una planta forrajera

Una planta forrajera ideal debe tener fácil ruptura de la epidermis, tejidos vasculares, concentraciones elevadas de carbohidratos no estructurales, contenidos de minerales y proteínas totales con cantidades suficientes de metionina y nitrógeno no degradable en resumen. Un ideal tipo de maíz para ensilado debe producir una cantidad máxima y estable de materia orgánica digestible, ser fácil de cosechar y conservarse, apetecible, tener un consumo elevado y ser utilizado eficientemente por el animal (Striuk y Deinum, 1990). Las características de un híbrido ideal de maíz forrajero deben ser altas en producción de materia seca, índice de cosecha, estabilidad, contenido de carbohidratos, proteínas, digestibilidad, consumo y producción de materia seca (Pinter 1986).

Una clasificación de los materiales para este forraje considera como criterios la concentración de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), energía neta de lactancia (ENL) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, por lo tanto un maíz para ensilado de alto valor nutritivo debe ser de baja concentración en fibra, alta digestibilidad y mayor contenido de energía (Herrera, 1999).

2.6 Definiciones de maíz Forrajero

Núñez (2001), señala que en México los ensilados de maíz generalmente tienen un valor energético bajo en comparación a ensilados en Estados Unidos de América y Europa. Lo anterior se atribuye al énfasis en el rendimiento de forraje por unidad de superficie, sin considerar la calidad nutritiva. La selección de híbridos es fundamental para mejorar esta situación.

Williams (1976), también define forraje como aquellos alimentos voluminosos y a la inversa de los concentrados, los forrajes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo. Como representante de este grupo se pueden mencionar el ensilado, henificado, pastos y rastrojos.

Robles et al. (1990), define forraje como el alimento vegetal para los animales domésticos, generalmente este término se refiere a los materiales como pasto, heno, alimentos, verdes y ensilajes, así como se entiende por ensilaje al forraje conservando en estado succulento, mediante una fermentación parcial. Mencionan que al llevar a cabo una evaluación de variedades de maíz, ésta se debe enfocar hacia el incremento en la producción de materia seca y considerar características importantes como es resistencia al acame, estabilidad en la producción a través de diferentes ambientes, niveles mínimos de pérdida de materia seca durante el ensilaje, vigor inicial, densidad de siembra, así como la facilidad de recolección Jugenheimer, (1981), Frasnay, 1(985), por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje Geiger (1992) Peña (2003). Por lo que un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen 9 incrementos en la

calidad nutritiva del forraje, sin embargo, en algunos casos también se relacionan negativamente con la digestibilidad de la planta sin elote (Peña 2003).

2.7 Generalidades del maíz forrajero

El maíz (*Zea mays* L.) es una Poaceae alta anual, con vainas florales y láminas alternadas anchas. Posee espigas (inflorescencias femeninas encerradas) de 7 a 40 cm de largo y flores estimadas que, en conjunto, forman grandes panojas terminales o inflorescencias masculinas.

Su propagación es por semillas producidas mayormente por fecundación cruzada (alógama) y dependen del movimiento del polen por el viento. Existe amplia diversidad genética en toda la región que ha sido centro de origen del maíz. En México solamente, existen ms de 40 razas de maíz, y unas 250 en el resto de américa (De la Cruz, 2007).

El contenido del grano del maíz forrajero es de gran importancia siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para solucionar los escasos de forraje igual algunas de las ventajas de la utilización de este forraje es: de un alto potencial de rendimiento y buena calidad para el ganado (De la Cruz, 2007).

Entre los factores que afecta la calidad nutritiva del ensilaje de maíz, destaca el contenido y calidad de grano, tallo y hoja, componentes que están estrechamente relacionados con la concentración y la digestibilidad de la pared celular (Vera, 2009).

El nivel nutricional del maíz usado como forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varía con el contenido de grano y composición de elote (Duarte, 2009).

El maíz para forraje tiene alta productividad, contenido bajo de proteína, minerales y valor energético. Varios autores han indicado diferencia entre híbrido de maíz en los contenidos de proteína, fibras y digestibilidad, en la materia seca (Ramírez, 2009).

2.8 Tipos de híbridos de maíz para la producción de forraje de alta digestibilidad

En la Región Norte del País se dispone de híbridos de maíz para forraje formados a partir de germoplasma de origen tropical o templado; híbridos con menor ciclo a cosecha (precoces) que otros (intermedios o tardíos) y los denominados de alta calidad proteínica. Varios estudios indican una mayor digestibilidad en híbridos precoces en comparación a híbridos de ciclo más tardío,(Woolf, 1993).

Respecto a híbridos de maíz de diferente origen estudiados para aumentar la producción y calidad nutritiva, híbridos de origen tropical establecidos en el sur de Texas tuvieron una mayor producción de materia seca por hectárea y digestibilidad que híbridos de origen templado (Johnson, 1997). Por otra parte, los maíces denominados de alta calidad proteínica parte, los maíces contienen mayor porcentaje de lisina en el grano, en comparación a los híbridos convencionales.

La lisina es un aminoácido identificado como una de las principales limitantes en la alimentación del ganado bovino lechero con 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 estos tipos de variedades puede ser pequeño, aunque existen otros aspectos en estos maíces con alto contenido de lisina, como un endospermo suave que puede ser fácilmente degradable por los microorganismos del rumen, lo cual puede permitir que sean más digeridos en el rumen que los maíces normales, por estas razones, se realizaron tres experimentos en 1999 con objetos de comparar la producción de híbridos de diferente ciclo a cosecha, híbridos precoces de origen templado, intermedios de origen templado e intermedios tropicales e híbridos de maíz de alta calidad proteínica e híbridos normales (Van Soest y Robertson, 1985).

2.9 Relación entre la calidad nutricional del forraje con el potencial de producción de leche por hectárea.

En los últimos 10 años se han observado una tendencia a aumentar la cantidad de ensilado de maíz en las raciones para vacas lecheras debido al mejoramiento en la calidad nutricional de los ensilados de maíz sin embargo, en muchos casos, todavía los híbridos de maíz para forraje son seleccionados por su rendimiento por hectárea sin considerar su calidad nutricional (INIFAP, 2006).

Por otra parte, existe la controversia sobre la importancia relativa del rendimiento de forraje versus la calidad nutricional de los híbridos de maíz. Esto puede depender del escenario que se vive, por ejemplo, donde existe suficiente forraje para cubrir las necesidades del ganado y el costo de alimentación es alto, la calidad de los híbridos pudiera ser importante, pero en otras donde no se completan las necesidades de forraje, el rendimiento de forraje puede ser el criterio más importante.

El programa Milk 95 Undersander1993, es un modelo simple en una hoja de Excel que utiliza información de rendimiento de forraje (materia seca por hectárea) y algunas variabilidades de calidad nutricional (proteína cruda, digestibilidad in vitro y fibra detergente neutro). Con esta información es posible a través del modelo obtener estimaciones de la producción de leche por unidad de superficie para diferentes híbridos (INIFAP, 2006).

Existen algunas consideraciones sobre este programa como: los cálculos son simples no consideran condiciones genéticas del ganado, manejo del mismo y factores ambientales que afectan la producción de leche. Otra desventaja es que el modelo original no prorratea los requerimientos de energía de mantenimiento de los animales entre los ingredientes de la dieta y solo los deduce de la energía aportada por el ensilado del híbrido de maíz. Sin embargo, el principal uso del modelo es realizar comparaciones relativas entre híbridos a partir de las estimaciones de producción de leche por unidad de superficie (INIFAP 2006).

Los estudios anteriores efectuados en el año 2000 indican que en la Región Lagunera, los híbridos de maíz sobresalientes tuvieron rendimientos de materia seca mayores de 22.0 t ha⁻¹ y calidad nutricional superior a 68.0% de digestibilidad in vitro. En Aguascalientes, los híbridos de maíz sobresalientes tuvieron rendimiento de materia seca mayores de 19.0 t ha⁻¹ y calidad nutricional superior a 71.0% de digestibilidad (INIFAP, 2006).

2.10 Clasificación taxonómica y morfológica

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta con múltiples clasificaciones; taxonómicamente se clasifica vegetal angiosperma, monocotiledoneas y se ubica dentro de la familia de las Poaceae.-(Link)

2.11 Calidad del forraje

Los principales parámetros de calidad de un forraje son: proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra neutro detergente (FND), total de nutrientes digestibles (TND), Digestibilidad (in vitro o in vivo) y Energía Neta de Lactancia (ENL).

Los parámetros para determinar la calidad del forraje lo indica (INIFAP,2012) en el cuadro.

Calidad nutricional del maíz forrajero

Características	Excelente	Bueno	Regular	Malo
proteína cruda	>18	15-18	12-15	8-12
FDN (%)	<40	40-50	50-60	>60
Digestibilidad de FDN(%)	>60	>50	40-50	<40
Digestibilidad de la MS(%)	>80	70-80	65-70	<65
ENL (Mcal/Kg de MS)	>1.5	1.3-1.5	1.1-1.3	<1.1

FDN=Fibra detergente neutra, MS= Materia seca.

Criterios de calidad para fuentes forrajeras de acuerdo a los valores de parámetros de calidad (Herrera, 1990).

Concepto	Baja calidad	Alta calidad
Fibra detergente neutra	>60%	De 40 a 52 %
Fibra detergente acida	>35%	De 25 a 32 %
Energía neta de lactancia	< 1.4 Mcal kg ⁻¹	De 1.45 Mcal kg ⁻¹
Materia seca	<25%	>25%

Parámetros de calidad de forraje (Lozano, 2000).

concepto	Baja calidad	Alta calidad
FDA	>35 %	De 25 a 32 %
FND	>60 %	De 40 a 52 %
ENL	< 1.4 Mcal kg	> 1.45 Mcal kg
DMS	<60%	>65%

FDA=Fibra detergente acida, FND=Fibra detergente neutra, ENL=Energía neta de lactancia.

Variación del contenido de nutrientes del ensilaje de maíz (INIFAP, 2010).

Nutriente	Valor promedio	Rango
Proteína cruda	8.0	6 - 17
Fibra detergente ácido (%)	28.0	20 - 40
Fibra detergente neutra (%)	48.0	30 - 50
Total de nutrientes digestibles	67.0	55 - 75
Energía neta de lactancia (Mcal kg)	1.49	1.27 – 1.62
Calcio (%)	0.26	0.10 – 0.40
Fosforo (%)	0.30	0.10 – 0.40

En la Comarca Lagunera en los últimos 10 años de evaluación de maíces forrajeros, se han incluido 152 híbridos diferentes, de los cuales se han identificado materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, que los productores pueden seleccionar con la certeza de obtener un ensilado de alta calidad (Faz *et al.*, 2005).

La Calidad de forraje de maíz está determinada por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad, composición química y digestibilidad (Cantú, 2003). La digestibilidad del maíz está influenciada tanto por el contenido de grano como por la digestibilidad del tallo y esto depende de la composición del contenido celular y de la pared celular (Argillier *et al.*, 2000). El contenido celular es en su mayor parte digestible, en cambio, la pared celular lo es menos y de digestibilidad variable (Wolf *et al.*, 1993).

La pared celular es la fracción fibrosa del forraje, compuesta por la fibra detergente neutra (FDA) y acida (FDA). La FDN constituida por celulosa, lignina y hemicelulosa, en tanto que la FDA por celulosa y lignina; la primera relacionada con la ingesta de materia seca y la segunda, estrechamente relacionada con la fracción no digestible del forraje. Wolf *et al.*, (1993) señala que se ha encontrado variabilidad en el contenido de FDN en hojas y tallos con valores de 59.9 a 65 % y de 30 a 60 % del total de variaciones en la digestibilidad de las fibras en híbridos que fluctúan de 24.8 a 61.5 %. (Herrera., 1999) y (Olague *et al.*, 2006) indican que un maíz de alta calidad forrajera es aquel que presenta valores de FDA de 40 a 52 %, total de nutrientes digeribles (TDN) superiores a 65 % y una energía neta de lactancia (ENL) DE 1.45 Mg cal kg⁻¹ o más. Núñez y Cantú (2000) señalan que ambientes con temperaturas más altas como la región Lagunera de Coahuila, pueden causar disminución en calidad forrajera, debido al aumento en la concentración de fibras y de lignina.

El contenido de fibra es la característica más importante de los forrajes.

La fibra es el material estructural de las plantas resistente a la acción de enzimas digestivas de los animales, pero que puede ser digerido por los microorganismos en el rumen. La fibra está compuesta por las sustancias que componen las paredes celulares de las plantas, como la celulosa, hemicelulosa y lignina. La proporción de estas sustancias es variable, sobre todo en diferentes especies. Por ejemplo en gramíneas la proporción de hemicelulosa-celulosa es mayor que en las leguminosas (Núñez *et al.*, 1997).

La cantidad de fibra está relacionada con el valor nutritivo de los forrajes. La Fibra Detergente Neutro se relaciona negativamente con el consumo de los animales, con la eficiencia de la utilización de la energía y con la producción de leche. El valor de FDN se emplea para formular raciones para obtener el mayor consumo de materia seca, un porcentaje de grasa adecuado en la leche, y una utilización eficiente de la energía para producción de leche(Núñez *et al.*, 1997).

La Fibra Detergente Acido (FDA), se relaciona negativamente con la digestibilidad y el valor energético de los forrajes. A medida que la FDA disminuye, la digestibilidad y la energía de los forrajes aumentan. Sin embargo, esta relación no es universal debido a que existen variaciones en la digestibilidad de la fibra misma (Núñez *et al.*, 1997).

La digestibilidad es otro término que se refiere a la fracción del forraje o alimento consumido que no es excretado en las heces fecales. En las excreciones fecales existen sustancias que no son de los alimentos, por lo que este término se denomina digestibilidad aparente. La digestibilidad se puede determinar con animales (*in vivo o in situ*) o también en el laboratorio (*in vitro*).

Ambas determinaciones están relacionadas entre sí, aunque en ocasiones la digestibilidad *in vitro* es mayor a la digestibilidad *in vivo*, este parámetro es un índice importante, ya que es el principal factor que determina el valor energético de los forrajes (Núñez *et al.*, 1997).

El concepto Total de Nutrientes Digestibles (TND) se desarrolló en Estados Unidos para la evaluación de alimentos para ganado. Sin embargo, el TND realmente no es una medida de nutrientes digestibles, debido a que esta determinación tiende a sobrestimar el valor energético de los forrajes. Las determinaciones de energía digestible, metabolizable y neta, son más apropiadas para evaluar forrajes y otros alimentos, así como para la formulación de raciones (Núñez *et al.*, 1997).

Los animales obtienen la energía de los forrajes mediante la digestión y metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas. Durante los procesos de digestión y metabolismo de la energía, hay pérdidas a través de las heces, en la excreción de nitrógeno en la orina, en la producción de calor durante la fermentación ruminal y en el metabolismo de nutrientes en el cuerpo de los animales (Núñez *et al.*, 1997).

La energía neta es el valor de un alimento para cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales o para promover el crecimiento de los cuerpos de los mismos, del feto en vacas gestantes o para producción de leche. Los forrajes no tienen un valor de energía neta para todas las funciones productivas, debido a que la energía se utiliza con una eficiencia diferente para cada una de ellas. Al valor energético de los alimentos para la producción de leche, en el sistema americano se le denomina energía neta de lactancia (ENL) (Núñez *et al.*, 1997).

El Índice de cosecha está relacionado con la calidad del forraje, de tal manera que un alto contenido de grano en el forraje proporciona características favorables al ensilado, incrementa el contenido de materia seca y palatabilidad, reduce la infiltración de carbohidratos solubles y proteína cruda y el total de nutrientes digestibles (TND) (Phipps,1980).

El uso de altas densidades de población puede reducir la calidad del forraje, debido principalmente al menor contenido de grano en el forraje (índice de cosecha) (Printer *et al.*, 1990; Núñez *et al.*, 1994). Sin embargo, existe una respuesta diferencial de acuerdo a las características de los genotipos. (Tollenaar 1989) consigna que el índice de cosecha no decrece en altas densidades de población. Como resultado de esto, se ha encontrado que densidades de población entre 10 y 15.5 plantas /m² no influyeron en el índice de cosecha y el contenido energético del forraje (Karlen y Camp, 1985; Reta *etal.*, 2000).

Núñez *et al.*, (1999) reporto que la calidad nutricional de los ensilados disminuye al aumentar la densidad de plantas y que esto se debe principalmente, a la reducción del contenido de grano.

En contraste (Graybill *et al.*, 1991), reportaron un pequeño efecto de la densidad de población sobre las concentraciones de Fibra Acido Detergente (186-217 g/Kg.) Fibra Neutro Detergente (414-434 g/Kg.) y proteína cruda (72-77 g/Kg.), indicando que la calidad del forraje puede ser mantenida a altas densidades de población. Similarmente, (Reta *et al.*,2000) encontraron que el aumento de la densidad de

población (hasta 15.5 plantas/m² no afecto el porcentaje de Proteína Cruda, Fibra Acido Detergente, Fibra Neutro Detergente y Total de Nutrientes Digestibles, debido a que IC no vario con aumentos de densidad de población. En contraste (Pinter *et al.*, 1994), mencionan que el Total de Nutrientes Digestibles (TND) fue afectado por la densidad de población y el genotipo.

Un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen incrementos en la calidad nutritiva del forraje, sin embargo, en algunos casos también se relacionan negativamente con la digestibilidad de la planta sin elote (Peña *et al.*, 2002).

2.12 Híbridos

De los 7.34 millones de hectáreas de maíz que se siembran en México. Aproximadamente el 25% de la superficie es con semillas híbridas o variedades mejoradas de polinización libre y, el resto (75%), con variedades criollas locales (Nadal, 2000).

La hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización

libre, debido que se explota directamente el fenómeno del vigor híbrido o heterosis, (CIMMYT, 1987).

Para mejorar la competitividad de la producción de maíz, los avances en el desarrollo de genotipos híbridos constituyen una tecnología y una opción para elevar la producción y productividad del cultivo, por lo que su adopción es muy crucial para eficientar otras prácticas agronómicas que favorece a mejorar la productividad (Fuentes y Quemé, 2005).

2.13 Rendimiento del maíz forrajero

En México, otro factor que ha ocasionado bajos rendimientos de materia seca y Calidad nutricional es que normalmente las variedades o híbridos de maíz para ensilaje se cosechan cuando el grano está en estado lechoso-masoso o masoso. Crokston y Kurle (1988) emplearon el avance de la línea de leche como criterio para monitorear el desarrollo de la madurez del grano de maíz. Wiersma *et al.*, (1993) reportan que la mayor producción de materia seca por hectárea se obtuvo cuando el grano del maíz presento un avance de $\frac{1}{2}$ de la línea de leche y la máxima digestibilidad *in vitro* se obtuvo en cosechas efectuadas cuando el grano estuvo de estado dentado a un avance de $\frac{3}{4}$ de la línea de leche. Xu *et al.*, (1995) reportan aumentos en la producción de materia seca por hectárea y en la digestibilidad *in vitro* de híbridos de maíz cosechados a $\frac{1}{3}$ de avance de la línea de leche. Lo anterior indica que es posible aumentar la producción y calidad

nutricional del forraje del maíz cambiando el criterio para la cosecha a un estado más avanzado del maíz.

La producción de maíz forrajero está fuertemente influenciada por la fecha de siembra. Lo anterior se debe a la estrecha relación que existe entre el cultivo y los factores del clima. Por ejemplo, días más largos promueven la fotosíntesis de las plantas y altas temperaturas durante la noche reducen la producción de forraje (Widstrom *et al.*, 1984).

Algunas de las características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje son:

Alto rendimiento de materia seca (más de 19 ton/ha).

Alto porcentaje de mazorca (más de 45%).

Concentración baja de fibra detergente neutro (FDN) (menos de 55%)

Alta digestibilidad *in vitro* (más de 73%).

Alta concentración de energía neta de lactancia (más de 1.4 Mcal/kg de materia seca) (Núñez, 2006).

Dos factores determinantes del rendimiento y calidad del maíz forrajero son la densidad de población (Reta *et al.*, 2000) y la dosis de fertilización nitrogenada (Muchow, 1988).

2.14 Etapa de madurez

Una vez que el cultivo se ha desarrollado se debe tomar la decisión de cuando cosechar el forraje, y para ello se considera el estado de madurez porque determina el contenido de grano, la digestibilidad y contenido de humedad del forraje (Schoerder, 2004). La cantidad de agua que contiene el forraje al momento de ser cosechado es el factor más importante en determinar la calidad del ensilaje, si el maíz se cosecha con un alto contenido de agua (>70%) se produce una fermentación indeseable porque es dominada por bacterias formadoras de ácido butírico y también hay fuertes pérdidas de nutrientes digestibles por efecto del escurrimiento del agua del forraje que los arrastra. Por el contrario, si el forraje se cosecha muy seco (< 60% de humedad) se dificulta la compresión del mismo produciendo calentamiento del forraje, la producción de mohos y retarda la fermentación anaeróbica, que es la deseable, así mismo se reduce la capacidad de almacenamiento del silo (Muller *et al.* 2001).

El forraje debe cosechar con un contenido de 65% de humedad, en este punto se maximiza el rendimiento de materia seca y las pérdidas de forraje durante la cosecha, almacenaje y alimentación del ganado se minimizan (Roht y Heinrich, 2001), este contenido de humedad se obtiene cuando la línea de leche está a la mitad del grano; la línea de leche es la interface que marca en el grano la división entre la porción líquida o suave del grano y la sólida.

2.15 Gusano cogollero. (*Spodoptera frugiperda*)

Adulto: la palomilla de 3 cm expansión alar, color café grisáceo, ponen de 50-100 huevecillos sobre el envés de las hojas tiernas, las cuales al desarrollarse quedan agujeradas; el ataque a plantas chicas retardan su desarrollo y pueden matarla, pudiendo provocar pérdidas de un 30-35% de la producción final (INIFAP, 2006).

3.6.7 Daños

El gusano cogollero inicia su ataque en el cogollo de la planta de maíz.

Generalmente la infestación se detecta hasta que la larva alcanza su mayor desarrollo, cuando los daños sean más visibles; es común su ataque en las plantas pequeñas. Al emerger las larvas de la masa de los huevecillos penetran al cogollo donde se alimenta de las hojas en formación, las cuales al desarrollarse son perforadas y rasgadas. Cuando su ataque es severo, las larvas destruyen la yema terminal, con lo que la planta detiene su desarrollo y puede provocar la muerte (INIFAP, 2006).

III.-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la comarca lagunera

La Comarca Lagunera, ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los Estados de Coahuila y Durango. La Comarca

Lagunera se localiza a 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud Oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente la Comarca Lagunera está formada por una enorme planicie semidesértica de clima caluroso y con un alto grado de aridez, (Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Región de la Comarca Lagunera 2010-2015).

3.2 Localización del lote experimental

Francisco I. Madero, es una ciudad del estado mexicano de Coahuila de Zaragoza, situada al suroeste de la Comarca Lagunera, es cabecera del municipio de Ejido Fresno del Norte en el Km 30 de la carretera Torreón a Francisco I. Madero, Coahuila. Coordenadas 25° 46' 31" N, 103° 16' 23" W, en decimal 25.775278°, -103.273056°

3.3 Croquis de localización.

Lasiembra del proyecto de investigación de maíz forrajero del EJIDO FRESNO DEL NORTE CICLO PV-2015, se representa en la Figura 1.

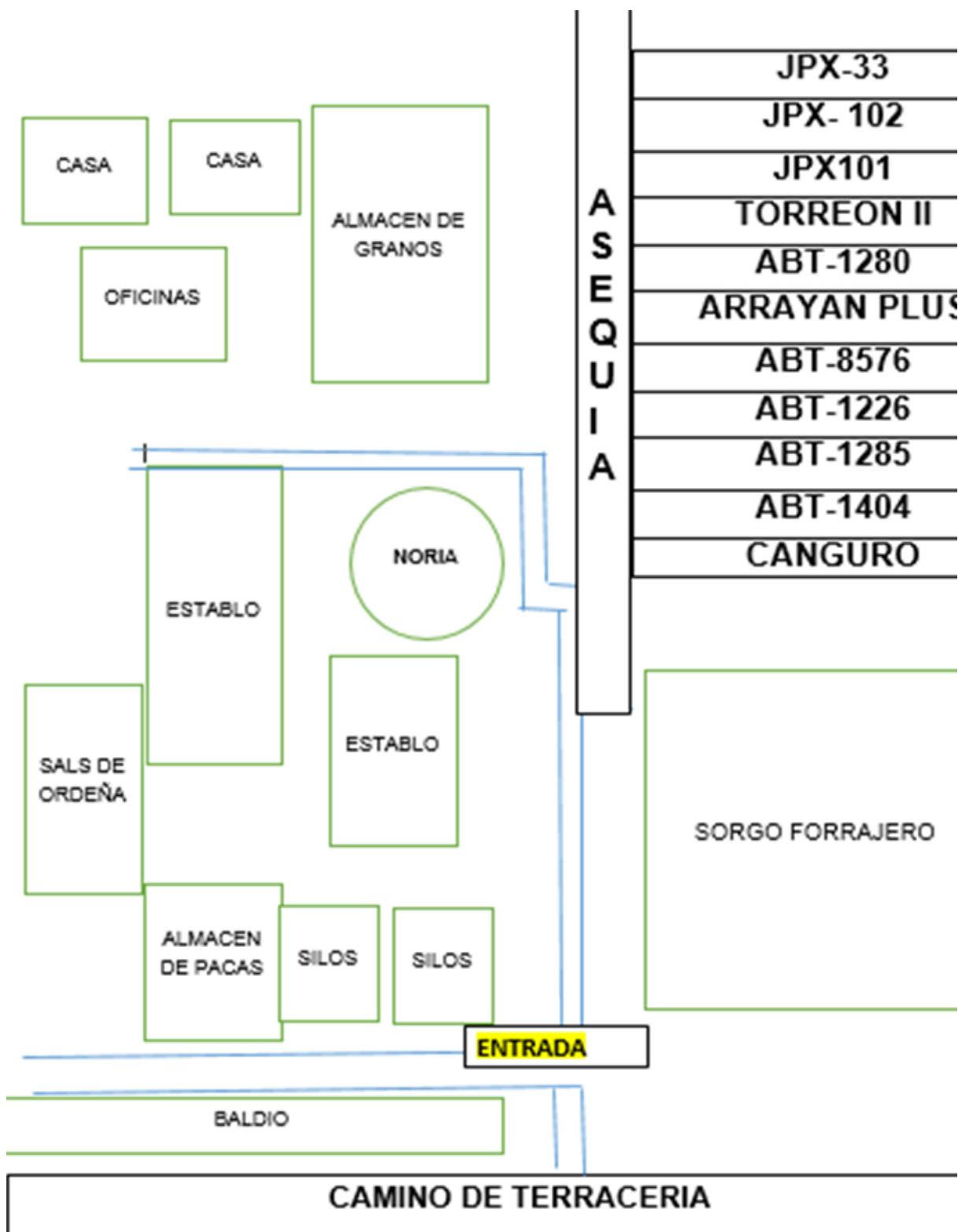


Figura 1. Croquis de localización de la siembra del proyecto de investigación de maíz forrajero del EJIDO FRESNO DEL NORTE CICLO PV-2015

3.4 Material genético

Se utilizaron 10 híbridos comerciales de maíz y un testigo regional de los cuales son:

Híbridos	Empresa*	Ciclo	Tipo de cruza	Color Grano
CANGURO (t)	C. A.	I	Triple	Blanco
ABT-1404	ABT	I	Triple	Blanco
ABT-1285	ABT	I	Triple	Blanco
ABT-1226	ABT	P	Triple	Blanco
ABT-8576	ABT	I	Triple	Blanco
ARRAYAN PLUS	ABT	I	Triple	Blanco
ABT-1280	ABT	I	Simple	Blanco
JPX-101	SP	I	Triple	Blanco
JPX-102	SP	I	simple	Blanco
JPX-33	SP	I	Triple	Amarillo
TORREON II	SP	P	Triple	Amarillo

*CA=Cooperativa Agrícola, ABT= Agribiotech, SP= Semillas Porter, t= testigo.

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima, un rastreo para eliminar el exceso de terrones.

3.6.2 Fecha de siembra

La siembra se realizó el día 24 de abril de 2015. La siembra se realizó en húmedo con una máquina de precisión "GASPARDO" de 4 tinas en 4 surcos por híbrido en

2 melgas de 100 metros de largo por 16 de ancho con un total de nueve semillas por metro lineal.

3.6.3 Riegos

El riego fue técnicamente en base a gravedad (agua rodada), aplicándose un riego de pre-siembra y 2 riegos de auxilio se realizaron el primero a los 21 días después de la siembra, el segundo a los 20 días después se presentaron lluvias después de los riegos hasta terminar el desarrollo del cultivo.

3.6.4 Fertilización

Dosis de fertilización. Se aplicaron 150 kg Ureay 100 kg de 11-52-00 (MAP) aplicado a la hora de la siembra. Después no se fertilizó debido a que el terreno contaba con disponibilidad de nitrógeno residual ya que anteriormente se aplicó estiércol orgánico.

3.6.4 Control de maleza

El 2 de junio se aplicó el herbicida “hierbamina” a razón de 100 ml de producto por bomba con capacidad de 20 l, mezclándose en agua, lo cual da una dosis de aplicación de 3.3 l por hectárea, esto para controlar la maleza presente en el cultivo, tal como quelite, correhuela, trompillo, principalmente.

.6.5 Control de plaga del maíz forrajero

Durante el desarrollo del cultivo, uno de los problemas que causo daño fue el gusano cogollero; para su control se aplicó un insecticida (CLORPIRIFOS) con una dosis aproximada de 0.5 a 0.75 L/ha.

3.6.8 Cosecha

La cosecha se realizó el 23 de julio de 2015, en base al estado de madurez de cada híbrido y así obtener la máxima respuesta de producción y calidad nutricional. Al momento de cosechar se tomaron muestras de cada híbrido para obtener el rendimiento de forraje fresco, cosechando tres muestras de acuerdo al número de repeticiones, se pasaron por un molino para que quedara en partículas pequeñas, vaciándolas en bolsas de papel para determinar materia seca y los análisis bromatológicos

3.6.9 Registro de actividad de muestras

Una vez cosechados los híbridos de maíz se procedió a llevar las muestras al laboratorio de la U.A.A.A.N.-U.L para secarlas a la intemperie y posteriormente ponerlas en la estufa durante 24 horas a una temperatura de 72°C. Para determinar el porcentaje de materia seca total de cada uno de los híbridos.

3.6.10 Materia seca (MS)

Se tomaron las muestras representativas de cada híbrido, cuando se encontraba la mazorca en estado masoso-lechoso, posteriormente se llevaron a picar con un machete a un tamaño de partícula de 2 a 3 cm. Posteriormente la muestra se depositó en bolsas de papel y se dejaron secar a temperatura ambiente con el fin de eliminar el exceso de humedad, para luego secarlas en la estufa de aire forzado marca FELISA (M FE-293AD) a una temperatura de 65° C por 24 h. Las muestras se pesaron en seco y este peso se utilizó para estimar el % de materia seca. Con este porcentaje se estimó la producción de materia seca, en base al RFV.

Una vez secas, se tomaron las muestras para llevarlas a la molienda más fina para el análisis de fibras en el laboratorio.

3.6.11 Determinación de fibra detergente acida (%FAD)

El análisis de la fibra se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología en la U.A.A.A.N U.L. El análisis bromatológico se determinó bajo el Método de Van Soest (1967). Para el análisis de esta variable se pesó 0.50 g de la muestra seca en una balanza analítica marca ADVENTURER OHAUS Modelo AR2140. Posteriormente se colocó la muestra en una bolsa filtrante F57 filter bags marca ANKOM TECHNOLOGY; fueron selladas con un sellador eléctrico AMERICAN INT NL ELECTRIC modelo AIE-200. Después se llevaron a un analizador de fibras ANKOM TECHNOLOGY modelo 200 y se agregaron 2 litros de la solución y se dejaron digerir las muestras por un espacio de 1 h a una temperatura de

100°C \pm 1°C, una vez cumplido este tiempo se dieron tres enjuagues con agua destilada caliente. Se quitó el exceso de agua a las muestras y se colocaron en un vaso deprecitado de 600 ml y se agregaron 200 ml de acetona para eliminar posibles residuos de la solución, posteriormente se llevaron las muestras a una estufa de aire forzado marca FELISA modelo 242A por un espacio de 12 h a una temperatura de 70° C \pm 1°C.

3.6.12 Determinación de fibra detergente neutra (%FND)

Para el análisis de esta variable se pesó 0.5000 g de la muestra seca en una balanza analítica marca ADVENTURER OHAUS Modelo AR2140. Posteriormente se colocó la muestra en una bolsa filtrante F57 filter bags marca ANKOM TECHNOLOGY; fueron selladas con un sellador eléctrico AMERICAN INT NL ELECTRIC modelo AIE-200. Después se llevaron a un analizador de fibras ANKOM TECHNOLOGY modelo 200 y se agregaron 2 litros de la solución con 20g de sulfato de sodio anhidrico (SO₄Na₂) y 4 ml de Alpha Amylase heat stable marca ANKOM TECHNOLOGY. Se dejaron digerir las muestras por un espacio de 1 h a una temperatura de 100°C \pm 1°C, una vez cumplido este tiempo se dieron tres enjuagues con agua destilada caliente, donde a dos enjuagues se le agregaron 4ml de Alpha Amylase heat stable marca ANKOM TECHNOLOGY. Después se eliminó el exceso de agua a las muestras y se colocaron en un vaso deprecitado de 600 ml y se agregaron 200 ml de acetona para eliminar posibles residuos de la solución, posteriormente se llevaron las muestras a una estufa de aire forzado marca FELISA modelo 242A por un espacio de 12 h a una temperatura de 70° C \pm 1°C.

Con los resultados obtenidos, se determinó el porcentaje de FAD y FND con la fórmula:

$$\% FAD Y FND = \frac{\text{PESO FINAL DE LA MUESTRA} * \text{PESO DE LA BOLSA}}{\text{PESO DE LA MUESTRA}} \times 100 =$$

3.6.13 Energía neta de lactancia

Se realiza bajo la siguiente formula:

$$ENL = \frac{0.024 * FND}{1.044}$$

Se determinó en porcentaje Mcal Kg⁻¹

3.6.14 Digestibilidad de la materia seca (DMS)

Para esta variable se utilizó la siguiente formula:

$$DMS = \frac{0.779 * FDA}{88.9}$$

Equivalente en porcentaje (%)

3.7 Análisis estadístico

Para los análisis de información se utilizó el modelo estadístico SAS v 9.1.3 (2002)

de un diseño bloques al azar con tres repeticiones.

IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación, de acuerdo con los objetivos planteados, se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Análisis de significancia de cuatro variables de calidad de forraje.

Variable	R ²	C.V. (%)	Pr > F	Significancia
FDA	0.60	8.57	0.0180	*
FND	0.51	9.25	0.0798	ns
ENL	0.51	10.24	0.084	ns
DIG	0.60	3.22	0.018	*

., **: Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente; FDA= Fibra detergente acida, FDN= Fibra detergente neutro, ENL= Energía neta de lactancia, DIG=Digestibilidad ns= no significativo, MS = Materia seca,

4. Fibra detergente acida (FDA)

Estos híbridos con características de Calidad forrajera vienen a significar nuevas alternativas en los sistemas de producción de forraje de alta calidad. Se ha demostrado que la FDA está relacionada con la parte no digestible del forraje y es un factor muy importante que viene afectar el contenido energético,(García *et al.* 2005), demostraron que a mayor contenido de FDA menor es la digestibilidad del alimento y energía contenida.

En ganado lechero se conoce que la FDA varía de acuerdo al estado fisiológico y época del año, encontrándose que los requerimientos de FDA para vacas de alta producción, en verano deben ser de 28 a 29% y de 30 a 32% para estas mismas vacas en invierno. Para baja producción y vaquillas se manejan arriba de 34%. (Vera, 2007). La calidad forrajera de los híbridos de maíz mostraron un 31% de FDA y se encontró una buena calidad para los genotipos ABT 1404, JPX 101, JPX 102, ABT 8576, ABT 1285, JPX 33,(TESTIGO) CANGURO los cuales alcanzaron un rango óptimo los cuales están dentro de los

establecidos por Herrera 1990 y INIFAP 2015 con un rango de 25-32%. El mayor porcentaje de FDA lo obtuvieron los genotipos TORREON II, con 35.98%, al igual que para los híbridos ABT 1280, ARRAYAN PLUS, los cuales se muestran en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Porcentaje de FDA de 11 híbridos experimentales.

Híbridos	FDA (%)
ABT 1404	27.94 b
JPX -101	29.76ab
JPX -102	27.03b
ABT -8576	31.23ab
ABT -1285	31.28ab
JPX -33	29.26ab
ABT -1226	32.21ab
ABT -1280	33.46ab
ARRAYAN PLUS	34.03ab
TORREON II	35.98a
TESTIGO CANGURO	30.73ab
MEDIA GENERAL	31.17
C.V (%)	8.57

FDA, fibra detergente acida, C.V. coeficiente de variación.

4.3 Fibra detergente neutra (FDN)

El contenido de FDN de los híbridos utilizados se muestra en el Cuadro 4.3. El contenido de FDN mostró un promedio general de 55% con un rango de variación de 49.8 a 63.34%. El híbrido que mostró un menor porcentaje fue el ABT-1404 con un 49% comparado con el genotipo TORREON II que obtuvo un 63.3 seguido de 54% del testigo (Canguro). Los genotipos se consideran de buena calidad ya que se encuentran dentro del rango de 40 a 52% (INIFAP, 2012), donde los genotipos ABT-1404, JPX-102 Y JPX-33 fueron los mejores. Los híbridos que mostraron una mala calidad ya que no se encuentran en el rango de 53 a 63%, fueron los genotipos JPX-101, ABT-8576, ABT-1285, (TESTIGO) CANGURO ABT-1226, ABT-1280, ARRAYAN PLUS, TORREON II. Estos resultados coinciden con los descritos por Lozano (2000), que señala que la fibra detergente neutra (FDN) con valores mayores a 60% se consideran de baja calidad y, de 40 a 52 % es de alta calidad. Lo anterior se debe a que la FDN fracción contiene celulosa, hemicelulosa y lignina. La estimación del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionada con el consumo de alimento. Al aumentar la FDN, el consumo disminuye (García *et al.* 2005). Es la porción no soluble del forraje que contiene a la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y es comúnmente mencionada como la fracción de la pared celular.

El porcentaje de FDN ha mostrado estar en correlación negativa con el consumo de materia seca. Esto es que a mayor contenido de FDN, los animales consumirán menos cantidades de forraje. Esta fibra (FDN), aumenta con el avance de la madurez de los forrajes; utilizando la FDN se puede lograr una mejor

predicción del consumo de forraje, por lo tanto, raciones mejor formuladas. Vera, 2007.cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Porcentaje de FDN de 11 híbridos experimentales.

Híbridos	FDN(%)
ABT 1404	49.81a
JPX -101	50.33a
JPX -102	50.71a
ABT -8576	54.73a
ABT -1285	57.42a
JPX -33	51.65a
ABT -1226	53.68a
ABT -1280	60.04a
ARRAYAN PLUS	58.47a
TORREON II	63.34a
TESTIGO CANGURO	54.18a
MEDIA GENERAL	55.28
C.V (%)	9.25

FDN, fibra detergente neutra, C.V. coeficiente de variación.

4.4 Energía neta de lactancia (ENL)

Se clasifican como “buenos”, a los híbridos ABT-1280, ARRAYAN PLUS, TORREON II, TESTIGO CANGURO, ABT-1404, JPX-101, ABT-8576,ABT-1285, JPX-33 Y ABT-1226, JPX-102, con porcentajes de 1.3 A 1.4Mcal kg⁻¹;Los resultado se muestran en el Cuadro 4.4

En cuanto a energía neta de lactancia (ENL) oscila de 1.09 a 1.4 Mcal kg⁻¹ con una media general de 1.2 Mcal kg⁻¹. Estos valores, se consideran en una clasificación de “malo a Alta calidad” según Herrera (1999) y Lozano (2000); en cambio dentro de la clasificación de INIFAP (2012), entre excelente y regular.

Cuadro 4.4. Porcentaje de ENL de 11 híbridos experimentales.

HÍBRIDOS	ENL. (Mcal Kg⁻¹).
ABT 1404	1.10a
JPX 101	1.09a
JPX 102	1.22a
ABT 8576	1.28a
ABT 1285	1.14a
JPX 33	1.19a
ABT 1226	1.19a
ABT 1280	1.35a
ARRAYAN PLUS	1.31a
TORREON II	1.43a
TESTIGO CANGURO	1.40a
MEDIA GENERAL	1.23
C.V (%)	10.24

ENL Energía Neta de Lactancia, C.V. coeficiente de variación.

4.5 Digestibilidad de la materia seca (DMS)

Esta variable mostro un promedio de 64%, con un rango de variación de 62 % a 67%. Estos valores de acuerdo a INIFAP (2012) se clasifican como de “regular” calidad. Se encontró que los híbridos de ABT-1404, JPX-101,JPX-102 Y JPX-33 con un rango de 65 a 67, y los de mala calidad fueron los híbridos ABT-

8576, ABT-1285, ABT-1226, ABT-1280 ARRAYAN PLUS, TORREON II Y TESTIGO CANGURO, Cuadro 2.

Un maíz forrajero es considerado de alta calidad nutricional si posee la calidad de alcanzar un 65% o más de digestibilidad ya que esta es muy importante porque representa la cantidad de materia seca (MS) o conjunto de nutrientes consumibles (Vergara, 2002), en este caso ningún híbrido presentó un porcentaje de digestibilidad menor de 65%, pero cinco son de mediana digestibilidad, donde los demás híbrido superan el estándar de calidad de digestibilidad, la cual es importante porque de la digestibilidad depende la calidad nutricional del ganado y los intereses del productor para mayor productividad ya sea de leche

La digestibilidad es una medición de uso común para conocer la utilización de los nutrientes, alimentos o dietas, permite conocer el grado de aprovechamiento por el animal. Los criterios para la clasificación de digestibilidad de acuerdo a diversos autores (Herrera, 1999; Lozano, 2000; INIFAP, 2012) oscilan de un rango de baja calidad <60% a > 68%.

Cuadro 4.5. Porcentaje de digestibilidad de 11 híbridos experimentales.

Híbridos	DGM (%)
ABT 1404	67.13a
JPX -101	65.71ab
JPX -102	67.84a
ABT -8576	64.56ab
ABT -1285	64.52ab
JPX -33	66.10ab
ABT -1226	63.80ab
ABT -1280	62.84ab
ARRAYAN PLUS	62.38ab
TORREON II	60.87b
TESTIGO CANGURO	64.96ab
MEDIA GENERAL	64.61
C.V (%)	3.22

DIG Digestibilidad, C.V. coeficiente de variación.

En dicho experimento en fibra detergente acida (FDA) tenemos que las variedades JPX101, ABT8576, ABT1285, JPX33, ABT1226, ABT1280 y ARRAYAN PLUS son idénticos o sobresalientes a cuanto al testigo, eso quiere decir que casi son relativamente iguales lo que son buenos en FDA, los híbridos ABT1404, JPX102 Y TORREON 11 son muy diferentes al testigo y son bajos en FDA ya que no cumplen con el porcentaje de fibra. En cuanto a la digestibilidad los híbridos comparados con el testigo que son mejores en cuanto a digestibilidad son: JPX101, ABT8576, ABT1285, JPX33, ABT1226, ABT1280 y ARRAYAN PLUS son

casi iguales al testigo que cumple con el porcentaje de una buena calidad para la digestibilidad, y los híbridos ABT1404,JPX102 Y TORREON 11 son diferentes ya que no cumplen con la calidad que se requiere en la digestibilidad.El cuanto a la fibra detergente neutra y la energía neta de lactancia no se encuentra diferencia significativa en estas dos variables.

V.-CONCLUSION

Los resultados del presente trabajo demuestran que la calidad del forraje de la mayoría de los híbridos utilizados en este estudio y bajo las condiciones agroclimáticas de la Región Laguna se consideran de buena calidad forrajera que en las variables como fibra detergente neutra (FDN) y energía neta de lactancia (ENL) no hay diferencia significativa a comparación del testigo regional.

Los híbridos de mala calidad en FDA fueron: ABT1404, JPX102 Y TORREON Illos cuales resultaron ser diferentes al testigo y son bajos en FDA ya que no cumplen con el porcentaje de fibra (>35), y los híbridos JPX101, ABT8576, ABT1285, JPX33, ABT1226, ABT1280 y ARRAYAN PLUS son iguales al testigo de una buena calidad (25- 32%).

Los híbridos iguales al testigo en la digestibilidad son: JPX101, ABT8576, ABT1285, JPX33, ABT1226, ABT1280 y ARRAYAN PLUS y los que no cumplen y son bajos en calidad son los híbridos, ABT1404, JPX102 Y TORREON

11.

VI.-BIBLIOGRAFIA

Allen M, Ford S, Harrison J, Hunt J, Lauer J, Muck R, Soderlund S (1995) Corn Silage Production, Management and Feeding. G Roth, D Undersander, M Allen, DJ Undersander (Eds). American Soc. of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Sci. Of América. Madison, WI. 42 pp.

Bertoia, L. M. 2004. Algunos conceptos sobre ensilados. Consideraciones generales sobre maíces para silaje y su cultivo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Verificado en marzo de 2006.

Coors, J. G. 1996. Findings of Wisconsin corn silage consortium. Proc Cornell nutrition conference for feed manufacturers. Rochester, NY. 20-28.

Clark, PW; Kelm, S; Endres, ML. 2002. Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle. J. dairy Sci. 85:607-612.

De la Cruz L. E., S. H. Rodríguez, I.C. Calvo, L. M. Latourne, M. E. Mendoza, N.A. Vergara y C. M Ramírez. 2002. Producción de forraje de maíz en temporal. In: Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenetica. Saltillo Coahuila, México. 357 p.

Figuroa-Viramontes, U., J, A Cueto-Wong, J.A. 2002. Delgado. Recuperación Aparente de nitrógeno en maíz forrajero.

González, C.F., G. Núñez H, y A Peña R. 2002. Rendimiento, Calidad y Potencial de producción de leche de 21 híbridos comerciales de maíz, Aguascalientes [resumen]. XXXVIII. Reunión Nacional de investigación Pecuaria. Puebla, Puebla.88.

Herrera S R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. 2° Taller nacional de especialidades de maíz. UAAAN Saltillo, Coahuila, México. 133-137.

Geiger H.H, G Seitz, A.E Melchinger, G.A Schimidt 1992 Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99.

Johnson, J. C., Jr, R. N. Newt, J. P. Wilson, L. D..Chandler and P.R. Utley. 1997. Yield, composition, and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grown as silage crops planted in summer. *J. Dairy Sci.* 80:550-557.

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

SIAP^a, 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. ^AInicio/producción mensual/resumen nacional por estado. Consultado el 15 de junio del 2011 en:

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=3

47.

Bertoia, L. M., R. Burak, and M. Torrecillas. 2002. Identifying inbred lines capable of improving ear and cell Wall composition in three maize populations.

Crop Sci: 505-510.

Cantú B J E. Principios de bromatología animal. Quinta Edición. Pp. 224-247.

Arguillier O, Méchin V, Barriere Y. 2000 Inbred line evaluation and breeding for digestibility related traits in forage maize. *Crop Sci.* 40:1596-1600.

Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

1987. Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz 1986: Aspectos económicos en la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo. México. p. 210-223.

Faz C R, García J, Núñez G (2005) Onceava demostración sobre tecnología para la producción de maíz, sorgo, forrajeros y alfalfas. INIFAP. PIAL. Campo Agrícola Experimental La Laguna. Matamoros, Coah. 32 pp.

Fuentes L. M. R. y Quemé W. 2005. Informe Ensayo regional de maíz PCCMCA 2005. ICTA-PRM. 18p.

Karlen, D.L. and C.R. Camp. 1985. Plant density, distribution, and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 16:55-70.

SIAP. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. SAGARPA. Región Lagunera. Lerdo, Dgo., México.

Nadal, A. 2000. El caso del maíz mexicano en el NAFTA: Variabilidad genética y liberalización comercial. *Biodiversidad* 24:3–12.

Núñez, H. G., F.E. Contreras G., R. Herrera y Saldaña y R. Faz c. 1997.

Evaluación de híbridos de maíz y sorgo para la producción de ensilaje de alta calidad nutritiva. Folleto técnico Núm. 3: INIFAP-CIRNOC-CELALA.

Núñez H G, B J E Cantú. 2000. Producción, composición química y digestibilidad de forraje de sorgo x Sudán de nevadura café en la región norte centro de México. *Téc. Pec. Méx.* 3:177-188.

Peña R.A, G. H. Núñez y C. F González 2002. Potencial forrajero de híbridos de maíz y relación entre atributos agronómicos con calidad forrajera. *Tec Pec. Mex.* 40: 215-228.

Phipps, R.H. 1980. A review of the carbohydrate content and digestibility value of forage maize in the cool conditions of the UK and their relevance to animal production. P 291-315. In W. G. Pollmer and R.H. Phipps (Ed.). *Improvement of quality traits of maize for grain silage use.* Maritunus Nijhoff. The Hague. The Netherlands.

Pinter, L., Z. Alfoldi, Z. Burucs, and E. Paldi. 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Agron. J.* 86: 799-804.

Reta S.D.G., A. Gaytán M. y J.S. Carrillo a. 2000. Respuesta del maiz e densidades de población y métodos de siembra. i. rendimiento y sus componentes. *Ciencia Agropecuaria, FAUANL.* 8(1): 11-16.

SAGARPA. 2011. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Delegación Laguna. Producción de cultivos forrajeros y granos básicos.

Tollenaar, M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. *Crop. Sci.* 29: 1365-1371.

Wolf D P, G Coors, K A Albrecht, D J Undersander, P R Carter. 1993. Agronomic Evaluations of Maize Genotypes Selected for Extreme Fiber Concentrations. *Crop Sci.* 33: 1395-1365.

Crookston, R.K. and J.E. Kurle. 1988. Using the kernel milk line to determine when to harvest corn for silage. *J Prod Agric.* 1:293-295.

Núñez-Hernández, G., A. Peña-Ramos, F. González-Castañeda y R. Faz Contreras. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. pp. 45-97. In: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.

Muchow R.C. 1988. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment: I. Leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crops Research* 18:1-16.

Reta S.D.G., A. Gaytán M. y J.S. Carrillo a. 2000. Respuesta del maiz a densidades de población y métodos de siembra. i. rendimiento y sus componentes. *Ciencia Agropecuaria, FAUANL*. 8(1): 11-16.

Widstrom, N.W, J.R. Young, K. Martin, and D.L. Shaver. 1984. Grain and forage yields of irrigated second-crop corn seeded on five planting dates. *Agron. J.* 76:883-886.

Wiersma, D. A., P.R. Carter, K.A. Albrecht, and J.G. Coors. 1993. Kernel milk line stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *J. Prod Agric.* 6:94-99.

Xu. S., J. H. Harrison., W. Kezar., N. Entrikin., K. A. Loney, and R.E. Riley.1995.Evaluation of yield, quality, and plant composition of early-maturing hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. Anim. Sci. 11:157-165.

Mueller, J.P., J.T. Green, and W.L. Kjelgaard. 2001. Corn silage harvest techniques. In: National Corn Handbook- 49.

Roth, G.W and A.J. Heinrichs.2001. Agronomy Facts 18. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extensión. Pennsylvania State University 7p

Schoerder, J.W. 2004. Corn silage management. AS-1253. North Dakota State University Cooperative Extension Service. Disponible en línea:
<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1253w.htm>.

Chalupa W (1995) Requerimientos de forrajes en vacas lecheras. In: Memorias del Primer ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. Gómez Palacio, Dgo. pp:19-28.

Nombre del Libro: Requerimientos Agroecológicos de Cultivos Autores: De José ARIEL Ruiz Corral, Guillermo Medina G., Irma Julieta González a., Ceferino Ortiz

T., Hugo E. Flores L., Ramón Martínez P. Y Keir F Byerly M. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Dic 1999 wikes

www.abcago.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#MORFOLOGIA Y TAXONOMIA