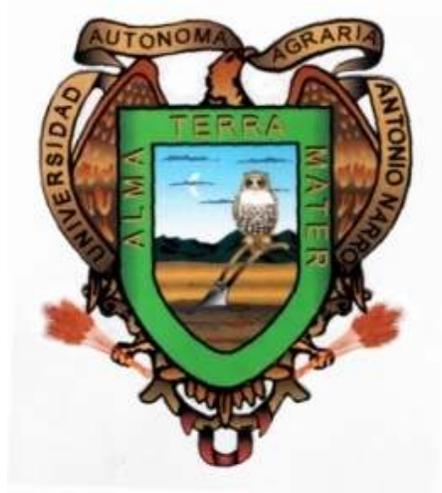


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE DOCE
HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

P O R

FRANCISCO JAVIER ORDOÑEZ BAUTISTA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE DOCE
HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO EN LA
REGIÓN LAGUNERA.

POR

FRANCISCO JAVIER ORDOÑEZ BAUTISTA

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

COMITÉ PARTICULAR

Asesor

Principal:

Dr. Héctor Javier Martínez Agüero

Asesor:

M.C. José Simón Carrillo Amaya

Asesor:

Dr. José Luis Puente Manriquez

Asesor:

Dr. Armando Espinoza Banda

DR. FRANCISCO SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE DOCE
HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO EN LA
REGIÓN LAGUNERA.

POR

FRANCISCO JAVIER ORDOÑEZ BAUTISTA

TESIS

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

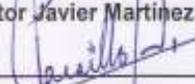
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

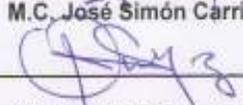
PRESIDENTE:


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero

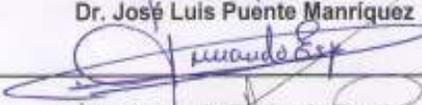
VOCAL:

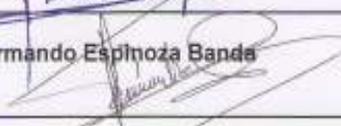

M.C. José Simón Carrillo Amaya

VOCAL:


Dr. José Luis Puente Manríquez

VOCAL:


Dr. Armando Espinoza Banda


DR. FRANCISCO SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DE 2013

DEDICATORIAS

A DIOS

Por que al estar lejos de mis seres queridos siempre me dió paz interior que me iluminó para seguir adelante en mis estudios y en mi vida cotidiana. Por darme la fuerza para vencer los obstáculos que se me presentaron y por haberme dado la oportunidad de concluir una nueva etapa de mi vida.

“PORQUE JEHOVÁ DA LA SABIDURÍA, Y DE SU BOCA VIENE EL CONOCIMIENTO Y LA INTELIGENCIA”. Pro.2:6.

A MIS PADRES

Carlos Alberto Ordoñez Campos Y María de Lourdes Bautista Hernández, soy afortunado en tener unos padres tan lindos y amorosos a pesar que cometí errores ustedes estuvieron allí para ayudarme como buenos padres que son gracias por darme el amor la oportunidad y la confianza de seguir adelante con mis estudios a pesar de los problemas que se presentaron nunca bajaron la guardia. Gracias por ayudarme a darme consejos, apoyo sentimental, moral y económico. Que DIOS me los bendiga hoy y siempre. Los amo.

A MIS HERMANOS

Carlos Paul, Diana Laura y Juliana Jazmín Ordoñez Bautista Por darme las alegrías que necesitaba para seguir adelante ustedes fueron el motor para poder concluir mis estudios. Gracias carnales por estar conmigo.

A MI ESPOSA Ana Doris Antonio Cruz por los momentos felices que pasamos juntos gracias por estar a mi lado y ayudarme a terminar mi proyecto TE AMO mi pequeña y gracias por darme lo mas preciado el placer de hacerme padre esperando el momento de la llegada del niño o niña lo que sea es un regalo de Dios.

A mis primos

Que me ayudaron en la realización de este proyecto Amílcar y Ricardo gracias por su apoyo

A MIS ABUELOS

Enrique Ordoñez Gutiérrez (†), Elođia Campos Gutiérrez, Dominga Hernández Lang, Simeón Hernández (†) e Isabel Lang. Gracias por sus consejos que me ayudaron en la etapa de mi vida. Le doy gracias a Dios padre por haberme puesto en su camino es una gran bendición de él medio para mí ya que por los momentos felices que los pasos cuando estoy con ustedes desde que estábamos pequeños nunca nos negaron nada. Los amos.

A mis amigos

Berni "Nito" Pérez Sánchez y José Luis "Cheluis" López Pérez, gracias por lo momentos felices que pasamos, nunca me dejaron solo siempre me echaron la mano cuando lo necesitaba y por su confianza estoy agradecido con Dios por haberme puesto en su camino, espero verlo pronto. Y la generación de ingeniero agrónomo generación 2011 por compartir estos 4 años y medio.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Gracias por darme la oportunidad de terminar mi carrera y seguir adelante cada actividad o proyecto que haga lo hare en tu nombre.

A MI FAMILIA

Gracias por apoyarme y confiar en mí este logro se lo dedico a ustedes.

A MIS COMPAÑEROS

Gracias a aquellos que siempre me brindaron su amistad y dejar que compartiera un poco parte de mi vida que en su momento ellos lo hicieron gracias por su confianza y a todos de la generación 2011

A MIS ASESORES

Al Dr. Héctor Javier Martínez Agüero, M.C José Simón Carrillo Amaya, Dr. José Luis Puentes Manríquez y al Dr. Armando Espinoza Banda, gracias por creer en mí para este proyecto y no dejarme solo cuando pedía ayuda en los problemas ellos estaban allí para orientarme y gracias porque este en uno de mis primeros proyecto de mi vida como profesionista gracias de todo corazón.

Tabla de contenido

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 Objetivo	3
1.3 Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen del cultivo del maíz	4
2.2 Generalidades del Maíz Forrajero.....	4
2.3 Clasificación taxonómica del maíz (Reyes 1990).....	6
2.4 Fenología del maíz	6
2.5 Características Morfológicas.....	7
2.5.1 Plántula	7
2.5.2 Germinación	8
2.5.3 Panoja (espigas).....	9
2.5.4 Sistema radicular	9
2.5.5 Tallo	10
2.5.6 Hojas.....	11
2.5.7 Inflorescencia (flores).....	12
2.5.8 Inflorescencia masculina	12
2.5.9 Inflorescencia femenina.....	12
2.5.10 Semilla y Fruto	13
2.6 Híbridos	14
2.6.1 Tipos de híbridos	15
2.6.1.1 Híbrido simple	15
2.6.1.2 Híbridos doble.....	16
2.6.1.3 Híbrido triple	16
2.7 El maíz como cultivo forrajero.....	16
2.8 Nutrimentos.....	19
2.9 Cultivo del maíz forrajero en México	22
2.10 Producción nacional.....	24

2.11 Producción de maíz a nivel regional.....	24
2.12 Ciclo de siembra.....	25
2.12.1 Primavera.....	26
2.12.2 Verano.....	26
2.13 Densidad de población de plantas.....	27
2.14 Profundidad de siembra.....	29
2.15 Tipos de siembras.....	29
2.16 Preparación del terreno.....	30
2.16.1 Subsuelo.....	30
2.16.2 Barbecho.....	30
2.16.3 Rastreo.....	31
2.16.4 Trazo de riego.....	31
2.16.5 Surcado.....	31
2.17 Desarrollo vegetativo del maíz.....	32
2.17.1 Crecimiento y desarrollo a través de las etapas vegetativas del maíz.....	32
2.17.2 Germinación y emergencia (VE).....	32
2.17.2.1 Tips de manejo.....	33
2.17.3 Etapa V3.....	33
2.17.3.1 Tips de manejo.....	33
2.17.4 Etapa V6.....	34
2.17.4. 1 Tips de manejo.....	34
2.17.5 Etapa V9.....	34
2.17.5.1 Tips de manejo.....	35
2.17.6 Etapa V12.....	35
2.17.6.1 Tips de manejo.....	36
2.17.7 Etapa V15.....	36
2.17.7.1 Tips de manejo.....	36
2.17.8 Etapa V18.....	37
2.17.8.1 Tips de manejo.....	37
2.17.9 Etapa VT.....	37
2.17.9.1 Tips de manejo.....	38
2.17.10 Crecimiento y desarrollo a través de las etapas reproductivas del maíz.....	38
2.17.11 Etapa R1: floración.....	38
2.17.11.1 Tips de manejo.....	39
2.17.12 Etapa R2: ámpula.....	39

2.17.12.1	Tips de manejo.....	40
2.17.13	Etapa R3: grano lechoso	40
2.17.13.1	Tips de manejo.....	40
2.17.14	Etapa R4: grano masoso	41
2.17.14.1	Tips de manejo.....	41
2.17.15	Etapa R5: grano dentado.....	41
2.17.15.1	Tips de manejo.....	42
2.17.16	Etapa R6: maduras fisiológica	42
2.17.16.1	Tips de manejo.....	42
2.18	Riego	43
2.19	Principales plagas del maíz forrajero	48
2.19.1	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	48
2.19.1.1	Daños.....	48
2.19.2	Araña roja (<i>Oligonychus pratensis, Tetranychus urticae</i>).....	49
2.19.2.1	Daños.....	50
2.19.1.2	Efecto del daño en el peso seco del forraje.....	50
2.19.2.3	Efecto del daño en la calidad del forraje	50
2.20	Condiciones edafológicas para el cultivo del maíz.....	53
2.20.1	Temperatura.....	53
2.20.2	Humedad	54
2.20.3	Radiación.....	55
2.20.4	Viento	56
2.20.5	Fotoperiodo	56
2.20.6	Precipitación.....	57
2.20.7	Agua	57
2.20.8	Suelo	58
2.21	Fertilización.....	59
2.21.2	Fibra Detergente Acida (FDA).....	67
2.21.3	Materia Seca (MS)	67
2.21.4	Digestibilidad.....	68
III	MATERIALES Y METODOS.....	70
3.1.	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	70
3.2.	Localización del lote experimental	70
3.3	Material Genético.....	71
3.4	Diseño experimental.....	71

3.5 Desarrollo del experimento.....	71
3.6 Preparación del terreno	71
3.7 Establecimiento del cultivo	71
3.7.1 Fecha de siembra.....	71
3.7.2 Riego	72
3.7.3 Fertilización.....	72
3.7.4 Control de plagas.....	73
3.7.5 Control de malezas	73
3.7.6 Cosecha	73
3.8 Registro de características agronómicas de planta	73
3.9 Variables agronómicas	74
3.9.1 Días a floración masculina (DFM).....	74
3.9.2 Días a floración femenina (DFF)	74
3.9.3 Altura de planta (AP).....	74
3.9.4 Altura de mazorca (AM).....	74
3.9.5 Número de mazorca (NM).....	75
3.9.6 Rendimiento fresco de mazorca por hectárea (RFRmz)	75
3.9.7 Producción de materia seca por hectárea (MS).....	75
3.9.8 Porcentaje de materia seca (%MS)	76
3.9.9 Rendimiento de forraje fresco (RFFr).....	76
3.9.10 Población (PI/ha):	77
3.10 Análisis bromatológico	77
3.10.1 Determinación de Fibra Detergente Ácida (FDA) y Fibra Detergente Neutra (FDA)	77
3.10.2 Determinación de energía neta de lactancia (ENL).....	78
3.10.3 Determinación de digestibilidad (DIG)	79
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	80
4.1 Floración Masculina (FM).....	80
4.2 Floración Femenina (FF)	80
4.3 Altura de Planta (AP).....	81
4.4 Altura de Mazorca (AM).....	82
4.5 Rendimiento de Forraje Fresco (RFFr)	83
4.6 Rendimiento Fresco de Mazorca (RFRmz).....	84
4.7 Población (PI/ha).....	85
4.8 Porcentaje de materia seca (PMS)	86

4.9 Materia Seca (MS).....	87
4.10 Fibra Detergente Neutra (FDN).....	89
4.11 Fibra Detergente Acida (FDA).....	90
4.12 Energía Neta de Lactancia (ENL).....	91
4.13 Digestibilidad (DIG).....	92
V. CONCLUSIONES.....	94
XI BIBLIOGRAFÍA.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clave para identificar visualmente síntomas de deficiencia nutrimentales en la planta del maíz	22
Cuadro 2. Distancia entre plantas para establecer el maíz en tres métodos y tres densidades de población (Juan, 2007).....	42
Cuadro 3. Calendarios de riego recomendados para el maíz forrajero en diferentes localidades.	59
Cuadro 4. Capacidad de campo y punto de marchitez permanente de suelo de diferente textura	45
Cuadro 5. Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo de diferente textura.	45
Cuadro 6. Calendarización de riego en maíz, en base a etapas fenológicas del cultivo Reta et al, 2002.....	62
Cuadro 7. Importancia del daño en follaje por araña roja según el Inifap, 2006....	67
Cuadro 8. Clasificación del suelo de acuerdo con el contenido de micronutrientes (Inifap, 2006).	74
Cuadro 9 Porcentaje de la dosis de N total estimada que se recomienda aplicar en diferentes etapas del cultivo.	761
Cuadro 10. Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para diferentes niveles de rendimiento de forraje seco de maíz en la Comarca Lagunera Inifap. .	63
Cuadro 11. Clasificación de los forrajes dependiendo de los porcentajes de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibras Detergente Ácidas (FDA) (Gonzales, 1995).	69
Cuadro 12. Parámetro de calidad de forraje en gramínea (Lozano, 2000).	69

Cuadro 13. Materiales utilizados (trece híbridos comerciales de maíces) las cuales fueron	871
Cuadro 14. Análisis de suelo realizado antes del inicio de la siembra.	72
Cuadro 15. Solución para determinación de Fibra Detergente Ácida (FDA).	94
Cuadro 16. Solución para análisis de Fibra Detergente Neutro (FDN).	79
Cuadro 17. Características agronómicas de doce genotipos vs un testigo regional evaluado en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 18. Promedio de tres características agronómicas de doce genotipos vs un testigo regional evaluado en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010.	100
Cuadro 19. Promedio de tres características agronómicas de doce híbridos de maíz forrajero vs un testigo regional evaluado en la SPR Fresno del Norte en la Comarca Lagunera UAAAN-2010. ¡Error! Marcador no definido.	03
Cuadro 20 Características de calidad nutricional de doce híbridos de maíz forrajero evaluados en comparación de un testigo regional en la Comarca Lagunera.	108

RESUMEN

En el ciclo primavera del 2010, se evaluaron en el Ejido Fresno del Norte, Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila. Trece híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) de alto potencial forrajero de ciclo intermedio–precoz, utilizando como testigo el híbrido Cobra que fueron comparados con los siguientes híbridos Arrayán, HT–9290, HT-9499, ABT–323, 1863 W, Avante 2203, Rio grande, JPX-33 amarillo, JPX-75, Torreón-1, Torreón-2 y JPX-33 blanco. La realización de la siembra se realizo dentro del periodo primavera-varano de la Región Lagunera, la fecha de siembra se retrasó del 10 de abril al 28 de abril del 2010 debido a fuertes lluvias y granizo, será a partir del 28 de abril de 2010 iniciando con los híbridos de ciclo precoz. Se estableció un híbrido por tendida con 21 metros de ancho y por 80 metros de largo.

Para la evaluación se consideraron las siguientes variables; Altura de Planta (AP), Altura de Mazorca (AM), Número de Mazorca (NM), Números de Hojas (NH), Números de Nudos (NN), Número de Planta (NP), Peso Verde Total de las Plantas (PVTP), Peso Seco (PS), Peso Fresco(PF), Peso de una Planta (P-1-P), Peso Total de Mazorca (PTM), Peso de una Mazorca, (P-1-M), Floración Masculina (FM), Floración Femenina (FF) y para la calidad se evaluaron la Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN) Energía Neta de Lactancia (ENL) y digestibilidad (DIG).

Los híbridos más precoces fueron el ABT-323 con y el mas tardíos fue el Arrayán los híbridos con mayor producción de forraje fresco fue JPX-75 con 60,272 kg/ha y el de menor respuesta Avante 2203 con en tanto el testigo cobra mostro un rendimiento de 78,117 kg/ha. En materia seca los mejores híbridos fueron JPX -75 con 22,387 kg/ha, y el de menor rendimiento fue el Arrayán con 12,972 kg/ha, y el cobra (t) solo obtuvo 18,097 kg/ha.

PALABRAS CLAVES: Maíz, Híbridos, Calidad Forrajera, Materia Seca, Componentes.

I. INTRODUCCIÓN

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 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. Yescas, 2005

En los últimos 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. Carmona, 2004

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 unos de los materiales vegetativo de fácil acceso con lo que se alimenta el ganado, pues este material incluye heno o ensilado. Carmona, 2004

1.1 JUSTIFICACIÓN

En la Comarca Lagunera la producción de maíz forrajero, en la situación actual demandas mayores alternativas en lo referente a genotipos con amplias adaptación a la condiciones agro-ecológicas en la región y su alto nivel productivo, esto es referente para el sostenimiento de ganado bovino lechero ya que la región es importante en el país por la crianza de ganado para la producción de leche. En este sentido, en el campo experimental se cuenta con la información referente a la respuesta de los genotipos, 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 la importancia de realizar prácticas adecuadas de manejo agronómico.

La investigación en maíz forrajero se ha enfocado a incrementar la producción de materia seca por m³ de agua. La falta de genotipos para la Comarca Lagunera, representa un problema actual, pues no existe un programa de mejoramiento permanente en esta región, donde predominan los genotipos introducidos y, en general se utiliza para la producción de grano. Los estudios sobre el conocimiento de las acciones génicas que controlan los caracteres de interés económicos, es básico en un programa de mejoramiento para lograr avances reales. El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento agronómico de cada uno de los híbridos en cuanto a su capacidad de rendimiento

y calidad nutricional del forraje en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

1.2 Objetivo

Determinar el comportamiento agronómico de cada unos de los híbridos en cuanto a su capacidad de rendimiento y calidad nutricional del forraje en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

1.3 Hipótesis

Ha: Al menos un híbrido es superior al testigo en capacidad de forraje y otras características agronómicas.

Ho: El tratamiento testigo es superior en capacidad productiva y calidad forrajera a todos los tratamientos en estudios.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen del cultivo del maíz

La planta del maíz se deriva del teocintle (*Zea mays* ssp. Mexicana) que crece de manera silvestre en Mesoamérica. Existen estudio en México el lo que estas pequeñas mazorcas, encontrada en cueva de la región árida de Tehuacán, fueron flechadas por análisis de carbono reactivo, alrededor de 5000 años a.c. en la época precolombina 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 hasta Sudamérica. Greenpeace, 2000

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indígena que se cultivaban en la zona de México y América Central. Hoy en día está muy expandido por el resto del país y en especial en toda Europa en donde ocupa una posición bien elevada. E.E.U.U es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo del maíz. Su origen no esté muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues su hallazgo más antiguo lo encontraron allí. Bartolini, 1984

2.2 Generalidades del Maíz Forrajero

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta gramínea alta, anual, con vainas foliares que se superponen y láminas alternadas anchas. Posee espigas (inflorescencias femeninas encerradas) de 7 a 40 cm. de largo y flores

estaminadas que, en conjunto, forman grandes panojas terminales o inflorescencias masculinas. Se propaga por semillas producidas mayormente por fecundación cruzada (alógama) y depende del movimiento del polen por el viento. Existe una amplia diversidad genética en toda la región que ha sido centro de origen del maíz. En México solamente, existen más de 40 razas de maíz, y unas 250 en el resto de América. De la Cruz, 2007

El creciente aumento de las demandas de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantean la necesidad de definir estrategias que identifiquen fuente de germoplasma y se aproveche el potencial genético existen a través de programas de desarrollos genéticos para la mayor producción y calidad forrajera. Peña *et al.* 2004

El contenido de grano de maíz forrajero es de gran importancia siendo esta una de las alternativa con que cuanta para solucionar la escases de forraje también algunas de las ventajas de la utilización de este forraje es: de alto potencial de rendimiento de forraje. De la Cruz, 2007

Entre los factores que afectan la calidad nutritiva del ensilaje de maíz, destacan el contenido y calidad de grano, tallo y hoja, componente que están estrechamente relacionados con la concentración y la digestibilidad de la pared celular. Vera, 2009

2.3 Clasificación taxonómica del maíz (Reyes 1990)

Dominio: Eucaria

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pterapsidae

Clase: Angiosperma

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Graminales

Familia: Graminae

Género: Zea

Especie: Mays

2.4 Fenología del maíz

El ciclo biológico del maíz varía según el genotipo, ya que existe algunas precoces con alrededor de 80 días a madurez hasta lo más tardíos con alrededor de hasta 200 días de siembra a cosecha. La madurez fisiológica del maíz se alcanza cuando el grano termina su desarrollo; es decir, el grano pierde humedad y ya no crece. Reyes, 1990

La línea de leche, la pérdida de coloración verde de las brácteas, la capa negra, son indicadores confiables que en forma practicas estiman en el campo de madurez fisiológicas del maíz; el contenido de materia seca de grano varia de 58% a 70% con la aparición de la capa negra. Reyes, 1990

2.5 Características Morfológicas

La planta de maíz es alta, con abundante hojas y sistemas radicular fibroso, normalmente, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrollan una a dos yemas laterales en la axila de las hojas en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla las mazorcas cubierta de hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundante granos de polen. Sánchez, 2010

2.5.1 Plántula

El maíz se siembra normalmente a una profundidad de cinco a ocho cm si las condiciones de humedad son las adecuadas. Esto da lugar a una emergencia de las plántulas rápidas y uniforme, en cuatro o cinco días después de la siembra: este tiempo aumenta al incrementar la profundidad de la siembra. En algunos ambientes, por ejemplo en las tierras altas de México, la semilla se coloca normalmente a una profundidad de 12 a 15 cm a fin de tener niveles adecuados de humedad para la germinación. Cuando la semilla se siembra en suelo húmedo, absorbe agua y comienza a hincharse, en proceso que procede más rápidamente a temperaturas altas como la que prevalecen en muchos ambiente tropicales en la estación humedad; bajo estas condiciones, la semilla empieza a germinar en dos o tres días. En invierno o en condiciones de bajas temperaturas del suelo como en las tierras altas, el proceso se demora y la emergencia de la radícula puede ocurrir

a los seis u ocho días, dependiendo de las temperaturas del suelo. Contrariamente a esto la temperatura puede ser tan altas que la semillas puede morir, especialmente si falta humedad. Sánchez, 2010

2.5.2 Germinación

Cuando se inicia la germinación, la coleorriza se elonga y sale a través del pericarpio (la parte del fruto que recubre su semilla y consiste en el ovario fecundado); inmediatamente después de la emergencia la radícula también emerge tres o cuatro raíces similares. Al mismo tiempo o muy pronto después, la plántula cubierta por el coleoptilo emerge en el otro extremo de la semilla; el coleoptilo es empujado hacia arriba por la elongación del mesocotilo, el cual empuja al naciente coleoptilo hacia la superficie de la tierra. Cuando el extremo del coleoptilo surge a través de la superficie de la tierra cesa la elongación del mesocotilo, emerge la plúmula a través del coleoptido y esta aparece sobre la tierra. Sánchez, 2010

Al colocar la semilla en condiciones óptimas de humedad y calor, aumenta el volumen por la absorción de agua y se realizan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos para la diferenciación y desarrollo de los órganos del embrión que empieza desde el primer día y la emergencia de la plántula ocurre en un periodo de 8 a 10 días con temperaturas de 15.5 a 18°C. Robles, 1990

2.5.3 Panoja (espigas)

Es una estructura ramificada que está formada por una espiga central bastante conspicua en las plantas de maíz tropical. El número de ramificaciones laterales varía considerablemente y una espiga puede llegar a tener hasta 30 o 40 espiguillas. La formación de la yema auxiliar que genera la mazorca está cubierta con 12 a 14 hojas modificadas. La formación que sostiene la mazorca se llama comúnmente caña y tiene nudos e entrenudos cortos aunque varían en longitud según las diversas razas de maíz. El eje de la mazorca recibe el nombre según sea la región olotes-tusa-marlo; el olote lleva número de óvulos, siempre en número de par. Macías, 2010

2.5.4 Sistema radicular

Las raíces son fasciculadas (mismo grosor) y su función es la absorción de nutrientes y aportar un perfecto anclaje a la planta. El sistema radicular de una planta madura puede profundizar hasta 1.8 m y explorar una superficie de 2 m, de diámetro. Aldrich y Leng, 1974 y Reyes 1990

Raíz seminal o principal: está representada por un grupo de una a cuatro raíces que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministra nutriente a las semillas en las primeras dos semanas (Mondoñedo *et al.* 1983). Las raíces primarias, emitidas por la semilla, comprenden la radícula y las raíces seminales. Cimmyt, 2007

Raíces adventicias: el sistema radicular de una planta es casi totalmente adventista. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad (Mondoñedo *et al.* 1983). Las raíces aéreas ó adventicias, que nacen en el último lugar en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona. Los pelos radiculares absorbentes están presentes en grandes cantidades en el sistema radicular del maíz. Estos pelos aprovechan el agua y los nutrientes indispensables para buen desarrollo de la planta. Cimmyt, 2007

Raíces de sostén o de soporte: este tipo de raíz se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorece una mayor estabilidad y disminuye el problema de acame. La raíz de sostén realiza la fotosíntesis. Mondoñedo *et al.* 1983

Raíces aérea: son raíces que no alcanzan el suelo. Reyes, 1990

2.5.5 Tallo

El tallo es siempre erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entre nudos y si una medula esponjosa si se realiza un corte transversal (Salazar, 1990). Es leñoso y cilíndrico, el numero de nudos varía entre de 8 a 25 con un promedio de 16. Mondoñedo *et al.*, 1983

2.5.6 Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinerves. Se encuentra abrazada al tallo y por el haz presentan vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Salazar, 1990). La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con el extremo desunido. Su color usual es verde se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura, el número de hojas por planta varía entre 8 y 25. Mondoñedo *et al.* 1983

El número de hoja por planta es variable, encontrándose plantas desde 8 hasta 21. El número de más frecuencia es de 12 a 18 hojas, con un promedio de 14; esta cantidad de hoja depende del número de nudos del tallo, ya que cada uno emerge una hoja. El limbo es sésil, plano con longitud variable desde más o menos de 30 cm hasta más de un metro, la anchura varía de 5 a 10 cm. Reyes, 1990

Las hojas se desarrolla a partir de las yemas foliares. Al principio el crecimiento es mayormente apical (en las puntas); posteriormente se van diferenciando los tejidos mediante crecimiento en todos los sentidos hasta adquirir la forma características de la hoja del maíz, es decir, larga, angosta, con venación paralelinerves y constituida por la vaina, la lígula y el limbo. Reyes, 1990

2.5.7 Inflorescencia (flores)

La inflorescencia en el maíz, la inflorescencia masculina y femenina se encuentra en la misma planta, pero en sitio diferentes, por lo que esto se dice que es una planta monoica. Salazar, 1990

2.5.8 Inflorescencia masculina

La inflorescencia masculina es la de terminación del tallo principal y está formado por una espiga central y de varias ramas laterales organizadas en una panícula laxa, aquí se asienta las flores masculinas agrupadas en espigas pareadas, una de las cuales es pediceleada y la otra es sésil. Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de esta poseen tres anteras productoras de polen. La polinización se efectúa mediante la caída libre del polen sobre los estigmas. Bejarano, 2000

2.5.9 Inflorescencia femenina

La inflorescencia femenina está formada por el raquis “olote”, en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una de las cuales es estéril y la otra es fértil. Por esto, el número de hilera de mazorca es par. El conjunto de estilo forma la barba de la mazorca. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas que tiene como función la protección del grano cada plántula puede tener entre uno a tres mazorcas dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas. Salazar, 1990

2.5.10 Semilla y Fruto

La semilla de maíz está conformada por; 1) el pericarpio, cubierta que protege al embrión y al endospermo de plagas y enfermedades; 2) endospermo, lugar de almacenamiento de nutrientes en el grano, formado de almidón y proteínas; 3) embrión, parte de la semilla de la cual emerge la nueva plántula. El embrión contiene la mayor parte de proteínas, grasas y vitaminas del grano; 4) pico o pedúnculo, parte de la inserción del grano en el olote. CIMMYT, 2007

El grano o fruto es una cariósida. La pared del ovario o pericarpio está difundida con la cubierta de semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste en tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endodermo tripode. Sánchez 2010

La semilla del maíz, está construida por las siguientes estructuras: 1) pericarpio es la pared del ovario desarrollado y maduro, siendo el conjunto de capas que forma la cubierta del fruto envolviendo la semilla, 2) capa de célula aleurona sustancia proteica en forma de pequeños granos, que se encuentra en la capa externa del endospermo, 3) endospermo tejido nutritivo y rico en almidón que se produce en el saco embrionario, 4) célula epitelial tejido que cubre la superficie externa del embrión formando una delgada membrana protectora, 5) escutelo, 6) coleoptilo, 7) plúmula, 8) nudo cotiledonar, 9) radícula, 10) coleriza. Macías, 2010

Botánicamente es un fruto en cariósipide conocido comúnmente como semilla o grano. En base a materia seca, el grano contiene aproximadamente 77% de almidón, 2% de azúcar, 9% de proteína, 5% de aceite, 5% de pentosanas y 2% de cenizas. Las cenizas del grano de maíz contienen sales de calcio, magnesio, fósforo, aluminio, hierro, sodio, potasio y cloro. Velázquez, 2010

2.6 Híbridos

El objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presentan nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y, generalmente, mayor vigor por ambas causas constituye en método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable. De la Loma, 1954

Define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de este con respecto a sus progenitores. También propuso el termino heterosis para denotar en el incremento y vigor después del crecimiento en tamaño y vigor después de los cruzamientos. Allard, 1980

Todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto de vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrolla en líneas decididamente más productivas, el uso de líneas puras es la hibridación. Lo cual especifica las razones para el cruzamiento de las plantas. Carmona, 2004

La hibridación, es un método de mejora genética con eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en la productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente en el fenómeno de vigor de híbridos. Vera, 2009

Inicia una era en el mejoramiento del maíz sugiriendo un método para la producción de semilla híbrida de maíz. Anteriormente el mismo autor había indicado que en un campo ordinario de maíz está compuesto por muchos híbridos complejos, disminuyéndose su vigor al auto-fecundarse. Carmona, 2004

Según López y Chávez (1995) menciona que el maíz híbrido es la primera generación de una cruza entre líneas auto fecundadas involucrando el proceso de híbridos.

2.6.1 Tipos de híbridos

2.6.1.1 Híbrido simple

Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son mas uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

2.6.1.2 Híbridos doble

El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas auto-fecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples, los híbridos dobles no son tan uniforme como las cruces simples, por lo que presentan una mayor viabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez mas que una doble.

2.6.1.3 Híbrido triple

Se forma con tres líneas auto-fecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea auto-fecundada. La cruce simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimiento con las cruces triple no son tan uniforme como las de una simple.

Todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrolla en líneas decididamente más productivas, el uso final de las líneas es la producción de genotipos. Lo cual especifica las razones para el cruzamiento de las plantas.

2.7 El maíz como cultivo forrajero

El contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para solucionar los escasos de

forraje también unas de las ventajas de la utilización de este forraje: es el alto potencial de rendimiento de forraje. De la Cruz *et al.* 2007

El maíz para forraje debe tener una alta productividad, baja contenido de proteína y minerales así como un elevado valor energético. Núñez *et al.* 2003

Con algunas excepciones la producción de mazorcas correlacionan de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta, esto significa que la selección de los materiales con alta producción de mazorca podría favorecer una mayor claridad de forraje. Peña *et al.*, 2002

La utilización de forraje en maíz tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, la cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variante, este se está utiliza como forraje molido, en donde se muele la planta a su vez que adquiere toda su madurez fisiológica. Ramírez, 1997

El nivel nutricional del maíz usado como forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varia 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

Un buen maíz forrajero deberá poseer las siguientes cualidades: rendimiento de forraje fresco verde mayor a 50 ton/ha, rendimiento de forraje fresco o materia seca (MS) mayor a 25%, Energía Neta de Lactancia (ENL) mayor a 1.45 Mcal/kg, digestibilidad (DIG) de la materia seca (MS) mayor a 65%, contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) menor a 30% y el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) menor a 60%. Vergara, 2002

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

- a) Alto volumen de producción en un solo corte.
- b) Alto contenido de hidratos de carbono fácilmente aprovechables.
- c) Relativa amplitud del periodo de cosecha. Vera, 2007

La planta completa de maíz es un importante forraje para muchas actividades lecheras y cárnicas. El incremento de las demandas nutricionales para una respuesta animal óptima es un desafío para los productores de maíz, que se

deben seleccionar y manejar híbridos de gran producción de materia seca con características de calidad apropiadas. Margoritta *et al.*, 2002

Los maíces forrajeros se diferencian de los graníferos por el desarrollo de la parte aérea, el llenado de grano, el mantenimiento de la planta verde en el momento del corte, el porcentaje de materia seca, la digestibilidad y el consumo animal. El ensilaje de maíz es considerado como alimento energético y su valor nutritivo esta función de la digestibilidad y los factores que la afectan. En criterio de selección es el uso del carácter materia seca digestible. El valor forrajero de las líneas endocriadas está determinando no solo por su rendimiento, sino también por su capacidad de producir combinaciones híbridas superiores en cruzarse entre si, siendo la prueba de aptitud combinatoria general la que determina dicho valor. La heterósis manifiesta en cada cruza representa la aptitud combinatoria específica. Vera, 2007

2.8 Nutrientos

Es un cultivo que produce 4000 kg/ha de grano requiere alrededor de 100 kg/ha de nitrógeno (N), 18 kg/ha fósforo (P), y 68 kg/ha de potasio (K). El sistema radical del maíz es capaz de absorber nutrientes a través de toda la vida de la planta, pero la absorción declina durante la última parte del ciclo que corresponde al llenado del grano y a medida que comienza la senescencia de las hojas inferiores. Sánchez, 2010

La cantidad de nitrógeno que se mueve de los tejidos vegetativos a la mazorca durante el proceso de llenado del grano varía considerablemente, habiéndose informado de un rango de 20 a 60% del nitrógeno total del grano derivado de la absorción antes de la antesis. El nitrógeno depositado en el tallo es el que se moviliza primero hacia la mazorca y la cantidad del nitrógeno movilizado depende del cultivar y de la cantidad y del momento de la aplicación del nitrógeno. El fósforo tiene una distribución similar al nitrógeno, salvo que una mayor proporción de los requerimientos del cultivo son absorbidos después de la floración. La mayor parte del potasio requerida por el cultivo es absorbida antes de la floración y mucho de este termina en la parte aérea de la madurez. Sánchez 2010

La retención de nutrientes, está determinada en 70% por el consumo de alimento y en 30% por la digestibilidad y eficiencia que se aprovecha el alimento consumido. El valor nutritivo está influenciado por factores relacionados con la planta y factores relacionados con los animales. En los primeros se encuentra el clima, suelo, plaga, enfermedades, genotipo, parte de la planta y madurez. En los factores relacionados con el animal se menciona la raza, sexo, talla, condición corporal y edad entre otros. Yescas, 2005

El diagnóstico visual de los síntomas de anomalía nutricional tiene un fundamento fisiológico. Los niveles excesivos de nutrientes producen desorden en el metabolismo de las plantas que se manifiesta como síntomas generales y específicos de deficiencia o exceso en algún órgano, particularmente las hojas, pero no exclusivo en ese órgano. Montessorro *et al.*, 2008

Los síntomas visuales asociados con problemas nutricionales en el maíz son: falta de crecimiento después de la germinación, enanismo severo, síntomas específicos, anormalidades internas (particularmente en los tejidos conductores), atraso en la madures, disminución de rendimientos, calidad deficientes, alternación del patrón de crecimiento de las raíces. Montessorro *et al.*, 2008

La posibilidad de detectar el origen de una deficiencia (o toxicidad) mediante la sintomología visual se fundamenta en que los síntomas:

1. Presentan un patrón característico que depende de la función y el metabolismo del nutriente en la planta.
2. Tiene una secuencia determinada en su desarrollo, y
3. Aparecen en órganos determinados que tiene una edad fisiológica dada, lo cual se asocia con la posición dentro de la planta y con la movilidad de los nutrimentos.

Los síntomas aparecen después que la planta ha sufrido internamente los efectos de la deficiencia o exceso de algún nutriente por algún tiempo, sin que ello se hubiese manifestado exteriormente. Cuando los síntomas se hacen visibles ya se ha ocurrido un daño irrecuperable en el rendimiento potencial del maíz. Montessorro *et al.*, 2008

Cuadro 1. Clave para identificar visualmente síntomas de deficiencia nutrimentales en la planta del maíz

.Síntomas	Elemento
1.- plantas chaparras	Todos
2.- perdida del color verde	Todos
A.- cambio de color en las hojas inferiores de la planta	
Decoloración amarillenta de forma de V desde la punta de la hoja hacia la base.	N
Decoloración café y acorchamiento en los bordes que avanza desde la punta a la base de la hoja	K
Decoloración amarillenta intervenal y los bordes de la hojas se toman rojizo-purpura	Mg
Color purpura cafésoso que se extiende desde la punta hacia la base de la hoja	P
Amarillamiento uniforme de las hojas inferiores y superiores	S
B.-Cambio de color en las hojas superiores de la planta	
Hojas emergentes muestran bandas de color amarillamiento blanquecino hacia la parte basal de estas	Zn
Hojas jóvenes muestran clorosis intervenal a lo largo de toda la hoja	Fe
Hojas jóvenes muestran color amarillo pálido y las más viejas muerte apical	Cu
Manchas blancas irregulares entre las venas	B
Hojas jóvenes presentan decoloraciones entre las venas, de verde pálido a amarillento	Mn
Hojas jóvenes se marchitan y necrosan en los bordes	Mo

2.9 Cultivo del maíz forrajero en México

En México, hay dos ciclo productivo del maíz: el ciclo primavera/verano y el otoño/invierno, en el primer ciclo los principales 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 primavera-verano que se cosecha en los meses de octubre a diciembre. La producción del ciclo otoño/invierno se concentra básicamente en los estados del norte del país como Sinaloa, Sonora y Chihuahua, la cosecha de este ciclo se realiza durante los meses de Marzo y Septiembre; particularmente durante este ciclo, casi el 40% de la superficie sembrada cuenta con sistema de riego. En 2006, el principal productor en este ciclo fue Sinaloa. CEFP, 2007

El 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. 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. 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 déficits estacionales e incrementar la producción animal, pero es necesario conocer la calidad nutricional de éstos. Peña *et al.*, 2004

2.10 Producción nacional

En la Comarca Lagunera, como en el resto del país, este cereal es importante tanto para el consumo humano como para la alimentación de ganado, ya que esta región es una de las cuencas lecheras más importantes del país. Ruiz, 2007

El campo mexicano produjo anualmente 13,045,463 toneladas de maíz de grano bajo temporal en el periodo 2000-2004, cifra que represento el 66% de la producción total nacional anual de grano (Rodríguez y De León, 2008). En el año 2004 se sembró una superficie de 46,676 ha, de las cuales 26,561 ha fueron de maíz forrajero y 20,115 ha se maíz para grano. Ruiz, 2007

En el ciclo 2007, se sembraron en México 354,598.57 ha con maíz forrajero, con un rendimiento de 31.52 ton/ha dando una producción de 10,348,756.72 toneladas con precio de 331.5 pesos por tonelada dándole así un valor de producción de 3, 429,014.57 (miles de pesos). Velázquez, 2010

2.11 Producción de maíz a nivel regional

En la Comarca Lagunera en el 2008 se sembraron 129 mil ha. De las cuales el 73% fueron ocupadas con cultivos forrajeros. El maíz para ensilajes el segundo cultivo forrajero después de la alfalfa y representa el 30% de la superficie cosechada con forraje. SAGARPA, 2009

El 2004 se sembraron en la región 89,076 ha⁻¹ de cultivos forrajeros, entre los cuales el maíz ocupó el segundo lugar en importancia con 26,539 ha⁻¹ y un rendimiento promedio de 49 tons ha⁻¹ de forraje verde y de 17 t ha⁻¹ de materia seca. Cueto *et al.*, 2006

Obtuvieron rendimientos también con maíz de criollo de 15.2 tons ha⁻¹ de M.S a una edad de 121 días y con una densidad de siembra de 58,000 plantas ha⁻¹, lo cual indica que este criollo es de bueno para la producción de forraje, de porte muy alto, el cual varía entre los tres y cuatro metros, un tallo de excelente grosor, las laminas de las hojas son anchas. Se reporta que el rendimiento regional media en la Comarca Lagunera de maíz es de 42.38 t ha⁻¹. SAGARPA, 2007

2.12 Ciclo de siembra

La fecha de siembra está determinada principalmente por las condiciones climáticas y patrones de cultivos de la región. La temperatura óptima para la germinación del maíz es de 18 a 21°C. La germinación disminuye significativamente cuando la temperatura es menor de 13°C la temperatura media óptima para el desarrollo del maíz es de 18 a 24°C. En la Región Lagunera y Aguascalientes, las primeras heladas se presentan a fines de octubre y la última a principios de abril. El periodo con temperaturas adecuadas para el maíz es de finales de marzo a finales de octubre, aunque en la Región Lagunera durante los meses de junio y julio se presenta temperatura máxima que puede afectar al maíz.

Los principales efectos climáticos en la producción del maíz en estas regiones son:

1. Días con mayor radiación solar promueve la fotosíntesis.
2. Días más largos y temperaturas nocturnas fresca promueven la fotosíntesis.
3. Altas temperaturas afectan el desarrollo de las plantas.
4. Altas temperaturas acortan el periodo de llenado de granos y el ciclo de producción. Inifap, 2006

2.12.1 Primavera

- Del 20 de marzo al 30 de abril en la Región Lagunera
- Del 16 de abril al 31 de mayo en Delicias.

La mayoría de los híbridos disminuyen su producción del forraje en la fechas tardía de primavera. Inifap, 2006

2.12.2 Verano

- Del 20 de junio al 15 de julio en la Región Lagunera
- Del 1 de junio al 15 de julio en Delicias.

En general la producción de materia seca por hectárea disminuye en comparación en el ciclo de primavera en regiones similares a Aguascalientes con

solo un ciclo de producción (primavera–verano) la fecha de siembra recomendada es del día 1 de abril al 15 de junio. Inifap, 2006

2.13 Densidad de población de plantas

En la producción de maíz forrajero, el aumentar la densidad de plantas por hectáreas puede incrementar el rendimiento de la materia seca, ya que se captura mayor cantidad de energía solar para fotosíntesis. Sin embargo existen otros efectos en las plantas de maíz que se deben considerar:

1. Incremento del índice del área foliar y de la producción de materia seca por hectárea.
2. Mayor competencia entre planta que puede afectar en la floración, polinización, formación y número de grano en la mazorca.
3. Disminuye el índice de cosecha (porcentaje de grano). Inifap, 2006

Resultado de investigación y validación obtenidos en la Región Lagunera durante los ciclos 2000 y 2001, indican el uso de genotipos tolerantes a altas densidades de población (86 a 112, 000 plantas por hectáreas), y el uso de surco estrechos permite obtener un incremento promedio en rendimiento de forraje seco de 17% sin disminuir la calidad del forraje. Yescas, 2005

La calidad de forraje en este sistema de producción con surcos estrechos fue igual o superior al forraje obtenido en el sistema de producción tradicional. La

buena calidad de forraje y mayor rendimiento de forraje seco produjo una mayor producción de leche en el sistema de surco estrechos respecto al sistema del productor. Reta *et al.*, 2002

Se ha observado que el rendimiento de materia seca por hectáreas aumenta con densidades mayores de 80 mil plantas por hectáreas, principalmente en híbridos que tienen hojas erectas, la producción de granos por hectáreas disminuye o se mantiene y la digestibilidad se reduce. Núñez y Faz, 2003

En surco estrecho es recomendable utilizar solo genotipo tolerantes a alta densidad de población. Las características que presentan estos genotipos son una alta proporción de grano (40-50%), bajo porcentaje de plantas estériles, resistencia al acame, altura intermedia (2.20-2.80 mts.), ciclo precoz o semi-precoz, hojas erectas o semi-erectas. Yescas, 2005

Cuadro 2. Distancia entre plantas para establecer el maíz en tres métodos y tres densidades de población (Juan, 2007).

Distancia entre surcos (cm)	90,000 plantas ha ⁻¹	100,000 plantas ha ⁻¹	112,000 plantas ha ⁻¹
	Distancia entre plantas		
38	29.2	26.3	23.5
50	22.2	20.0	17.8
60	18.5	16.7	14.9

El rendimiento de materia seca aumenta con densidades mayores de 80,000 plantas ha⁻¹, principalmente en genotipos de hojas erectas, la producción de grano ha⁻¹ disminuye y la digestibilidad se reduce. En base a la mayoría de los

estudios se recomienda utilizar una densidad de 80 a 90,000 plantas ha⁻¹ para la producción de ensilados de alto valor nutritivo que se vaya a emplear en la alimentación de vacas lecheras de alta producción. Núñez y Faz, 2003

2.14 Profundidad de siembra

Con el sistema de siembra que use, la semilla tratada con fungicida y/o insecticida cuando sea necesario, debe ser colocada a la profundidad correcta. Por lo general de 5 a 10 cm. Esto asegura un buen contacto con el suelo húmedo que proviene la desecación y asegura el coleoptile (una primera hoja modificada) no tenga dificultades para llegar a la superficie. Una siembra más superficial en los suelos con humedad marginal debe ser evitada ya que no solo pone en peligro la germinación si no también causa un nacimiento des-uniforme (disparejo) de las plántulas. Juan, 2007

2.15 Tipos de siembras

La siembra se efectúa a mano o con máquinas sembradoras. La siembra a mano requiere de un palo o coa para hacer un pequeño agujero en donde se colocan una o varias semillas. También se siembra a mano en surco previamente hecho con un surcador. Para la siembra mecánica, se usan solamente sembradoras de precisión, que hace el trabajo en faja o en banda. Estas máquinas se pueden equipar con un distribuidor de fertilizantes, para sembrar y fertilizar al mismo tiempo. Mondoñedo *et al.* 1983

2.16 Preparación del terreno

Es necesario hacer una adecuada preparación de terreno para que el cultivo de maíz tenga un medio propicio para su desarrollo y se utilicen con eficiencia los insumos aplicados como fertilizantes y el agua de riego, entre otros.

2.16.1 Subsuelo

Esta práctica tiene como función romper la capa endurecida que se forma con el paso constante de la maquinaria, facilitar la penetración de las raíces, favorecer la absorción y retención de humedad, además de permitir una mejor aireación del suelo. Esta labor se sugiere cuando existen problemas de compactación del suelo. Inifap, 2006

2.16.2 Barbecho

Su fin es roturar el suelo para voltear y mezclar una capa superficial de espesor variable de acuerdo con las características del suelo y del cultivo del que se vaya a sembrar. Normalmente se realiza con arados de rejas o con arados de discos, según la disponibilidad de equipo y el tipo de suelo. Esta práctica tiene como objetivo mejorar las condiciones del suelo para la siembra e incorporar la maleza y los residuos del cultivo anterior. Además, al voltear el suelo son destruidos algunos huevecillos, larvas y pupa de insectos por exposición directa a la intemperie. Al igual que semillas de maleza en diferentes estadios de germinación, lo cual contribuye a disminuir su infestación. Inifap, 2006

2.16.3 Rastreo

Se hace para desmenuzar los terrones que quedan en el suelo después de haber ejecutado el barbecho, con finalidad de obtener una “cama” que facilite la germinación de las semillas y retenga la humedad por más tiempo. Si en el suelo persisten los terrones grandes, puede ser necesario otro paso de rastra en forma cruzada, posterior al riego de siembra se vuelve a rastrear. Inifap, 2006

2.16.4 Trazo de riego

Se realiza para distribuir eficientemente el agua de riego dentro del terreno, de acuerdo con la topografía del mismo. El riego puede ser por medio de canales, surcos, melgas o curvas a nivel, el trazo de riego tiene por objetivo el aprovechamiento integral del suelo y del agua, además de evitar la erosión hídrica. Inifap, 2006

2.16.5 Surcado

La distancia entre surco recomendada es de 76 a 80 cm, lo cual facilita el uso de maquinaria agrícola durante el ciclo. Inifap, 2006

2.17 Desarrollo vegetativo del maíz

2.17.1 Crecimiento y desarrollo a través de las etapas vegetativas del maíz

Todos los maíces siguen un patrón similar de desarrollos con variaciones según los híbridos, temporadas de siembra, fechas de siembra y localización geográfica enseguida se muestra las fases clave del desarrollo del maíz a través de las etapas vegetativas (V). CIMMYT, 2007

2.17.2 Germinación y emergencia (VE)

Una vez sembrada la semilla de maíz absorbe agua del suelo y comienza crecer. La etapa VE (emergencia) llega cuando el coleoptile brota de la superficie del suelo. La planta de maíz puede emerger dentro de los 5-7 días siguiente a la siembra en condiciones de temperatura y humedad ideales. Pero bajo condiciones frías y húmedas o incluso bajo condiciones muy secas pueden tomar más de dos semanas para emerger. El punto de crecimiento (nudo apical) se encuentra de dos a cuatro cm por debajo de la superficie. El sistema seminal de raíces esta creciendo de la semilla. Las raíces seminales hacen mucho trabajo temprano, pero el crecimiento disminuye después de VE, cuando las raíces nodales comienzan a crecer. CIMMYT, 2007

2.17.2.1 Tips de manejo

Los híbridos tardíos generalmente tienen mayor potencial de rendimiento que los híbridos precoces. Sin embargo los productores deben elegir basados a sus condiciones locales de crecimiento y en específico al ambiente de producción. Las temperaturas frías restringen la absorción de nutrientes y desaceleran el crecimiento. La aplicación de fertilizante puede ayudar al crecimiento temprano. La siembra menos profunda puede proporcionar un ambiente más cálido para las semillas. CIMMYT, 2007

2.17.3 Etapa V3

En V3, el punto de crecimiento esta todavía por debajo de la superficie. El tallo no se ha alargado mucho. Los pelos de las raíces esta creciendo de las raíces nodales a medida que las raíces seminales dejan de crecer. Todos los brotes de hojas y espiga que la planta producirá se forman desde V3 hasta V5. Se forma una pequeña espiga en el extremo del punto de crecimiento. La altura de la parte aérea de la planta es de alrededor de 8 pulgadas. CIMMYT, 2007

2.17.3.1 Tips de manejo

El punto de crecimiento es muy afectado por las temperaturas del suelo. Los suelos fríos pueden incrementar el tiempo entre etapas vegetativa, incrementar el número total de hojas formadas, retrasar la formación de espigas y reducir la disponibilidad de nutrientes. En este momento, el granizo, el viento y las heladas tienen efecto reducido en el punto de crecimiento o rendimiento en el

grano final. Sin embargo, la inundación puede matar la planta de maíz. El control de maleza reduce la competencia por luz, agua y nutrientes. CIMMYT, 2007

2.17.4 Etapa V6

El punto de crecimiento y la espiga se elevan por encima de la superficie del suelo cerca de la etapa V6. El tallo comienza a alagarse. El sistema de raíces nodales crece a partir de los 3 o 4 nudos más bajos del tallo. Algunos brotes de espigas o macollos (o hijuelos) dependen del híbrido específico, densidad de población, fertilidad y otras condiciones. CIMMYT, 2007

2.17.4. 1 Tips de manejo

La colocación precisa de fertilizantes es menos crítica a medida que las raíces se expanden. Esté atento a signos de deficiencia nutrimentales. Aplicaciones foliares o al suelo puede ayudar, pero los suelos deficientes son corregidos más eficientemente antes que aparezcan los síntomas. Abonar con nitrógeno (N) puede ayudar en etapas V8 en suelos húmedos. Comience a monitorear daños de insectos tales como planta acamadas (gusano de raíz) o signos de alimentación en hojas (barrenadores del maíz). CIMMYT, 2007

2.17.5 Etapa V9

La disección de una planta en etapa V9 muestra varios brotes de mazorca (mazorcas potenciales). Estos se desarrollan en todos los nudos de la parte aérea,

excepto los últimos 6 a 8 debajo de la espiga. Los brotes inferiores de mazorca crecen rápido al principio pero solo unos o dos de los más altos desarrollan una mazorca cosechable. La espiga comienza a desarrollarse rápidamente. Los tallos se prolongan a medidas que los entrenudos crecen. Para V10, el tiempo entre etapas de hojas nuevas se acorta a alrededor de dos a tres días. CIMMYT, 2007

2.17.5.1 Tips de manejo

Cerca de V10, un rápido aumento en nutrientes y acumulación de materia seca comienzan. Esto continúa a lo largo de las etapas reproductivas. Los requerimientos del agua y nutrientes del suelo son muy altos. Esto es para satisfacer una mayor demanda debido a la tasa elevada de crecimiento en esta etapa. CIMMYT, 2007

2.17.6 Etapa V12

El número de óvulos (granos potenciales) en cada mazorca y el tamaño de la misma, se determinan en la etapa V12. El número de granos por hilera no es determinado sino hasta una semana antes de la floración cerca de la etapa V17. El brote superior de la mazorca es todavía más pequeño que los brotes inferiores, pero varias de las espigas superiores son casi del mismo tamaño. CIMMYT, 2007

2.17.6.1 Tips de manejo

Las deficiencias de humedad o nutrientes en V10 y hasta V17 son críticas; pueden reducir seriamente el número de granos y el tamaño de la mazorca. Los híbridos de madurez temprana atraviesan todas las etapas de crecimiento en menos tiempo y producen mazorcas más pequeñas que los híbridos de madurez tardía. Así que los híbridos de madures temprana necesitan altas densidades de población para un máximo rendimiento. CIMMYT, 2007

2.17.7 Etapa V15

En este comienzo del periodo más crucial para determinar el rendimiento en grano. Los brotes de mazorca más altos frenan el desarrollo de los brotes bajos. Cada uno o dos días, ocurre una nueva etapa vegetativa. Los estigmas comienzan a crecer en los brotes de mazorca más altos. Para V17, las puntas de los brotes de mazorca pueden ser visibles fuera de la vaina foliar. La punta de la espiga también puede ser visible. CIMMYT, 2007

2.17.7.1 Tips de manejo

El estrés hídrico puede causar reducción del rendimiento si comienza dos semanas antes de la floración hasta dos semana después. Entre más cercana este la floración, mayores perdida en rendimiento si hay estrés como deficiencia nutrimentales, altas temperaturas o granizo. Cuando los campo están secos evite la aplicación de fungicidas, plaguicidas y surfactante asociados. (Lea y siga las

instrucciones de la etiqueta). Este es un periodo crítico para el riego. CIMMYT, 2007

2.17.8 Etapa V18

Los estigmas de los óvulos basales de la mazorca se alargan primero. Los estigmas. Los estigmas de los óvulos superiores les siguen. En esta etapa esta cerca de ocho a nueve días de desarrollo de los órganos reproductivos. Las raíces adventicia (raíces de los nudos aéreos) crecen los nudos aéreos para ayudar a soportar la planta y absorber agua y nutrientes durante las etapas reproductivas. CIMMYT, 2007

2.17.8.1 Tips de manejo

La planta está alrededor de una semana antes de la floración. El desarrollo del jilote es rápido. Si hay estrés, se puede retrasar el desarrollo de la mazorca y óvulos más que el desarrollo de la espiga. Tal retraso puede provocar una falta de coincidencia entre la liberación del polen y la exposición de los estigmas. Un estrés severo puede retrasar la exposición de los estigmas hasta después de la liberación de polen, resultando en óvulos no fertilizados. CIMMYT, 2007

2.17.9 Etapa VT

La etapa VT llega cuando la última rama de la espiga es completamente visible. La etapa VT comienza entre dos o tres días antes de la emergencia de los

estigmas. La planta esta cerca de alcanzar su altura máxima. Inicia la liberación de polen, que dura una a dos semanas. El tiempo entre VT y R1 puede fluctuar considerablemente dependiendo del híbrido y del ambiente. CIMMYT, 2007

2.17.9.1 Tips de manejo

Con la espiga y todas las hojas expuestas, la planta es extremadamente vulnerable al granizo a partir de VT y hasta la fase reproductiva 1 (R1). La pérdida total de hoja por daño de granizo puede devastar el rendimiento potencial. Si los óvulos no son fertilizados no producirán granos en la mazorcas. CIMMYT, 2007

2.17.10 Crecimiento y desarrollo a través de las etapas reproductivas del maíz

2.17.11 Etapa R1: floración

La etapa R1 comienza cuando los estigmas son visibles fuera de la mazorca en formación. La polinización ocurre cuando estos estigmas húmedos capturan los granos de polen que caen. El polen toma aproximadamente 24 horas para llegar al ovulo a través del tubo polínico donde ocurre la fertilización. El ovulo se convierte en un grano. Generalmente todos los estigmas en una mazorca son polinizados en dos o tres días. Los estigmas crecen de dos a cuatro cm por días hasta que son fertilizados. El grano en R1 esta casi inmerso en parte del olote y es

blanco por fuera. El material interior es claro con poco fluido presente. CIMMYT, 2007

2.17.11.1 Tips de manejo

El número de óvulos fertilizados es determinado en esta etapa. Aquello no fertilizado se degenera. El estrés ambiental en este momento puede causar polinización pobre. El estrés hídrico, en particular, afecta a los estigmas y grano de polen, lo que puede resultar en mazorca con granos pobres o puntas estéril. Monitoree adulto de gusano de raíz que pudiera alimentarse de los estigmas y realice tratamientos si es necesario. En este punto la captación de potasio (K) esta casi completa. La captación de nitrógeno (N) y fosforo (P) es rápida. El contenido de nutrientes de la hoja se correlaciona altamente con el rendimiento. CIMMYT, 2007

2.17.12 Etapa R2: ámpula

Los granos en R2 son blancos por fuera y se asemejan a una ámpula. El endospermo y su fluido interno ahora abundante son claros. El embrión continúa desarrollándose, pero ahora contiene una pequeña planta de maíz en desarrollo. Muchos de los granos han crecido fuera de lo material envolvente del elote. La mazorca esta cercana a su máximo tamaño. Los estigmas oscurecen y comienza a secarse. El almidón ha comenzado a acumularse en el endospermo acuoso. Los granos comienzan a acumular materia seca. El llenado de grano esta comenzando. CIMMYT, 2007

2.17.12.1 Tips de manejo

El nitrógeno (N) y fosforo (P) se acumulan rápidamente y se traslocan de las partes vegetativas a las partes reproductivas de la planta. Los granos contienen aproximadamente un 85% de humedad y comenzaran a secarse a partir de este punto. CIMMYT, 2007

2.17.13 Etapa R3: grano lechoso

El grano en R3 toma su color natural por fuera (blanco y negro), mientras el fluido interno es ahora lechoso y blanco debido a la acumulación de almidón. El embrión crece rápidamente. La mayoría de los granos en R3 han crecido por encima del olote. Los estigmas son cafés y están secos o comenzándose a secar. CIMMYT, 2007

2.17.13.1 Tips de manejo

Los granos, aunque con una rápida tasa de acumulación de materia seca, contienen alrededor del 80% de humedad. La división celular dentro del endospermo esta esencialmente completa, así que el crecimiento es mayormente debido a la expansión celular y la acumulación del almidón. El rendimiento final depende del número de granos que desarrollen y su tamaño final, así como el peso de los granos. El estrés todavía puede impactar el rendimiento. CIMMYT, 2007

2.17.14 Etapa R4: grano masoso

La acumulación continua del almidón en el endospermo causa que el fluido lechoso interno se espese y adquiera una consistencia pastosa usualmente cuatro capas embrionarias se han formado al tiempo que el embrión crece dramáticamente desde la etapa R3. Hacia la mitad de R4, el embrión se extenderá transversalmente mas de la mitad de la anchura del grano. Justo antes de R5, los granos a lo largo de la mazorca comienzan a dentarse o secarse. La quinta (ultima) capa embrionaria y las raíces seminales laterales se han formado. Si la semilla es sembrada, estas cinco capas embrionarias aparecerán en la siguiente temporada después de la germinación y VE. CIMMYT, 2007

2.17.14.1 Tips de manejo

El embrión continúa el desarrollo rápidamente. Los granos contienen alrededor del 70% de humedad y han acumulado aproximadamente la mitad de su peso seco final. CIMMYT, 2007

2.17.15 Etapa R5: grano dentado

En R5, todos, o casi todos los granos están dentados o en proceso. Los granos se secan de la punta hacia la parte inferior, donde capa dura de almidón se esta formando. Esta capa de almidón aparece poco después del dentado como una línea a través de la parte trasera del grano (del lado sin embrión). Con la madurez, la capa dura de almidón y la línea avanzada hacia el olote. El almidón

acumulado es duro por encima de la línea pero suave por debajo de esta.
CIMMYT, 2007

2.17.15.1 Tips de manejo

El estrés en esta etapa puede reducir el rendimiento reduciendo el peso del grano. Al comienzo de la etapa R5, los granos tienen cerca del 55% de humedad.
CIMMYT, 2007

2.17.16 Etapa R6: madures fisiológica

Para la etapa R6, los granos han alcanzado su máximo peso seco o acumulación de materia seca. La capa dura del almidón ha avanzado completamente hacia el olote. Una capa de absorción negra o café se forma, que se mueve progresivamente de los granos de la punta hasta los granos basales de la mazorca. Esto es una buena indicación de madurez fisiológica y señala el fin del crecimiento del grano. Las hojas de la mazorca y muchas hojas no son ya de color verde, aunque el tallo puede serlo. CIMMYT, 2007

2.17.16.1 Tips de manejo

Una fuerte helada temprana antes de la etapa R6 puede interrumpir la acumulación de materia seca y causar la formación prematura de la capa negra. Esto puede reducir rendimientos causando retraso en la cosecha (el maíz con daño por heladas es más lento en secarse). Para reducir los problemas

potenciales por heladas, elija un híbrido que madure cerca de tres semanas antes de la fecha promedio de la primera helada fulminantes. La humedad promedio del grano es 30 a 35%, pero puede variar considerablemente según los híbridos y condiciones ambientales. Para un almacenamiento seguro se requiere 13 a 15% de humedad. Los productores usualmente dejan secar el cultivo en el campo antes de cosecharlo. CIMMYT, 2007

2.18 Riego

Una alternativa para incrementar la eficiencia y aprovechamiento del agua en el cultivo del maíz forrajero, es utilizar el sistema de riego que transporte agua en conductos cerrados y que suministre determinadas cantidades de agua debajo de la superficie del suelo, en función la demanda de cultivo y que impida el desperdicio y salinidad, este sistema es denominado riego por goteo subsuperficial. Este sistema es una estrategia reciente y alentadora para mejorar la eficiencia en el uso del agua utilizando el riego por goteo. En este sistema se puede manejar un régimen de bajo volumen, baja presión, alta frecuencia y riego parcial, la cintilla es una variante de este, la cual consiste de una manguera flexible con salida al exterior con espaciamiento de 5 a 60 cm. Antes de la salida presenta accidente que se hace flujo sea hidráulicamente controlado, lo que permite realizar un diseño capaz de alcanzar buena uniformidad y eficiencia durante su funcionamiento. Yescas, 2005

El riego con cintilla tiene ventajas significativas sobre los sistemas tradicionales de riego superficial, el patrón de mojado generalmente tiende a desarrollar una franja continua de humedecimiento a lo largo de la manguera de riego, esta situación debe a que el espaciamiento entre emisores es pequeño, menor de 60 cm. Rojas, 2001

Otros factores relacionados con el riego son el material genético seleccionado como el porte, velocidad de desarrollo foliar, sensibilidad a la conducción de humedad del suelo, así como fechas de siembra, precipitación, estado de madurez a cosecha y método de riego. Por lo anterior, el calendario de riego se debe ajustar considerando dicho factores en cada región. Un aspecto importante de los calendario de riego es considerar el desarrollo fenológico del cultivo; los primeros riegos de auxilio permiten el desarrollo del tallo, los riegos intermedio favorecen a la floración y los últimos promueven en el llenado del grano.

Cuadro 3. Calendarios de riego recomendados para el maíz forrajero en diferentes localidades.

Localidad	Clima	Suelo	Riegos				
			1°	2°	3°	4°	5°
			Días después de la siembra				
Aguascalientes, Ags	Semiárido templado	Migajón arenoso	35	60	75	95	115
Delicia, Chih.	Árido semicálido	Migajón arenoso	30	45	60	75	90
Región Lagunera Coah. Y Durango.	Árido semicálido	Arcillo arenoso	30	52	70	85	-
Región Lagunera Coah. Y Durango.	Árido semicálido	Arcilloso	35	52	70	-	-

Así mismo, se debe considerar la textura del suelo. En textura de franco a arcillosa se requiere un calendario con menos riegos, mientras que en textura más arenosa se necesitan más riego de auxilio. En los siguientes cuadros se presentan características del suelo y forma para determinar las laminas de riego que se van aplicar.

Cuadro 4. Capacidad de campo y punto de marchitez permanente de suelo de diferente textura

Textura	Humedad base volumen (%)	
	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente
Arenosa	7 - 8.4	3 – 5
Franco-arenosa	10 – 16	6 – 8
Franco	17 – 22	9 – 11
Franco – arcillosa	23 – 28	12 – 14
Arcillosa	29 – 60	15 – 28

Nota: **capacidad de campo**; es el contenido de humedad que retiene el suelo después del movimiento gravitacional que se estima ya que se presenta de 24 a 48 horas dependiendo la característica del suelo es decir que es la cantidad de agua retenida en el suelo después del exceso de agua gravitacional que se ha drenado y **punto de marchitez permanente**; es el porcentaje y humedad del suelo al cual las plantas se marchitan permanente.

Cuadro 5. Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo de diferente textura.

Textura del suelo	Agua disponible (mm/m)
Arenas gruesas	20-65
Arenas finas	60-85
Franco arenosa	90-130
Franco limoso	150-230
Franco arcillo limoso	130-160
Arcillo limoso	125-170
Arcillas	110-150
Suelos orgánicos	160-240

Efectos de la oportunidad del riego

- Retrasar el primer riego de auxilio puede disminuir la producción de materia seca/ ha, hasta en 40%.
- Retrasar el segundo riego puede reducir en más de 25% la producción de materia seca por hectárea.
- Retrasar el tercer y cuarto riegos de auxilio pueden afectar negativamente el contenido de grano en el forraje y reducir hasta un 25% en el rendimiento de materia seca/ha.

La lámina de riego que se va aplicar debe considerar los requerimientos hídricos del cultivo (evapotranspiración), la eficiencia de aplicación de sistema y la eficiencia de conducción. Los sistemas de riego superficiales tienen eficiencia de aplicación que varía de 60 a 80% mientras que los sistemas presurizados de 70 a 90%. Inifap, 2006

El movimiento del agua en el suelo es por flujo de masa (estado líquido) y difusión (estado vapor). Las fuerzas que controlan el movimiento del agua son debidas principalmente a la naturaleza capilar del suelo. La cual actúa igualmente en todas direcciones y la fuerza gravitacional, la cual es siempre constante hacia abajo, la fuerza capilar disminuye a medida que el suelo se humedece. En el suelo seco la fuerza capilar es más grande que la gravitacional y tiende a mover el agua en todas direcciones, incluso hacia arriba. A medida que el suelo se humedece, los poros del suelo se saturan, las fuerzas capilares debilitan y la

fuerza gravitacional es más importante y el que se mueve hacia abajo. Yescas, 2005

En este sistema el manejo básico consiste en regar el suelo en pulsos cortos (riego de alta frecuencia), lo que permite que el movimiento del agua sea controlado principalmente por las fuerza capilares y no por las gravitacionales, permitiendo a la planta recibir frecuentemente el agua y nutrimentos directamente en pequeña porción de la zona radical. Yescas, 2005

Cuadro 6. Calendarización de riego en maíz, en base a etapas fenológicas del cultivo Reta et al, 2002.

Auxilio	DDS*	FASE FENOLOGICA
1°	30-35	Diferenciación de órganos reproductivos
2°	47-52	Inicio de crecimiento de la mazorca
3°	64-69	Emergencia del estigma
4°	81-86	Grano lechoso

*DDS: Día Después de la Siembra.

Es posible tener buenos rendimientos con la aplicación de tres riegos de auxilio, sin embargo frecuentemente se presenta una reducción del rendimiento de 20 a 30%, en función de las condiciones del año. Inifap, 2002

2.19 Principales plagas del maíz forrajero

2.19.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

El gusano cogollero es la plaga de mayor importancia en el cultivo del maíz en México y se le considera de importancia primaria en la Región Lagunera. Los principales cultivos hospedantes de esta plaga son el maíz y el sorgo. Inifap, 2006

2.19.1.1 Daños

El gusano cogollero inicia su ataque en el cogollo de la planta del maíz. Generalmente la infestación se detecta hasta que la larva alcanza su mayor desarrollo, cuando los daños sean más visible; es común su ataque en las platas pequeña. Al emerger las larvas de la masa de los huevecillos penetran al cogollo. Donde se alimenta de hoja en formación, las cuales al desarrollarse son perforadas y rasgada. 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

2.19.1.2 Manejo

En siembra de primavera se observan dos picos de infestación de larvas, el primero ocurre de los 18 a 24 días después de la siembra (dds), con promedio de 21 dds, y el segundo entre 40 a 59 dds con promedio de 48 dds. En contraste, en siembra de verano se presenta un solo pico de infestación entre los 11 a 17 dds, con promedio de 13 dds. Por lo anterior, el periodo de control del gusano cogollero es más prolongados en siembras de primavera que en verano. Sin embargo, la

oportunidad del control de la plaga adquiere mayor relevancia en siembra de verano, ya que debe efectuarse durante los primeros días después de la emergencia de plantas. Inifap, 2006

Los porcentajes de plantas dañadas más bajos se han obtenido cuando se realizan el control químico de la plaga durante las dos primeras semanas después de la emergencia de la planta. Se recomienda aplicar insecticidas para el control del gusano cogollero, durante este periodo crítico, si presenta por arriba del 60% de la planta dañada o más del 50% de plantas infestadas, en promedio. Inifap, 2006

2.19.1.3 Control con insecticidas convencionales

Los insecticidas más efectivas para el control del gusano cogolleros son: permetrina (Rostov), clorpirifós (Lorsban 480) (concentrados emulsionable), la mezcla de aceites vegetales + lambda-cyhalotrina + piretro natural (Kobidín), clorpirifós (Lorsban 75 WG) (granulados dispersables) y benzoatos de emamectina (Proclaim). Inifap, 2006

2.19.2 Araña roja (*Oligonychus pratensis*, *Tetranychus urticae*).

La araña roja es una plaga de importancia es una plaga de importancia primaria en la Región Lagunera y en otras zonas agrícolas de México. Los principales cultivos que ataca esta plaga son el maíz y sorgo. Inifap, 2006

2.19.2.1 Daños

Normalmente la infestación, se inicia en las orillas .de los lotes en camino de terracería, y en empieza en las hojas inferiores y prosigue hacia arriba. Al inicio la infestación se observan pequeñas colonias de ácaros de color blanquecino y polvoso en el envés de las hojas de maíz. Los ácaros succiona la savia de la planta y su ataque se manifiesta como manchas rojizas en el haz de las hojas. Si esta plaga no se controla oportunamente, seguido puede causar que el follaje se seque prematuramente, seguido de la defoliación de la planta las altas temperatura y condiciones de baja humedad en el cultivo favorece en el incremento de la plaga. Inifap, 2006

2.19.1.2 Efecto del daño en el peso seco del forraje

El peso seco de la planta de maíz forrajero se reduce significativamente al incrementar el grado de daño de la araña roja. Se han observado la diferencia estadísticamente significativas en el peso seco de la planta entre grado de daño, pero no entre híbrido de maíz. La reducción promedio en el peso de planta es la siguiente: 18.5% para un 33% de follaje dañado, 40.7% para un 66% de daño y 57.4% para un 100% de daño. Inifap, 2006

2.19.2.3 Efecto del daño en la calidad del forraje

En general se observo poco efecto del daño de la plaga en las diferentes variables de calidad forraje. Se determino un incremento en los valores de Fibra Acido Detergente (FAD), Fibra Neutro Detergente (FND) y lignina (LIG) en la

muestra de forraje; mientras que en el forraje compuesto por todos los órganos de la planta se presentó un incremento en el valor de FND. Inifap, 2006

Por lo tanto, el daño de la araña roja se traduce principalmente en una reducción significativa del rendimiento del forraje; mientras que su calidad es poco afectada. Inifap, 2006

2.19.2.4 Manejo

En general, a medida que se siembra más tarde el maíz forrajero, la infestaciones de araña roja son más bajas. En siembra temprana de primavera las infestaciones son altas. Por lo tanto, usualmente se requiere realizar acciones de control en esta época de siembra. En siembra intermedia de primavera las infestaciones son moderadas. En siembras tardías de primavera y en siembras de verano las infestaciones son más bajas o nulas. En siembras tempranas de primavera las infestaciones se desarrollan rápidamente, observándose un periodo crítico de mediados de mayo a fines de junio, con incrementos prácticamente exponenciales en los niveles de infestación propiciados por la temperatura alta y humedad relativa baja; mientras que en siembras intermedias de primavera las infestaciones se desarrollan lentamente. Se recomienda enfocar el control de esta plaga en las siembras tempranas de primavera (fines de marzo a fines de abril) durante el periodo crítico indicado. Inifap, 2006

Las infestaciones de la araña roja empiezan en las hojas inferiores (2 a 5 hojas), generalmente a mediados de mayo. Posteriormente las infestaciones

progresan rápidamente en forma ascendente, de tal manera que en tres semanas logra infestar toda la planta de maíz. Por lo anterior, la oportunidad de las aplicaciones de acaricidas y en buen cubrimiento del follaje en la parte basal de las plantas son factores críticos para lograr un control efectivo de la plaga. Inifap, 2006

2.19.2.5 Control con acaricidas

Los productos más efectivos para el control de la araña roja son: AK-20 (dicofol), Agrimec (abamectina) y Artig (abamectina).

Eficiencia de equipos de aplicación de acaricidas. En general las aplicaciones aéreas son deficientes, debido a que cuando se inician las infestaciones de las arañas roja las plantas ya están muy desarrolladas (12 hojas o más) y no se logran un buen cubrimiento de las hojas inferiores. Para lograr un adecuado cubrimiento de las hojas inferiores de la planta y del envés de la hojas, se debe ocupar equipos terrestre bien calibrado para asperjar 400 o más litros por hectáreas, con una presión de 80 psi o mas y boquillas de cono hueco de preferencia. Inifap, 2006

Cuadro 7. Importancia del daño en follaje por araña roja según el Inifap, 2006.

Follaje daños	Reducción de rendimiento
33%	18.5%
66%	40.7%
100%	57.4%

2.20 Condiciones edafológicas para el cultivo del maíz

2.20.1 Temperatura

La temperatura es elemento primario que se influye el desarrollo del maíz. Los cultivares se clasifican como de madurez temprana o tardía en base de sus requerimientos térmicos para cumplir ciertas etapas del desarrollo. Cimmyt, 2007

El cultivo del maíz presenta más problemas cuando la temperatura promedio inferior es 18.9°C durante el día y 12.8°C durante la noche (Reyes, 1990). La floración masculina de maíz se acelera cuando aumenta la temperatura de 15 a 20°C, temperaturas menores de 15°C provocan un retraso en la espiga. Vázquez, 2010

El maíz requiere temperatura de 25 a 30°C, y alta incidencia de la luz solar y aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 25°C. El maíz puede soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a la mala absorción de nutrientes, minerales y agua. Para la fructificación requiere temperaturas de 20 a 32°C (Infoagro, 2002). La temperatura afecta el crecimiento de la planta. La planta se detiene su crecimiento y estado de latencia principal para la mayoría de las plantas a 0°C. Cantú, 1983

La temperatura óptima para germinación del maíz es de 18 a 21°C. La germinación disminuye significativamente cuando la temperatura media óptima para el desarrollo del maíz es menor de 13°C. La temperatura media óptima para el desarrollo del maíz es de 18 a 24°C. Inifap, 2006

Los principales efecto climatológico en la producción de maíz en estas regiones (la Comarca Lagunera) son:

- Días con mayor radiación solar promueve la fotosíntesis.
- Días más largo y temperaturas nocturnas fresca promueven la fotosíntesis.
- Altas temperaturas afectan el desarrollo de las plantas.
- Altas temperaturas acortan el periodo de llenado de granos y el ciclo de producción. Inifap, 2006

2.20.2 Humedad

Los requerimiento óptico de la humedad son diferente si se consideran variedades precoces (alrededor de 80 días) o variedad tardía (de 140 días). Bajo condiciones de temporal y con variedades de adaptadas, se pueden tener varios rendimientos con más o menos de 500 mm de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo. Bajo condiciones de riego se recomiendo un riego de para siembra y tres riego de auxilio, cuya suma total en lámina de agua de riego implican alrededor de 20 cm de lámina en pre-siembra y 12 cm de lámina para cada riego de auxilio, es decir más o menos 56 cm en total. Vera, 2009

La humedad es importante debido a las fuertes necesidades de agua del maíz que condicionan también el área de cultivo. Las mayores necesidades corresponden a las épocas de la floración, comenzando 15 o 20 días antes, que es un periodo crítico de necesidad de agua. Guerrero, 1992

El estrés de la humedad, afecta el rendimiento de grano en cereales cuando se produce en tres etapas claves: 1) iniciación y desarrollo de la inflorescencia (aquí se determina el número de granos potenciales), 2) antesis y fertilización y; 3) llenado de grano (cuando el peso de grano se incrementa progresivamente). Verdugo, 2007

La planta requiere aproximadamente entre 600 y 800 mm de agua especialmente durante la germinación, el espigamiento y la floración, una buena luminosidad ayuda a la formación de granos. Sánchez, 2010

2.20.3 Radiación

La radiación solar y la humedad relativa tiene un efecto en la actividad metabólica de las plantas influyen en la concentración de azúcares libres y en los contenidos de los componentes de la pared celular (FDN y FDA). Herrera, 1999

La alta intensidad de luz reduce la producción de materia seca, particularmente la fracción de grano, pero tiende también a promover el

incremento de valor nutritivo del rastrojo de maíz por reducción de la concentración de los constituyentes totales de la pared celular. Yescas, 2005

2.20.4 Viento

La velocidad del viento afecta el comportamiento de los forrajes, a mayor viento mas evaporación aumentando el requerimiento de agua por plantas, especialmente si esto ocurre durante la polinización y llenado de grano. Herrera, 1999

2.20.5 Fotoperiodo

El maíz lo consideran una planta insensible al fotoperiodo debido a que se adapta a regiones de fotoperiodo neutro, cortó o largo, sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen en fotoperiodo de 11 a 14 horas luz. Robles, 1990

La variación estacional de luz afecta la calidad forrajera. El forraje cosechado en primavera, así como el ciclo final de verano o en otoño, tiene mayor contenido de hojas y proteínas, que en el producido en verano, considerando que todo tiene el mismo estado de madurez. Una disminución de 30 a 40 % en la intensidad de la luz produce un retraso de madurez de cinco a seis días. Las variedades tardías son más sensibles a la falta de luz. Llanos, 1984

El fotoperiodo en el maíz tiene influencia en el crecimiento vegetativo, formación de flores, semillas y frutos, extensión de las ramificaciones, forma de las

hojas y formación de pigmentos, pubescencia, desarrollo radicular y muerte de la planta. El maíz es considerado como una planta de fotoperiodo corto. Reyes, 1990

2.20.6 Precipitación

Los climas lluviosos, cálidos y húmedos favorecen la lignificación de la planta y reduce la digestibilidad. La precipitación puede disminuir considerablemente la calidad de forraje al romper y destruir las hojas (una vez cortando), lixiviar los nutrientes y prolongar la respiración. Yescas, 2005

2.20.7 Agua

Asegurar una humedad adecuada en la zona de las raíces durante la etapa crítica es esencial para obtener los rendimientos óptimos. Las etapas más críticas del maíz, desde el punto de vista hídrico, son durante la floración y el jilote. El maíz es un cultivo más sensible al estrés hídrico que otras gramíneas tales como el trigo y sorgo. Los requerimientos de riego de los cultivos varían, temporal y espacialmente, en función del clima, del manejo, de la fase y de la variedad del cultivo. Verdugo, 2007

Solo el 3% de la radiación total que incide sobre el cultivo es usada para la fotosíntesis. Parte de la energía permanente calienta el follaje y este calor es dispersado por medio de la transpiración y la evaporación de agua de las hojas. Sánchez, 2010

El uso de agua en el cultivo de maíz aumenta hasta la época de floración y cuando la planta tiene su máxima superficie solar. El consumo de agua se mantiene a un nivel alto, hasta 50 mm por semana o más, durante el llenado de grano, después la cantidad de agua se reduce al terminar el ciclo reproductivo y llegar a su madurez fisiológica. Un estrés de agua en el llenado de grano puede reducir el rendimiento desde un 20 a un 50%. Vázquez, 2010

El rendimiento y calidad de maíz disminuye cuando no recibe el riego al momento de llenado de grano. El periodo de gran sensibilidad es de 20 a 30 días antes de la floración y de 10 a 15 días después, la falta de agua reduce el crecimiento del aparato vegetativo y glúcido almacenado en el número de granos por espiga. Si la sequias es posterior, la falta de agua limita la actividad fotosintética, acelerando la movilización de reservas del aparato vegetativo y el proceso de secado de las hojas. Juan, 2007

2.20.8 Suelo

El maíz se adapta muy bien en diferentes tipos de suelos, pero con suelos con un pH entre 6 a 7 son los mejores que se adaptan. También requiere de suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixias radicular. Vera, 2009

El suelo es importante por su textura, estructura, contenido de elemento orgánico e inorgánico como fuente de nutrientes, humedad, aireación,

temperatura, flora microbiana, conductividad eléctrica y su capacidad de intercambio catiónico (C.I.C). Estos factores están relacionados con la capacidad de suelo para proveer la planta las condiciones necesarias para crecer, producir la calidad y cantidad de forraje esperada. Núñez, 1993

La planta del maíz forrajero se desarrolla bien en suelos fértiles, con texturas medias y bien drenadas; con un pH entre 5.5 a 7.2. Se recomienda abandonar los suelos pobres y pocas fertilidades. Sánchez, 2010

Cuadro 8. Clasificación del suelo de acuerdo con el contenido de micronutrientes. Inifap, 2006.

clasificación	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	Ppm				
Muy bajo	<3	<0.2	<2	>0.3	<0.4
Bajo	3-5	0.2– 0.5	2-4	0.3-0.6	0.4-0.8
Moderadamente bajo	5-8	0.5-1.2	4-8	0.6-1.5	0.8-1.2
Medio	8-12	1.2-2.0	8-12	1.5-2.5	1.2-1.6
Moderadamente alto	12-25	2.0-2.5	12-25	2.5-5.0	1.6-2.0
Alto	25-50	2.5-4.0	25-50	5.0-8.0	2.0-3.0
Muy alto	>50	>4.0	>50	>8.0	>3.0

2.21 Fertilización

La fertilización es un componente importante de la tecnología de producción en maíz forrajero. La fertilización puede representar de un 20 a 30% de costo de la producción del maíz forrajero. Los análisis del suelo y de la planta son herramienta importantes para tomar decisiones y de que tanto fertilizar. El cultivo de maíz extrae cantidades importantes de elementos como nitrógeno (N), fósforo (P),

potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y en menor cantidad otros conocidos como elementos menores o micronutrientes. Inifap, 2006

Es importante conocer el potencial productivo del suelo antes de decidir cuánto fertilizar aplicar, esto tiene que ver con los factores de producción bióticos y abióticos, que estén presente a un nivel mínimo y no interfieran con los objetivos establecidos. Sánchez, 2010

Aunque los fertilizantes más utilizados en maíz forrajero son los que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y algunas regiones potasio (K), es importante observar todos los síntomas en el cultivo, y conjuntamente con los análisis de suelo y planta corregir deficiencia de otros nutrimentos en caso necesario. Inifap, 2006

Si se utilizan fertilizantes granulados es recomendable aplicar solo el 40% de la dosis total estimada al momento de la siembra y el 60% restante en la escarda, antes del primer riego de auxilio. Si se tiene la infraestructura para utilizar fertilizantes líquidos y sistema de riego por gravedad, se recomienda fraccionar la dosis total estimada de acuerdo con el siguiente cuadro. Inifap, 2006

Cuadro 9. Porcentaje de la dosis de N total estimada que se recomienda aplicar en diferentes etapas del cultivo.

etapas	Días después de la siembra	Fracción de la dosis total (%)
Siembra	0-30	15
Crecimiento rápido	30-50	40
Floración –jilote	50-75	30
Llenado de grano	75- 100	15

El nitrógeno es el nutrimento que mas requiere la planta del maíz forrajero y el que más comúnmente limita el rendimiento (Inifap, 2006). La absorción de los nutrimentos comienzan aun cuando el coleoptile haya emergido a través de la superficie del suelo, la concentración de nutrimentos en la zona de las raíces deben ser altos para permitir un rápido crecimiento temprano. La tasa de acumulación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el maíz ocurre en formas diferentes a lo largo de las distintas etapas de crecimientos, en el momento en que la planta alcanza la etapa de seis hojas habrá tomado 5% nitrógeno (N), 3% fósforo (P) y 5% potasio (K) respectivamente de la absorción total. Aunque la cantidad de nutrimentos sea bajos, el tamaño de la mazorca y la planta depende de gran medida de disponibilidad de nutrimentos en estas etapas tempranas del desarrollo de las plantas. Después de las etapas de diez hojas a la etapa reproductiva, las plantas pasan por un rápido incremento en la acumulación de nutrimentos y de la materia seca (MS) absorbiendo cerca de 10% nitrógeno (N) 10% fósforo (P) y 18% potasio (K) de total. En la etapa de doce hojas es crítica en lo que hace el manejo de la fertilidad, ya que este periodo es donde se determina el tamaño de la mazorca del maíz. Una falta de nutrimentos en esta etapa puede

reducir en seriamente el potencial de producción; en esta etapa de la planta han absorbido 25% nitrógeno (N), 20% fósforo (P) y 35% potasio (K). Sánchez, 2010

En 15 hojas el nutrimento es esencial para el rendimiento final y en este momento la acumulación de materia seca (MS) y nutrimentos procede a tasas muy intensas ya que la planta acumula 50% nitrógeno (N), 30% fósforo (P) y 50% potasio (K), respectivamente. En el estado de aparición del estambre, la planta ha absorbido el 65% nitrógeno (N), 50% fósforo (P) y 90% potasio (K). Sánchez, 2010

Estudios realizados en la Región Lagunera indican que por cada tonelada de forraje seco a producir se requerirán 12.0 Kg de Nitrógeno (N), 3.6 Kg de fósforo (P_2O_5) y 20.5 potasio (K_2O). Sin embargo, rendimiento del cultivo dependerá también de otros factores tales como: genotipo utilizado, densidad de población, programa de fertilización, calendario y lámina de riego. En general se observa que entre mayor sea el rendimiento esperado mayor debe ser el abastecimiento de nutrimentos. Por otro lado tenemos que el potasio (K) es demandado por el cultivo de maíz en cantidades considerables, de acuerdo con el Inifap, este no es necesario aplicarse en forma artificial, ya que los suelos de la región son ricos en cuanto a este elemento. Sánchez, 2010

Cuadro 10. Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para diferentes niveles de rendimiento de forraje seco de maíz en la Comarca Lagunera Inifap.

Rendimiento esperado ton/ha	Cantidad de nutrimentos requeridos		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
10	120	36	205
15	180	36	257
20	240	71	410
25	300	89	512

En base a: 1.2% N; 0.36%K₂O: 2.05 K₂O

2.22 Calidad forrajera

La calidad forrajera desde el punto de vista de nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en producto como: carne y grasa como estando en función el grado de digestibilidad del mismo; la calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimiento nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad, composición química y digestibilidad del mismo. Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje esta la materia seca (MS), el contenido de minerales, la concentración de proteína tanto cruda como bruta, extracto etéreo (contenido de grasa) el grado de concentración. Cantú, 2003

Asume el termino de calidad se refiere no solo a la concentración de nutrientes como proteína cruda, energía y fibra, en un forraje o bien a la proporción de grano en la planta, sin embargo el verdadero valor nutritivo del forraje de calidad con su digestibilidad y efecto que provoca en el animal que lo consume se mide en producción de leche, crecimiento o ganancia del peso. Herrera, 1999

El valor nutritivo del forraje está determinado por: 1) concentración de nutrientes. 2) digestibilidad de los nutrientes. 3) naturaleza de los productos finales de la digestión. Duarte, 2009

2.23 Cosecha

En surcos tradicionales de 76 a 80 cm y en surcos de 38 a 60 cm indistintamente se puede usar la misma ensiladora. El uso de los genotipos precoces permite realiza la cosecha de 6 a 11 días antes que los híbridos de los ciclos intermedio. Reta, *et al.*, 2002

2.23.1 Etapa de cosecha

Con el avance de la madurez se incrementa las fracciones fibrosas de las hojas y tallo, y disminuye la digestibilidad de la fibra. Sin embargo, las concentraciones de las fracciones fibrosas en la materia seca de la planta entera disminuyen debido al efecto de dilución por el aumento en el contenido de grano; lo cual resulta, en un aumento en la energía neta de lactancia del ensilado del maíz. Inifap, 2006

Un híbrido de maíz, el momento en que es cosechada la planta define el rendimiento de materia seca por unidad de superficie y valor nutritivo de la misma. Se considera optimo el momento en que la planta alcanza un porcentaje de materia seca entre 30 y 36%, coincidiendo con la ocupación de la mitad y las tres cuarta partes del grano por el endospermo solido ($\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de la línea de leche). Sánchez, 2010

El momento óptimo de cosecho puede variar en función del híbrido utilizado y condiciones ambientales durante la evaluación del cultivo, las que pueden afectar el rendimiento en grano y estado general de la planta. Sánchez, 2010

Existen diferencia entre localidades en etapas óptima de cosecha; así, en la Región Lagunera, para optimizar el rendimiento de MS/ha y calidad nutricional, la cosecha puede realizarse entre grano duro y 1/3 de avance de la línea de leche en el grano de maíz (90 a 105 dds). En Aguascalientes la etapa óptima de la cosecha es cuando el avance de la línea de leche en el grano sea entre 1/2 y 2/3 (130 – 140 días en híbridos intermedios y de 120- 130 en híbrido precoces después de la siembra. Inifap, 2006

La línea de leche marca el avance de endurecimiento por la maduración de los granos, dividiendo la zona de almidón y sólido. El maíz cortado en estado masoso lechoso tiene un 25% de mazorca, cuando se corta a un tercio de línea de leche, el porcentaje aumenta a más de 40% y el contenido de FDN disminuye de 69 a menos de 35%, se ha observado cuando la línea de leche tiene avances de 1/4 a 1/2 del grano. Faz y Núñez, 2003

Efecto del estado de madurez y porcentaje de materia seca a cosecha.

- La producción de materia seca por hectárea aumenta significativamente con el estado de madurez.
- El porcentaje de mazorca aumenta al avanzar el estado de madurez

- La digestibilidad de la materia seca a aumenta cuando se cosecha en estado de madurez de grano duro a 1/3 de avance de la línea de leche en el grano en regiones como la Laguna, y de ½ a 1/3 de la línea de leche en regiones como Aguascalientes. Inifap, 2006

2.24 Análisis Bromatológico

2.24.1 Fibra Detergente Neutra (FDN)

La temperatura tiene efecto en la calidad forrajera (Cantú, 2000). Es la porción de la muestra del alimento que es insoluble en un Detergente Neutro. Compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se denomina pared celular. Duarte, 2009

El contenido de fibras de la planta total y en especie de fibras de detergente neutra (FDN) de la planta sin elote ha sido considerado igual de importante que en contenido de grano en calidad forrajera. Peña *et al*, 2003

Los híbridos con la misma concentración de Fibra Neutra Detergente pueden tener valores de energía neta de lactancia diferentes es debido a que la digestibilidad de FDN no es la misma. Núñez, 2003

La Fibra Detergente Neutra (FDN) representa las sustancias menos digestibles de los forrajes (celulosa, hemicelulosa y lignina). Debido a que la FDN es un componente de los forrajes que se digiere lentamente tienen un efecto de

llenado en el rumen. Este puede llegar a limitar el consumo de las vacas lecheras. (Inifap, 2006). Existe variabilidad en el contenido de FDN en las hojas y tallos con valores de 57.9 a 65% y de 30 a 60% de total. Duarte, 2009

2.21.2 Fibra Detergente Acida (FDA)

La Fibra Detergente Acida (FDA) es la fracción de pared celular del forraje más comúnmente aislada y reportada. Esto puede ser la determinación más importante del análisis del forraje. La FDA es la porción que queda después del tratamiento con un detergente bajo condiciones acidas e incluye la lignina, celulosa y sílice. Además es importante por lo que ha demostrado estar en correlación negativa con la digestibilidad del forraje administrado, nitrógeno (N) y sílice que están unidos a la fibra. Cantú, 2003

La Fibra Detergente Acido (FDA) representa la hemicelulosa y lignina. Esta determinación, comúnmente se utiliza para predecir la digestibilidad o el valor energético de los forrajes. La lignina es una sustancia que también limita la digestibilidad de otros componentes de la fibra, como la celulosa y hemicelulosa. Por lo tanto, es un indicador de la digestibilidad de los forrajes. Inifap, 2006

2.21.3 Materia Seca (MS)

El peso total de materia seca producido por el maíz depende del tamaño y la eficiencia fotosintética. El tiempo de efectividad fotosintética en la hoja continua y sobre esto la capacidad de almacenamiento de Materia Seca. Navarro, 2007

La altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, pero debe tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras. Sánchez, 2010

El valor nutritivo de la materia seca del maíz se explica considerando el follaje (hoja y tallos), y granos; la digestibilidad de estos componentes varía de 53 a 65.1% para el follaje y de 88.7 a 93.9 % para grano. Sánchez, 2010

2.21.4 Digestibilidad

Es una medición de uso común para conocer la utilización de los nutrientes, alimentos o dieta, y conocer el grado de aprovechamiento de un alimento por el animal, el valor utilizado es el coeficiente de digestibilidad expresado como porcentaje de Materia Seca (%MS). Juan, 2007

La digestibilidad es un término que se refiere a la parte de los forrajes que es consumida y no excretada en las heces fecales. La digestibilidad se puede determinar con animales (digestibilidad *in vivo* o *in situ*) o en el laboratorio (digestibilidad *in vitro*). Ambas determinaciones están relacionadas entre sí, aunque normalmente la digestibilidad *in vitro* es mayor a la digestibilidad *in vivo*, ya que no se considera la tasa de paso de los forrajes a través del tracto digestivo. La digestibilidad es un indicador general de valor energético de los forrajes. Inifap, 2006

La digestibilidad de la materia se relaciona positivamente con el porcentaje de mazorca (forma sencilla de expresar el contenido de grano), y negativamente con las concentraciones de FDN, FDA y lignina. Estudios realizados en la Comarca Lagunera muestran valores de digestibilidad en forraje de maíz de 56 a 68% y 44 a 50% para rastrojo de maíz en Guerrero, México. Núñez *et al.*, 1999; Herrera *et al.*, 1997

Cuadro 11. Clasificación de los forrajes dependiendo de los porcentajes de Fibra Detergente Neutras (FDN) y Fibras Detergente Ácidas (FDA) (Gonzales, 1995).

Clasificación	Fibra detergente acida %	Fibra detergente neutro %
Excelente	<31	<40
Bueno	31-35	40-46
Regular	36-40	47-53
Malo	41-42	54-60
Pésimo	43-45	61-65

Cuadro 12. Parámetro de calidad de forraje en gramínea (Lozano, 2000).

Calidad	Baja	Mediana	Alta
FDN	>60	De 52 a 60	<51
FDA	>35	De 30 a 35	<29
ENL (Mcal Kg ⁻¹)	>3.5	1.31 a 1.48	<1.50
DMS	>60	De 61 a 67	<68

FDA: fibra detergente ácida, FDN: fibra detergente neutro, ENL: energía neta de lactancia, DMS: digestibilidad de la materia seca.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos, su conformación comprende el suroeste del estado de Coahuila comprendida por los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias, Francisco I. madero, Matamoros, Viesca y el noroeste del estado de Durango abarcando los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, Rodeo, San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Simón Bolívar, Cuencamé y san Juan de Guadalupe. Está limitado por los meridianos 102° 51', 103° 40' de su longitud oeste de Greenwich y por los paralelos 25° 25' y 25° 30' latitud norte, a una altura de 1100 a 1400 msnm. La precipitación es de 200 a 309 mm anual con una temperatura media anual de 21°C. La vegetación predominante para esta zona es matorral xerófilo. SAGARPA, 2007

3.2. Localización del lote experimental

El trabajo consistió en dos etapas, la primera fue considerar las variables agronómicas la cual se realizo en la parcela demostrativa se estableció en los terreno localizado en el ejido fresno del norte en el Km 30 de la carretera Torreón a Francisco I. Madero, Coahuila, en el ciclo primavera 2010 y la segundo etapa fue el análisis de calidad forrajera de los materiales en el estudia los cuales se llevo a cabo en el laboratorio de bromatología en el laboratorio de fitomejoramiento de la UAAAN - U.L

3.3 Material Genético

Cuadro 13. Materiales utilizados (trece híbridos comerciales de maíces) las cuales fueron:

HIBRIDOS	EMPRESA	HIBRIDOS	EMPRESA
Arrayán	ABT	JPX – 33 Amarillo	TEC. DE SEMILLA
HT- 9290	ABT	JPX – 75	TEC. DE SEMILLA
HT- 9499	ABT	Torreón 1	TEC. DE SEMILLA
ABT – 323	ABT	Torreón 2	TEC. DE SEMILLA
1863 W	SYNGENTA	JPX - 33 Blanco	TEC. DE SEMILLA
Avante 2203	SYNGENTA	Cobra (testigo)	COOP. AGRICOLA
Río Grande	COOP. AGRICOLA		

3.4 Diseño experimental

En donde se estableció un híbrido por tendida con 21 metros de ancho y por 80 metros de largo así tomarse la muestra Para los análisis estadísticos de la información se utilizo el modelo de diseño bloques al azar con cuatro repeticiones.

3.5 Desarrollo del experimento

3.6 Preparación del terreno

El barbecho: se realizo a 30 cm para romper la capa arable y esta práctica tiene como objetivo mejorar las condiciones del suelo y para incorporar la maleza y los residuos del cultivo anterior además.

3.7 Establecimiento del cultivo

3.7.1 Fecha de siembra

Se realizo dentro del periodo de la Región Lagunera, la fecha de siembra se retrasó del 10 de abril al 28 de abril del 2010 debido a fuertes lluvias y granizo,

será a partir del 28 de abril de 2010 iniciando con los híbridos de ciclo precoz, se estableció un híbrido por tendida con 21 metros de ancho y por 80 metros de largo.

Cuadro 14. Análisis de suelo realizado antes del inicio de la siembra.

PARAMETRO	PROFUNDIDAD 0-15 cm	PROFUNDIDAD 15-30 cm	PROFUNDIDAD 30-60 cm	RANGO OPTIMO
P.H.	8.43	8.15	7.70	7.0
C.E. Ms/cm	0.266	0.327	0.332	<4.0 mS/cm
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSA	FRANCO ARCILLOSA	FRANCO ARCILLOSA	
% ARENA	34.08	33.08	33.08	
% ARCILLA	30.28	32.28	32.28	
% LIMO	35.64	34.64	34.64	
MATERIA ORGANICA	1.63	0.81	0.76	3.0 – 6.0 %

3.7.2 Riego

El riego fue técnicamente en base de gravedad, aplicándose un número de riego. 1 de aniego (pre- siembra) y 2 riegos de auxilio.

3.7.3 Fertilización

Al inicio de la siembra no se fertilizo ya que había buena disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo (nitrógeno, fósforo y potasio), se aplicó a partir del primer riego de auxilio a una dosis de la fórmula 100-50-00. Un fertilizante foliar de N-FOS-83 con una dosis de tres litros por hectáreas mezclado con seis litros de F-8 por hectárea.

3.7.4 Control de plagas

Para el control de gusano cogollero se aplico alfa-cipermetrina con una dosis de 0.5 L/ha, y un litro de clorpirifos etil. Para el control de araña roja se aplico Artig (abamectina) con una dosis de 0.75 L/ha.

3.7.5 Control de malezas

El control de maleza se realizo previo a los riego efectuados, esta labor se realizo manualmente.

3.7.6 Cosecha

La cosecha se realizó el 31 de julio del 2010 en forma oportuna, en base al estado de madurez de cada hibrido y así obtener la máxima respuesta en producción y calidad nutricional, al momento de cosechar se tomara muestra de cada hibrido para obtener el rendimiento de forraje fresco, cosechando cuatro muestras por cada hibrido para obtener el rendimiento de forraje seco, cosechando de cuatro muestras por parcela de cuatro surcos de tres metros de largo, de aquí se tomo una planta para determinar materia seca.

3.8 Registro de características agronómicas de planta

Una vez cosechado los híbridos de maíz se procedió a llevar las muestras al laboratorio de calidad de semillas de la U.A.A.A.N - U.L para secarlas a la intemperie y posteriormente ponerlas en la estufa a secar para así de esta manera

determinar el porcentaje de materia seca total de cada uno de los híbridos, así como el peso de forraje fresco.

3.9 Variables agronómicas

3.9.1 Días a floración masculina (DFM)

Se expreso como el número de días transcurrido desde la siembra hasta que el 50% de las plantas.

3.9.2 Días a floración femenina (DFF)

Se considero el 50% de las plantas de cada parcela presentaron los estigmas aproximadamente con diez a doce cm de longitud fuera de las brácteas.

3.9.3 Altura de planta (AP)

Medición en centímetros fue desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiga. Se consideraba cuatro plantas con competencia completada por cada uno de las cuatro repeticiones.

3.9.4 Altura de mazorca (AM)

Esta variable fue la medición (cm) con una cinta métrica fue del ras del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, considerando las cuatro plantas por repetición.

3.9.5 Número de mazorca (NM)

El conteo de la mazorca, considerando las variables, cuatro plantas con competencia completa por repetición.

3.9.6 Rendimiento fresco de mazorca por hectárea (RFRMz)

Esta variable se obtiene con una regla de tres, el promedio de peso de total de mazorca (PTM) por una hectárea (10,000 m²) entre la superficie cosechada 2.25 m² para dar nos rendimiento fresco por hectárea (Kg/ha) utilizando la formula siguiente.

$$\begin{array}{l} \text{PTM} \text{-----} 2.25 \text{ m}^2 \\ \text{X} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2 \\ \text{X} = \text{RFRMz Kg/ha.} \end{array}$$

En donde: PTM es peso total de mazorcas y RFRMz es rendimiento fresco de mazorca.

3.9.7 Producción de materia seca por hectárea (MS)

Esta variable se obtuvo por una regla de tres, el rendimiento de forraje fresco (RFFr) por el porcentaje de materia seca (%MS) y dividiendo al cien por ciento (100%) y da como resultado la producción de materia seca por hectárea (PMSH), utilizando la siguiente formula.

$$\begin{array}{l} \text{RFFr} \text{-----} 100\% \\ \text{X} \text{-----} \% \text{ MS} \\ \text{X} = \text{PMSH Kg/ha.} \end{array}$$

En donde: RFFr; es rendimiento de forraje fresco, %MS; es por ciento de materia seca. PMSH; es producción de materia seca por hectárea.

3.9.8 Porcentaje de materia seca (%MS)

Para obtener esta variable se realizo con una regla de tres, es el peso seco de la muestra que se metió a la estufa (repetición) multiplicado por el cien por ciento dividiendo por el peso de una planta por cada repetición, utilizando la siguiente formula.

$$\begin{array}{l} P-1-P \text{ -----} 100\% \\ P.S \text{ -----} X \\ X = \%MS \end{array}$$

En donde: P1P es peso de una planta y el PS: peso seco de una planta.

3.9.9 Rendimiento de forraje fresco (RFFr)

Esta característica agronómica se obtuvo con una regla de tres, el peso verde total de plantas (PVTP) multiplicando por una hectárea (10,000 m²) y dividió por la superficie cosechada (2.25 m²) utilizando la formula siguiente:

$$\begin{array}{l} PVTP \text{ -----} 2.25\text{m}^2 \\ X \text{ -----} 10,000 \text{ m}^2 \\ X = \text{RFFr Kg/ha.} \end{array}$$

En donde: PVTP es peso verde total de plantas y RFFr es rendimiento de forraje fresco

Nota: el 2.25 m² se obtiene de los 3 m cosechados por la distancia de planta a planta que es 0.75 cm.

3.9.10 Población (PI/ha):

Este parámetro se obtuvo por una regla de tres, una hectárea (10,000 m²) por el número de plantas cosechada en los tres metros por la superficie cosechada (2.25 m²) utilizando la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} 2.25 \text{ m}^2 \text{-----} 20 \text{ plantas} \\ 10,000 \text{ m}^2 \text{-----} X \\ X = \text{Plantas por ha} \end{array}$$

3.10 Análisis bromatológico

El análisis bromatológico consistió en las variables de calidad forrajera: se determino a partir de una muestra de materia seca por ciclo, resultante de una mezcla homogénea de las muestra en las repeticiones de cada uno de los híbridos.

3.10.1 Determinación de Fibra Detergente Ácida (FDA) y Fibra Detergente Neutra (FDA)

Utilizando un analizador ANKON 220. El ensayo consistió en tomar 0.5000 g de la muestra de materia seca de la planta que se cosecharon y se colocó en papel filtro (ANKON # F57). Se colocaron las muestras en el analizador de fibras y se añadió 2 litros de solución en el vaso de digestión para el análisis de FDA y

para el ensayo de FDN a la solución de se le agrego 20 g de sulfato de sodio (Na₂SO₄) y 4 ml de alfa – amilasa.

Posteriormente las muestra tales como FDA y FDN fueron dirigidas en analizador de fibras por un tiempo de una hora a una temperatura de 100 °C. Cuando el tiempo fue alcanzado se lavaron con agua destilada caliente, aproximadamente 100°C, realizándose tres veces el proceso. Para el análisis de FDN se agregaron cuatro ml de alfa–amilasa a cada uno de los dos enjuagues. Después se retiraron las bolsa de papel filtro con las muestra y se colocaron en un vaso precipitado de 500 ml y se agregaron 200 ml de acetona y se dejaron un tiempo de tres minutos con la finalidad de retirar los residuos de la solución utilizada.

Después se dejaron las muestra expuesta al ambiente por un tiempo de 45 minutos para evaporar la acetona pasando el lapso del tiempo, las muestra se situaron en una estufa a una temperatura de 105°C (+ 1°C) por 24 horas, pasando este tiempo se procedió a pesar las muestra y una vez obtenido los datos se determino el porcentaje de FDA y FDN utilizando la formula:

$$\% \text{ de FDA y FDN } \frac{\text{peso final} - \text{peso de la bolsa}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.10.2 Determinación de energía neta de lactancia (ENL)

Esta fue realizada bajo la siguiente fórmula:

ENL=2.707- (0.24*FDN) se determino en porcentaje Mcal kg⁻¹

3.10.3 Determinación de digestibilidad (DIG)

Para esta variable se utilizo la siguiente fórmula:

DIG=88.9 (0.779*FAD) equivalente en (%).

Cuadro 15. Solución para determinación de Fibra Detergente Ácida (FDA).

Reactivo	Cantidad
Bromuro de cetil	20 g
Trimetil amonio (CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃ Br	20 g
Acido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	1 L

*preparación para 5 L

Cuadro 16. Solución para análisis de Fibra Detergente Neutro (FDN).

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio (C ₁₂ H ₂₅ O ₄ SNa)	150 g
Sal disódica (EDTA)	93.05 g
Tetrabaorato de sodio decahidratado	34.05 g
Fosfato acido disódico (Na ₂ HPO ₄)	22.80 g
Agua destilada	5 L
Etilenglicol	50 ml

*preparación para 5 L.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo, donde se evaluaron doce híbridos de maíz forrajero, en comparación con un testigo ampliamente adaptado a las condiciones de la región los que se indican a continuación.

4.1 Floración Masculina (FM)

La floración masculina es una característica agronómica que indica de una manera aproximada el ciclo biológico de los genotipos de maíz, en este sentido los resultados de este trabajo indican que se obtuvo una media general de 71 días a floración masculina a partir de la siembra y una variación de 67 a 78 días, el híbrido que destaca por su precocidad relativa y/o comparativa entre los híbridos en estudio, fue ABT-323 con 67 días, en tanto que el más tardío fue Arrayán con 78 días, cabe indicar que el testigo (Cobra) resultó con 75 días a floración. Cuadro 17

4.2 Floración Femenina (FF)

El ciclo biológico de siembra a madurez fisiológica en maíz se divide en etapa vegetativa y etapa reproductiva. La etapa vegetativa se puede descomponer en tres periodos: 1.-siembra-emergencia, 2.-emergencia-espigamiento, 3.-espigamiento-floración masculina; En este sentido, se encontró que el período de emergencia al 50% de floración femenina, esto es un factor para estimar el momento de la madurez fisiológica, ya que este periodo se hace más corto con temperaturas altas y humedad adecuada; Sin embargo se tiene bien determinado

que el intervalo de floración femenina a madurez fisiológica es más constante. Por lo que dicha madurez podría predecirse al añadir 50 días a la fecha promedio de floración femenina por genotipo y de esta manera se obtendrá la fecha aproximada a madurez fisiológica (Macías, 2010). Al respecto en este estudio la floración femenina al 50%, ocurrió con una variación de 70 a 80 dds (días después de la siembra), En base a esta característica y al comparar a los híbridos en estudio, resultó que los que muestran mayor precocidad fueron ABT-323 y Avante 2203 con 70 dds, en tanto el más tardío fue el Arrayán con 80 dds, para esta característica se obtuvo una media general de 73 dds. Cuadro 17

4.3 Altura de Planta (AP)

Características como altura de planta y altura de mazorca, son importantes dado que permiten identificar genotipos capaces de tolerar alta densidad de población de plantas, en este sentido se ha determinado que híbridos de porte medio de planta, permiten el establecimiento de siembra a densidades hasta de 110,000 plantas por hectárea a través de lo cual es posible incrementar los niveles de producción de 25 a 30%. Reta y Gaytán, 1999

En relación a altura de planta, en el presente trabajo, los resultados indican que el genotipo de mayor altura fue HT-9499w con 327 cm, el cual resultó estadísticamente diferente a todos los materiales evaluados, por el contrario el genotipo de menor altura de planta fue JPX-33 amarillo, con 243 cm y fue estadísticamente igual a tres híbridos del total evaluados, con altura de 243 a 259

cm. Es importante indicar que el rango de variación fue entre 243 y 327 cm, donde el testigo fue el híbrido de menor altura, así también la media general fue 277 cm. Al relacionar altura de planta con materia seca, se observa que HT-9499w con 327 cm de altura de planta, alcanzó a producir 20,067 Kg/ha de MS, en tanto que JPX-75, con 275 cm de altura, obtuvo 22,387 Kg/ha de MS, siendo el híbrido con mayor producción de todos los evaluados en esta investigación, lo cual indica que entre estos materiales no se observa la relación de mayor altura de planta – mayor producción de materia seca. Cuadro 17

4.4 Altura de Mazorca (AM)

Un concepto ligado a la densidad indica que el cultivo más productivo, no es el que tiene una mazorca con mayor tamaño, sino la que produce la mayor cantidad de grano seco por unidad de superficie. Bartolini, 1999

En el presente estudio y en relación a altura de mazorca, los resultados indican que se obtuvo una variación de 101 a 146 cm, donde se observa que el testigo Cobra obtuvo 121 cm y en tanto que el genotipo de mayor altura en mazorca fue JPX -75 con 146 cm, por su parte con 101 cm el híbrido 1863w fue el de menor altura; En este sentido se obtuvo que la media general fue 124 cm, observándose que seis genotipos resultaron superiores a la media. Cuadro 17

Cuadro 17. Promedio de cuatro características agronómicas de doce híbridos de maíz forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2010

GENOTIPOS	DFM (50%)	DFF (50%)	AP (cm)	AM (cm)	Rend de MS (kg/ha)
JPX 75	69	71	275 b c d	146 a	22,387 a
Torreón 1	69	71	295 b c	125 a b c d	18,323 a b c
Torreón 2	70	72	290 b c	128 a b c	20,181 a b
HT-9290-w	74	77	299 b	130 a b c	18,734 a b c
Cobra (t)	75	78	243 e	121 b c d	18,097 a b c
HT-9499-w	75	78	327 a	138 a b c	20,067 a b
ABT 323	67	70	278 b c d	123 a b c d	19,567 a b
JPX-33 blanco	69	71	290 b c	139 a b	17,340 b c d
JPX-33 amarillo	71	73	243 e	116 b c d	18,702 a b c
Rio Grande	70	72	259 d e	115 c d	12,972 d
Arrayan	78	80	271 c d	120 b c d	13,876 c d
1863-w	69	71	256 d e	101 d	20,132 a b
Avante 2203	68	70	277 b c d	123 a b c d	17,244 b c d
MEDIAS	71	73	277	124	18,278
DMS	2.03	0.98	0.27	0.2431	4,957.1

FM; floración masculina; **FF;** floración femenina **AP;** altura de planta **AM;** altura de mazorca

4.5 Rendimiento de Forraje Fresco (RFFr)

La respuesta obtenida, en cuanto a la capacidad de producción de forraje fresco del material genético evaluado, se obtuvo que la producción promedio fue 73,037 Kg/ha, en tanto que la variación observada fue entre 86,634 y 60,272 Kg/ha, donde destaca el híbrido JPX-75 con la mejor respuesta que fue 86,634 Kg/ha, y resultó estadísticamente igual a cinco de los híbridos evaluados; Es importante indicar que el híbrido Avante 2203, fue el de menor respuesta en producción de forraje fresco con 60,272 Kg/ha, respecto al testigo, éste alcanzó una producción de 78,117 Kg/ha y fue estadísticamente igual a cinco de los híbridos evaluados, con niveles de producción entre 77,467 y 86,634 Kg/ha.

Cuadro 18

Un buen maíz forrajero debe poseer un rendimiento de forraje fresco de 50 ton/ha, (Vergara, 2002); por lo anterior y en base los resultados obtenidos en el presente trabajo, se determinó que todos los híbridos evaluados superan las 50 ton/ha. Esto al relacionarse con el rendimiento de materia seca (MS), el JPX-75 alcanzó una producción de forraje fresco de 86,634 Kg/ha, y una producción de materia seca de 22,387 Kg/ha, determinándose que JPX-75 resultó superior tanto en producción de forraje fresco como en materia seca total. Por el contrario la menor producción de forraje fresco y seco, la obtuvo el híbrido Avante 2203 con 60,272 y 17,244 Kg/ha, respectivamente. Cuadro 18

4.6 Rendimiento Fresco de Mazorca (RFRmz)

En cuanto a rendimiento fresco de mazorca, se obtuvo una media general de 23,906 kg/ha y una variación de 16,111 a 29,598 kg/ha, en este sentido se indica que mejores seis híbridos resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, con producciones entre 26,026 y 29,958 kg/ha, donde sobresale el híbrido Torreón – 1, con rendimiento de mazorca en fresco de 29,598 kg/ha; Por el contrario híbrido de menor rendimiento fue Arrayán con 16,111 kg/ha. Cabe indicar que el híbrido testigo (Cobra), alcanzó una producción de 28,195 kg/ha. Cabe indicar que los híbridos de mayor producción de forraje fresco, muestran una relación con producción de mazorca en fresco, tal como se observa en el (cuadro 11), donde estacan los híbridos JPX-75 y Torreón – 1.

Cuadro 18. Promedio de tres características agronómicas de doce híbridos vs un testigo regional evaluado en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010.

GENOTIPOS	RFFr (kg/ha)	Rend FrMz (Kg/ha)
JPX 75	86,634 a	25,762 a b c d
Torreón 1	81,350 a b	29,598 a
Torreón 2	81,111 a b	22,689 b c d
HT-9290-w	80,500 a b	24,722 a b c d
Cobra (t)	78,117 a b c	28,195 a b
HT-9499-w	77,467 a b c	23,434 b c d
ABT 323	70,445 b c d	19,811 d e
JPX-33 blanco	70,411 b c d	26,634 a b c
JPX-33 amarillo	67,195 c d	26,026 a b c
Rio Grande	67,172 c d	21,419 c d e
Arrayán	65,944 d	16,111 e
1863-w	62,867 d	23,721 b c d
Avante 2203	60,272 d	22,667 b c d
MEDIAS	73,037	23,906
DMS	11405	6,045.1

RFFr: rendimiento de forraje fresco; Rend frMz: rendimiento fresco de mazorca; DMS: diferencia menos significativa.

4.7 Población (Pl/ha)

Al aumentar la población de plantas por hectárea, después de un punto crítico, puede reducir la calidad del forraje debido a una disminución en el contenido de grano sin obtener beneficios en producción de forraje por hectárea. Contreras, 2006

Los resultados de este estudio, en cuanto a población de plantas indican una variación de 104,445 a 127,778 pl/ha y una media general de 116,923 pl/ha, al respecto se observan seis híbridos por arriba de la media general, donde el genotipo con mayor población fue JPX – 33 amarillo con 127,778 pl/ha, este

híbrido resultó estadísticamente iguales a diez de los genotipos evaluados, en tanto que el de menor población de plantas fue el Arrayán con 104,445 pl/ha; Por su parte el testigo se cosechó con una población de plantas con 122,222 pl/ha.

Cuadro 19

Por otra parte, no se observa el comportamiento antes señalado para las variables del % de M.S. y rendimiento de ésta, con excepción del genotipo JPX-75, el cual superó en un 3 % más de M.S respecto del testigo y aproximadamente en cuatro toneladas para el rendimiento de la M.S.

Al relacionar población de plantas con materia seca, se observa que el híbrido JPX – 33 amarillo con la densidad de plantas más alta (127,778 pl/ha), obtuvo uno de los menores rendimientos de materia seca, que fue 18,702 Kg/ha, mostrando además una de las menores alturas de planta, (243 cm), por el contrario el Arrayán con 104,445 pl/ha, obtuvo 13,876 Kg/ha de MS, y una altura de planta de 271 cm, mientras tanto Cobra (t) con 122,222 pl/ha, obtuvo una producción de 18,097 Kg/ha de MS, con 243 cm de altura de planta. Cuadro 19

4.8 Porcentaje de materia seca (PMS)

Al avanzar la madurez del maíz forrajero se promueve mayor acumulación de materia seca por hectárea, aumentando el porcentaje de materia seca debido a la pérdida de humedad de la planta y en particular del grano. Contreras, 2006

En cuanto al porcentaje de materia seca en los trece híbridos evaluados, donde el genotipo más destacado fue 1863w con 32% y por el otro lado el de menor materia seca fue Rio Grande con 19% y se obtuvo una media general de 25% y existen cinco genotipos superiores a la media (26 a 32%), en donde con variable de 19 hasta 32% y en donde el testigo (Cobra) solo obtuvo el 23% de materia seca. Cuadro 19

Relacionando el porcentaje de materia seca con rendimiento de materia seca, se observo que el de mayor tratamiento con mayor rendimiento de materia seca JPX-75, con 22,387 Kg/ha, obtuvo 26% MS, en tanto el de menor producción de materia seca fue el genotipo Rio Grande con 12,972 Kg/ha, y que también obtuvo el menor porcentaje de materia seca (19%), mientras tanto el testigo (Cobra) un rendimiento 18,097 Kg/ha y con 23% de MS. Resaltando que el de mayor porcentaje de materia seca lo obtuvo el híbrido 1863w con 32% y con un rendimiento de materia seca de 20,132 Kg/ha. Cuadro 19

4.9 Materia Seca (MS)

La materia seca es la expresión intrínseca total de un cultivo y es la respuesta de todos los proceso fisiológico y bioquímicos de la planta; respecto a producción de materia seca, los híbridos incluidos en este trabajo indican una variación entre 12,972 a 22,387 kg/ha, en donde el híbrido más destacado fue JPX-75 con 22,387 kg/ha, y fue estadísticamente igual ocho híbridos del total evaluados, por su parte el testigo Cobra, resultó con una producción de 18,097

Kg/ha, éste fue estadísticamente igual a tres híbridos más que rindieron entre 18,181 y 18,734 Kg/ha; en este sentido el híbrido con menor respuesta fue Río Grande con 12,972 Kg/ha, fue estadísticamente igual a tres materiales evaluados. Cabe indicar que, los resultado indican que seis híbridos alcanzaron producciones de forraje fresco entre 77,467 y 86,634 Kg/ha, mismo que mostraron rendimiento de materia seca entre 18,097 y 22,387 Kg/ha, en este sentido es importante destacar que el híbrido JPX-75, con 86,634 Kg/ha de forraje fresco, obtuvo el máximo rendimiento de materia seca con 22,387 Kg/ha, esto indica que el híbrido comparativamente al momento de la cosecha contaba con un mayor porcentaje de humedad que el grupo de híbridos ya indicado. Cuadro 19

Cuadro 19. Promedio de tres características agronómicas de doce híbridos de maíz forrajero vs un testigo regional evaluado en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2010

GENOTIPOS	Población (Pl/ha)	MS (%)	Rend de MS (kg/ha)
JPX 75	126,667 a b	26 a b c	22,387 a
Torreón 1	111,111 a b c	22 b c d	18,323 a b c
Torreón 2	125,556 a b	25 b c d	20,181 a b
HT-9290 w	111,111 a b c	23 b c d	18,734 a b c
Cobra (t)	122,222 a b c	23 b c d	18,097 a b c
HT-9499 w	114,445 a b c	25 a b c d	20,067 a b
ABT 323	108,889 a b c	27 a b	19,567 a b
JPX-33 blanco	116,667 a b c	25 b c d	17,340 b c d
JPX-33 amarillo	127,778 a	27 a b	18,702 a b c
Río Grande	123,334 a b c	19 d	12,972 d
Arrayán	104,445 c	21 c d	13,876 c d
1863 w	121,111 a b c	32 a	20,132 a b
Avante 2203	106,667 b c	28 a b	17,244 b c d
MEDIAS	116,923	25	18,278
DMS	20,066	6.2721	4,957.1

MS: materia seca; **Rend de MS:** rendimiento de materia seca

4.10 Fibra Detergente Neutra (FDN)

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

En el contenido de FDN mostró un promedio general de 65% con un rango de variación de 55 a 76% el que obtuvo menor porcentaje de FDN fue el híbrido JPX-33 blanco con el 55% y el sobresaliente fue el genotipo HT-9499w con un porcentaje de 76, en cuanto al testigo (Cobra) tuvo un resultado de 71% de esta característica nutricional. Ningún genotipos salieron con buena calidad ya que no se encuentran dentro de los parámetros de 40 a 46%, los híbridos evaluados ninguno obtuvo regular calidad ya que se encuentra dentro de 47 a 53%, los híbridos de mala calidad son cinco ya que se encuentra de 54 a 60% de FDN y la de pésima calidad fue en genotipo ocho por que obtuvo de 61 a 65% de FDN.

Cuadro 20

Al comparar Fibra Detergente Neutra con materia seca, se observó que el tratamiento con mayor rendimiento de materia seca por hectárea fue el que mostró menor porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN), este híbrido es el JPX-75

con 55% de FDN y un rango de materia seca de 22,387 Kg/ha; en este sentido indica que la media general de FDN fue de 65%. Cuadro 20

4.11 Fibra Detergente Acida (FDA)

Se ha reportado que es la fracción de la pared celular del forraje más comúnmente aislada, se indica que puede ser la determinación más importante del análisis del forraje, ya que es la proporción del forraje que queda después de un tratamiento con detergente bajo condiciones acidas e incluye a la celulosa, lignina y sílice; FDA es importante porque ha demostrado estar en correlación negativa con la digestibilidad del forraje administrado. Cuando la FDA aumenta, el forraje se hace menos palatable; se indica que es mal interpretada algunas veces como indicativo del contenido de ácido de forrajes fermentados: el término FDA no tiene nada que ver con el contenido de ácido de un forraje ya que el nombre se deriva del procedimiento utilizado para determinar el contenido de celulosa y lignina. El requerimiento de FDA para vacas de alta productoras en verano debe ser de 28 a 29 y de 30 a 32 para estas mismas vacas en invierno y para bajas productoras y vaquillas se manejan arriba de 34. Vera, 2007

En el contenido de FDA mostró un promedio general de 37.79% y con variante de 32.27 a 45.63%, el menor porcentaje lo obtuvo el híbrido JPX-33 amarillo, con 32.27%, en tanto que el de mayor porcentaje fue HT – 9499 w, con 45.63%, de los híbridos evaluados ninguno obtuvo buena calidad ya que el rango es de < 31%, en cuanto a los de buena calidad solo cinco genotipos alcanzaron el

rango óptimo que es de 31-35%, en el caso de los regulares calidad cinco híbridos están dentro del rango 36-40%, de mala calidad existen dos ya que esta en el rango de 41-42% de FDA y los de pésima calidad son solo HT-9499w con el 45.633% ya que esta en este rango de 43-45% de FDA. Cuadro 20

El maíz de alta calidad forrajera presenta valores de Fibra Detergente Ácida de < 29% (Lozano, 2000) por lo que se asume que los materiales evaluados en este trabajo cuentan con buena calidad, al menos en cuanto al contenido de Fibra Detergente Ácida (FDA), ya que la tendencia es que a menor calidad de fibras es mayor la digestibilidad y por lo tanto aumenta la calidad del forraje. Cuadro 20

4.12 Energía Neta de Lactancia (ENL)

Los valores energéticos de alimentos y dietas y las necesidades energéticas (mantenimiento, lactación, actividad física, gestación y crecimiento) se expresan en unidades de energía neta de lactación (ENL). Los valores de ENL de un alimento se obtienen determinando en primer lugar su contenido en energía digestible a partir de la composición química. Linn, 2001

En cuanto a la ENL la media general fue de 1.1313 Mcal kg⁻¹ con variables de 0.877 hasta 1.371 Mcal kg⁻¹, Se puede observar que el híbrido que resultó energéticamente superior fue JPX-33 blanco con 1.371 Mcal Kg⁻¹ y siendo por el contrario el más bajo el híbrido HT-9499w con 0.877 Mcal Kg⁻¹, ya que este anteriormente se había observado con pésima calidad nutritiva con respecto a

FDA y FDN (cuadro 13) resaltando que el testigo alcanzó una ENL de 0.988 esto quiere decir que es de alta calidad comparado con el resto de los híbridos, excepto con el HT-9499 con $0.877 \text{ Mcal Kg}^{-1}$ cuadro 20

Sólo cuatro genotipos alcanzan el rango de mediana calidad que es de 1.31 a 1.48, y nueve de los trece genotipos alcanzaron alta calidad ya que tiene un rango de <1.50 . Cuadro 20

4.13 Digestibilidad (DIG)

Esta es una característica muy importante ya que determina la calidad nutricional del alimento a consumir para el animal y esto implica un buen mantenimiento, tanto del peso corporal y como de la producción de leche.

En el presente trabajo se encontró que los genotipos evaluados de maíz forrajero mostro un promedio de 59.4535% con un rango de variación de 53.352 a 63.759% el híbrido superior fue JPX-33 amarillo con 63.759% y por el contrario que tuvo menor fue el híbrido HT-9499w con el 53.352% de digestibilidad. En cuanto al testigo (Cobra) tuvo un resultado de 56.984 de digestibilidad de los trece híbridos evaluados ninguno son de alta calidad ya que no obtuvieron mayor a 65% de digestibilidad, pero solo cinco genotipos son mediana digestibilidad, mientras que el ocho de los genotipos fueron de mala calidad ya que solo obtuvo menos del 60% de digestibilidad. Cuadro 20

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. Cuadro 20

Cuadro 20 Promedio de cuatro características de calidad nutricional de doce híbridos de maíz forrajero evaluados en comparación de un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2010

HIBRIDO	FDN (%)	FDA (%)	ENL (Mcal kg ⁻¹)	DIG (%)
Arrayán	75	38	0.899	58.785
HT 9290 W	67	37	1.088	59.349
HT 9499 W	76	45	0.877	53.352
ABT 323	61	34	1.234	62.290
1863 W	57	33	1.319	63.068
Avante 2203	56	34	1.353	61.822
Río Grande	71	39	0.996	58.085
JPX 33 amarillo	59	32	1.289	63.759
JPX 75	55	37	1.365	59.757
Torreón 1	73	42	0.933	55.614
Torreón 2	71	41	0.995	56.672
JPX 33 blanco	55	32	1.371	63.359
Cobra (t)	71	40	0.988	56.984
MG	65	37	1.132	59.454

FDA: fibra detergente acida; FDN: fibra detergente neutra; ENL: energía neta de lactancia; DIG: digestibilidad

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo se indican a continuación.

En periodo entre siembra y el 50% a floración masculina, para el híbrido ABT-323 ocurrió a los 67 dds, el cual resultó más precoz que Cobra (t) con 75 dds, mientras que Arrayán floreó a los 78 dds y fue el más tardío de los trece híbridos evaluados

Los datos de floración son un indicador del ciclo biológico de los genotipos, por lo que esta información es útil para estimar el momento de cosecha en forma aproximada, en este sentido se indica que la floración femenina al 50%, ocurrió para los híbridos ABT y Avante 2203 a los 70 dds, por lo que se concluye que estos híbridos resultaron más precoces que el testigo Cobra que, mostró la floración a los 78 dds, en tanto el híbrido Arrayán tuvo el 50% de su floración a los 80 dds siendo el más tardío de todos los híbridos.

En la altura de planta, el híbrido HT-9499w sobresalió con una altura de 327 cm superando el testigo Cobra que tuvo una altura de 247 cm. Mientras tanto al relacionarlo con el rendimiento de forraje fresco este híbrido solo alcanzó una producción de 67,172 kg/ha, dado que la mayor producción fue 86, 634 kg/ha.

En la altura de mazorca, el híbrido JPX-75 sobresale con una altura de mazorca de 146 cm superando al testigo Cobra que mostró una altura de 121 cm.

El híbrido con mayor densidad de plantas por hectárea fue JPX 75 amarillo con 127,778 pl/ha, con una producción de 20,067 Kg/ha de MS, en tanto que Cobra (t) con una población de 122,222 pl/ha, obtuvo 18,097 Kg/ha de MS.

En el rendimiento fresco de mazorca, el híbrido Torreón-1 mostró mejor respuesta logrando un rendimiento de 29,598 kg/ha, y por el contrario el híbrido Arrayán resultó el más bajo con 16,111 kg/ha, en tanto el testigo obtuvo 28,195 kg/ha. En relación con calidad en FDN tuvo 73% (baja calidad), FDA tuvo 42% (baja calidad), ENL tuvo 0.933 (baja calidad) y DIG tuvo 55.6 (baja calidad).

En rendimiento de materia seca el híbrido JPX 75 obtuvo mejor respuesta logrando un rendimiento de 22,387 kg/ha, superando al testigo cobra solo tuvo 18,097 kg /ha de materia seca. Esto al relacionarse con población el híbrido JPX-75 obtiene una cantidad de plantas de 126, 667 existe relación y comparando con la calidad en FDN posee el 55% (mediana calidad), FDA tuvo 37%(baja calidad), ENL tiene 1.365 Mcal/kg (mediana calidad) y de DIG obtiene 59.7% (baja calidad)

En cuanto a FDN, el híbrido HT-9499w resultó más alto con 76%, por el contrario los híbridos JPX 75 y JPX 33 Blanco resultaron más bajos con 55%. Ninguno de los genotipos alcanza los parámetros de buena calidad ya que no están en el rango de 40-46%

Referente a FDA, el híbrido HT-9499w resultó más alto con 45% por el contrario los híbridos JPX-33 amarillo y JPX-33 Blanco resultaron los más bajos

con 32%. Existen solo 5 híbridos de maíz que alcanzan buena calidad ya que están en el rango de 31-35 esto son los híbridos JPX-33 amarillo, JPX 33 blanco (32%), el híbrido 1863 (33%), los híbridos ABT 323 y Avante 2203 (34%).

Energía Neta de Lactancia, el híbrido JPX-33 Blanco resulto más alta con 1.37 Mcal/kg, por el contrario el híbrido HT-9499w resultó más bajo con 0.877 Mcal/kg. En relación del híbrido JPX-33 blanco con altura de planta tuvo 290 cm (esta arriba de la media), rendimiento fresco de mazorca obtuvo 26,634 kg/ha (arriba de la media) y en cuanto a FDN tuvo 55% (media calidad), FDA tuvo 32% (buena calidad).

El hibrido JPX-33 Amarillo resultó el más alto con 63.7% en digestibilidad, mientras que HT-9499w fue el más bajo con 53.3%, en tanto el testigo Cobra obtuvo 56.9% de digestibilidad. Es importante indicar que los mejores cinco híbridos en digestibilidad fueron, Avante (61%), ABT-323 (62%), JPX-33 amarillo (63%), JPX-33 blanco (63%) y el 1863 w (63%).

XI BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich y Earl R. Leng. 1974 producción moderna del maíz, editorial hemisferio sur. Primera edición.
- Allard, R.W.1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España Pp. 498.
- Bartolini R 1984 el maíz 2^a edición Ed, agrícola Bolonga Italia. 1989, edición mundi – prensa.
- Bejarano, A 2000 características botánicas y fisiológicas de las plantas: características botánicas del maíz. En; el maíz en Venezuela. Compilando por fontana, H y González C fundación polar Venezuela.
- Cantú B. J E. 1983 Apuntes de cultivos forrajeros, departamento de fitomejoramiento U.A.A.A.N U.L Torreón, Coahuila. pp. 23-27.
- Cantú B. J. E, 2003. Principios de bromatología. Quinta edición. Pp. 224 - 247.
- Carmona G.H. 2004 evaluación de híbridos varietales de maíz (*zea mays L.*) en base de los parámetros genéticos de Acgy heterosis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México Pp. 4 y 5
- CEFP. 2007. México: el mercado del maíz y la agroindustria de la tortilla. Consultado 17 de septiembre del 2010, en línea <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumento/pdf/cefp/cefp0042007.pdf>.
- CIMMYT, 2007. Mejoramiento de maíces criollos por integración de alelos. México, D.F.: CIMMYT. Pp 2
- Cueto, J.A., D.G. Sánchez, J.L. Barrientos, G. Gonzales y E. Salazar. 2006. Rendimiento de maíz forrajero en respuesta de fertilización nitrogenada y densidad de población. Revista fitosanitaria Mexicana Pp.29:97-101.

- De la Cruz L., E., S.A. Rodríguez H., A. Palomo G., A. López B., V. Robledo T., A. Gómez V., y R. Osorio O. 2007 aptitud de proteína para características forrajera. *Universidad y Ciencia*. 23 (1): 57-68.
- De la Loma J.L.,. 1954. *Genética general aplicada*. Segunda edición. Editorial UTEHA. México Pp 427.
- Duarte B. B. 2009 *calidad forrajera de híbrido comerciales de maíz*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L Torreón Coahuila México. Pp. 4
- Guerrero A. 1992 *cultivos herbáceos extensivos* 5ª edición, mundi-prensa, Madrid España. Pp 185-186.
- Gonzales, A. 1995. *Ensilaje de grano de sorgo*. Ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de L.A.L.A. Gómez Palacio, Durango.
- Herrera, S.R 1999. *La importancia de calidad en los maíces y sorgo seleccionada para forrajes y su efecto en producción y costa de alimentación*. En *II ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo*. Torreón, Coahuila, México. Pp 1-25.
- INIFAP, 2006. *Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícola y pecuaria, centro de investigación regional norte centro y Campo experimental la laguna. Primera edición Matamoros, Coahuila. Pp.176 – 177, 194 – 198.
- INIFAP, 2006. *Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícola y pecuaria, centro de investigación regional norte centro y Campo

- experimental la laguna. Folleto técnico N° 13. Matamoros, Coahuila. Pp. 8, 38, 40, 43 - 44.
- Juan V. P. S. 2007 Producción y calidad en tres híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo pivote central (LEPA) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila México.
- Linn. J. 2001, XVII curso de especialización, necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero, Minnesota, EUA.
- Llanos .M.C 1984 el maíz; su cultivo y su aprovechamiento. Ediciones mundi - prensa. Madrid, España. Pp 65-73.
- Lozano del R. J. A. 2000. Competencias intraespecifica e interespecifica en mezclas de especies anuales. Tesis de doctorado Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .Buenavista saltillo, Coahuila, México.
- Mondoñedo J.R. De la rosa, P. y Kirchner,S.F. 1983. Manual para educación agropecuaria. Maíz, área: producción vegetal, trillas. Mexico.P.2
- Montessorro R.R. y De león, C. 2008. El cultivo del maíz temas selectos, editorial mundi-prensa. Mexico, D.F. pp. 5-7.
- Navarro O. E. F. 2007. Híbridos de maíz para la producción de leche en la comarca lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. Pp. 41.
- Núñez H.G.1993 producción, ensilaje y valor nutricional del maíz para forraje. El maíz en la década de los 90' primer simposium internacional cuarto nacional SARH. Zapopan Jalisco, México Pp 305-309.

- Núñez H.G., faz .C. R 2003, Manejo de fecha de siembra y densidad de planta en maíz forrajero. Estrategia de apoyo a la investigación y a la transferencia de tecnología de forrajes en la Región Lagunera. INIFAP. México.
- Núñez H. G. E. F. Contreras. G. R. Faz. 2003, Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con un alto valor energético. Tec. Pecu. Mex. Pp 47-48.
- Ordoñez A., R. 2008. Probadores de grupos heteróticos diferentes en la selección de líneas s1 de maíz (*Zea mays* L.) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. Pp. 7
- Peña R., A., F. Gonzales C., G. Nuñez H. y C. Jiménez G. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. Rev. Fitotec.Mex.27 (1):1 – 6.
- Ramírez, J.P.2009. Evaluación de método de labranza primaria del suelo y aplicación de estiércol en la producción de maíz forrajero, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México.
- Reta, S.D., J.S. Carrillo., A. Gaytan ,M. E. castro, M . y J.A. Cueto, W. 2002 Guía para cultivar maíz forrajero en surco estrechos. Junio 2002. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coahuila. Pp 24.
- Reyes C., P, 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor, S.A de C.V México.
- Robles S.R. 1990. Maíz producción de granos y forrajes. Quinta edición. LIMUSA. México. Pp 9-52
- Rojas, P. L. Briones, S. G .2001 diseños y operación de sistemas de riego. Buenavista .saltillo Coahuila, México

- SAGARPA. 2007. secretaria de agricultura ganadería desarrollo rural pesca y alimentación consultado el día 17 de septiembre del 2010 en línea www.siea.sagarpa.gob.mx/arcompecpobgab.html:19.
- SAGARPA. 2009. Delegación comarca Lagunera. Consultado el 8 de marzo del 2010. En línea <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/laguna/información.htm>.
- Salazar, P 1990. El cultivo del maíz en el estado, Trujillo FONAIAP divulga, N° 33 Enero- Junio Venezuela.
- Sanchez P.J.R. 2010. Potencial de producción y calidad nutricional de diez híbridos (zea mays L.) forrajero, evaluados en la Región Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Torreón Coahuila, México.p.p 15.
- Usach L., Bencardini J., 2003. Cereales. Universidad de Morán. Facultad de agronomía.
- Vera T. R.A., 2009, respuesta agronomías y calidad nutricional de once híbridos de maíz forrajero (*zea mays* L) de ciclo precoz evaluados en la Región Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Torreón, Coahuila, México. Pp.18.
- Verdugo P. R. C, 2007. Respuesta agronomías de once híbridos de maíz (*Zea mays* L.) y efecto de componentes del rendimiento sobre la producción de grano en la comarca lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México Pp.7- 8.
- Vergara N. A. Ramirez, M. Sierra y H. Córdoba. 2002. Comportamiento de cruces simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de maíz de grano blanco. In: Memoria de la XLVIII reunión anual del programa cooperativo

centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. Republica Dominicana. 52.p

Yescas C.P. 2005 Produccion , calidad e indice de crecimiento de maiz forrajero bajo riego por goteo subperfcial. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro U.L. Torreon, Coahuila, Mexico Pp11-19.