

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD REGIONAL LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**SORGO FORRAJERO: POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD
BROMATOLÓGICA DE OCHO HÍBRIDOS COMERCIALES EVALUADOS EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

POR:

FELIPE DE JESUS GONZALEZ AVILEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

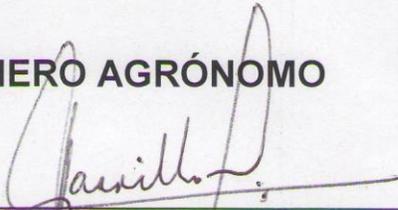
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**SORGO FORRAJERO: POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD
BROMATOLÓGICA DE OCHO HÍBRIDOS COMERCIALES EVALUADOS EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

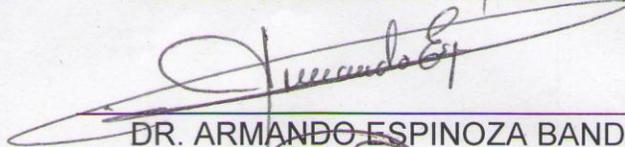
TESIS DEL C: **FELIPE DE JESUS GONZALEZ AVILEZ** QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR PRINCIPAL:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

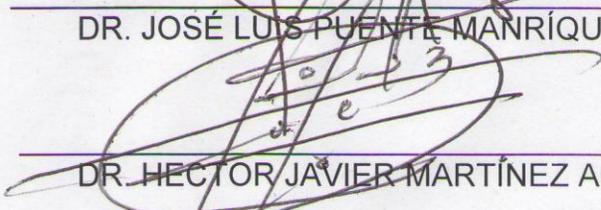
ASESOR:

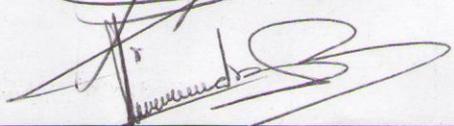

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR:


DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

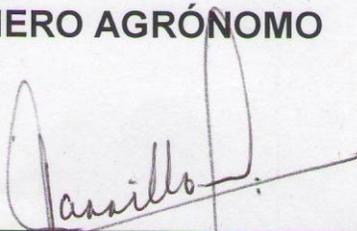
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**SORGO FORRAJERO: POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD
BROMATOLÓGICA DE OCHO HÍBRIDOS COMERCIALES EVALUADOS EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

TESIS DEL C. **FELIPE DE JESUS GONZÁLEZ AVILEZ** QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

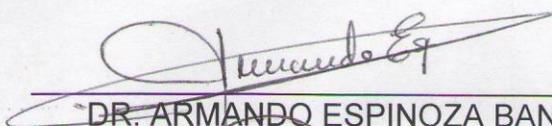
APROBADA POR:



PRESIDENTE:

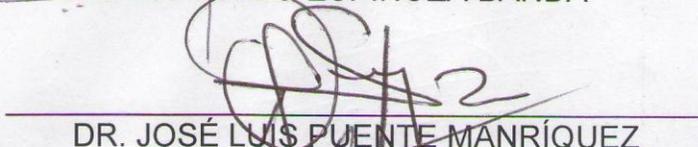
MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

VOCAL:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:



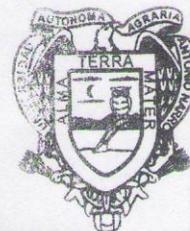
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

VOCAL SUPLENTE:



DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

DEDICATORIAS

A Dios:

Por darme la vida y sus bendiciones y permitirme lograr realizar una de mis metas que es terminar satisfactoriamente este trabajo que conlleva al inicio de mi carrera.

A mis padres:

**Necladia Avilez Rivera, Rosalba Rivera Juárez y Dionel Arsenio Reyes
Pérez**

Por haberme dado más que la vida y educarme de la manera correcta por medio de los ejemplos y enseñarme a vencer los obstáculos que en el transcurso de mi vida y carrera como estudiante se presentaron. En especial por el enorme esfuerzo incondicional que brindaron hacia mí para ser lo que ahora soy.

A mi familia:

A mis tíos Juan, Heriberto, Martin, Fred, Magali, Claudia

Por ser con ellos con quien he compartido los momentos mas bonitos y felices; desde mi infancia, mi juventud y hasta hoy y por siempre. Por haberme apoyado de alguna manera en el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A mi “ALMA MATER” por ser mi refugio en medio de las tormentas, por ser el abrigo en la tempestad, por ser la cuna de mis sueños y la forjadora de mis aspiraciones.

Al M.C. José S. Carrillo Amaya. Por su dirección de esta investigación y haber depositado la confianza en mí para la realización del presente trabajo, más aun por enseñarme alguno de sus conocimientos, como también por las críticas y aclaraciones en la revisión del mismo para poder presentar mi examen profesional.

Al Dr. José Luis Puente Manríquez. Por su apoyo, dedicación, colaboración, asesoramiento y revisión de esta tesis.

Al Ing. Heriberto Quirarte Ramírez. Por el apoyo y consejos que siempre me brindó en el transcurso de mi carrera.

A todos los ingenieros en especial al Ing. Nahum, Toto, Silverio, Raúl, Silvas, Johony, Juan Manuel que me apoyaron en todo momento durante mi carrera y por dejarme aprender de ellos

A todos mis compañeros en especial a Benjamín López, Jovan, Julio, Anel, Mercedes. Por haber compartido con ellos los momentos agradables y difíciles de mi carrera y porque en alguna ocasión me apoyaron para hacer posible la formación en mi persona como profesionista. A todos ellos siempre los recordaré.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
CONTENIDO.....	III
INDICE DE CUADROS	VI
RESUMEN	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Importancia a Nivel Mundial	1
1.2. Importancia a Nivel Nacional.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Metas.....	4
II. REVISIÓN DE LÍTERATURA	5
2.1. Caracterización de la Comarca Lagunera	5
2.1.1. Clima	5
2.1.2. Temperatura.....	5
2.1.3. Precipitación.....	6
2.1.4. Suelos	6
2.2. Origen y Distribución	7
2.3. Clasificación Taxonómica.....	8
2.4 Descripción Botánica.....	9
2.4.1. Ciclo Vegetativo	9
2.4.2. Clasificación Sexual	9
2.4.2.1. Sexual	9
2.4.2.2. Monoica.....	9
2.4.2.3. Hermafrodita.....	9
2.4.2.4. Incompleta.....	9
2.4.2.5. Perfecta.....	10
2.4.3. Sistema Radicular	10
2.4.4. Tallos.....	10
2.4.5. Hojas	10
2.4.6. Flores	10
2.4.7. Grano	11
2.5. Condiciones Ecológicas y Edáficas.....	11
2.5.1. Temperatura.....	11
2.5.2. Humedad.....	11
2.5.3. Altitud	11
2.5.4. Latitud.....	11
2.5.5. Fotoperiodo	12
2.5.6. Suelos	12
2.6. Manejo Agronómico	12
2.6.1. Preparación del Terreno.....	12
2.6.2. Variedades	12

2.6.3. Época de Siembra	13
2.6.4. Método y Densidad de Siembra	13
2.6.5. Riegos	13
2.6.6. Fertilización	13
2.6.7. Plagas	13
2.7. Sustancias Tóxicas del Sorgo	14
2.8. Sorgo Forrajero	14
2.9. Calidad de Forraje	17
2.9.1. Forrajes	17
2.9.2. Ensilaje	17
2.10. Características Generales del Forraje	18
2.10.1. Volumen	18
2.10.2. Alta Fibra y Baja Energía	19
2.10.3. Contenido de Proteína	19
2.11. Interpretación del Análisis de Calidad	20
2.11.1. Método de Van Soest o Fibra Detergente	20
2.11.2. Pared Celular o Fibra Detergente Neutra (FDN)	20
2.11.3. Fibra Detergente Ácida (FDA)	21
2.11.4. Materia Seca Digestible (DDM)	21
2.11.5. Energía Neta de Lactancia (ENL)	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización del Módulo Demostrativo	23
3.2. Distribución de Tratamientos	23
3.3. Siembra	24
3.4. Fertilización	24
3.5. Riegos	24
3.5.1. Riego de Pre siembra	25
3.5.2. Primer Riego de Auxilio	25
3.5.3. Segundo Riego de Auxilio	25
3.5.4. Tercer Riego de Auxilio	25
3.6. Control de Plagas	26
3.7. Muestreo de Cosecha	26
3.7.1. Peso Fresco	26
3.7.2. Materia Seca	27
3.8. Datos de Campo	27
3.8.1. Antesis	27
3.8.2. Altura de Planta	28
3.8.3. Población de Plantas por Hectárea	28
3.8.4. Porcentaje de Acame	28
3.8.5. Plantas Cosechadas por Hectárea	28
3.8.6. Rendimiento de Peso Fresco	28
3.8.7. Rendimiento de Peso Seco	29
3.9. Cosecha	29
3.10. Calidad del Forraje	29
3.11. Análisis Químico Bromatológico	29
3.12. Análisis de Varianza	31

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Características Agronómicas.....	32
4.1.2. Altura de Planta.....	32
4.1.3. Acame	33
4.1.4. Días a Antesis	34
4.1.5. Plantas Cosechadas por Hectárea.....	34
4.1.6. Rendimiento de Forraje Fresco	35
4.1.7. Rendimiento de Materia Seca	36
4.1.8 Población por Hectárea	37
4.1.9 Numero de Hojas	38
4.2 Calidad de Forraje.....	39
4.2.1. Fibra Detergente Acida.....	39
4.2.2. Fibra Detergente Neutra.....	40
4.2.3. Digestibilidad	42
4.2.4. Energía Neta de Lactancia	42
V. CONCLUSIONES	44
VI. LITERATURA CITADA.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

No.....	pag
Cuadro 1. Principales plagas que atacan al cultivo del sorgo en la Comarca Lagunera, productos comerciales para su control y dosis por hectárea CAELALA, CIAN, INIA, SARH. 1984.....	14
Cuadro 2. Características que determinan la calidad del ensilaje. Jiménez y Moreno. 1998	18
Cuadro 3. Criterios de clasificación de maíz y sorgo para forraje producidos bajo condiciones de la comarca Lagunera. Herrera. 1999	22
Cuadro 4. Híbridos de sorgo forrajero probados en condiciones de riego en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010	23
Cuadro 5. Programa de fertilización realizado en el lote de prueba de nuevos híbridos de sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010	24
Cuadro 6. Programa de combate de plagas realizado en el lote de prueba de nuevos híbridos de sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010	26
Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Ácido Detergente. UAAA-UL 2010.....	30
Cuadro 8. Solución para análisis de Fibra Neutro – Detergente. UAAAN-UL 2010	30

Cuadro 9. Promedio de dos componentes de planta para rendimiento de forraje, rendimiento fresco y seco de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010	33
Cuadro 10. Promedio de tres características de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010	35
Cuadro 11. Promedio de tres características de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010.....	37
Cuadro 12. Promedio de tres características de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo en la Comarca Lagunera UAAAN-UL	38
Cuadro 13. Valores porcentuales del análisis químico proximal y fracciones de fibra de Van Soest (FDN y FDA), de la alfalfa en diferentes estados fenológicos obtenidos de tablas del NRC. 1988.....	41
Cuadro 14. Promedios de cuatro variables de calidad nutricional y rendimiento fresco y seco de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2010	41
Cuadro 15. Promedios de cuatro variables de calidad nutricional y rendimiento fresco de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAA-UL 2011	43

RESUMEN

Durante el ciclo de primavera verano de 2010 en La P.P. Dulce María, localizada en el área agrícola de La Popular, Municipio de Gómez Palacio, Durango, se realizó un trabajo donde se evaluaron siete nuevos híbridos de sorgo forrajero de varias compañías semilleras, donde se utilizó un testigo de comparación, el cual fue Silo Master, genotipo de amplia adaptación y de alto rendimiento de esta región. El objetivo principal de este trabajo, fue cuantificar la respuesta agronómica de híbridos de sorgo forrajero por su potencial de producción de forraje, calidad nutricional y capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

La siembra se realizó durante los primeros de abril de 2010, en una superficie de 03 – 00 - 00 hectáreas, por cada híbrido se utilizaron dos tendidas de 12 surcos por 100 m de longitud, con una densidad de población de 25 semillas por metro lineal, a 75 cm entre surcos se obtuvo una densidad de siembra de 329 000 plantas por hectárea.

Los resultados indican como sobresaliente en rendimiento de materia seca a los híbridos Forramiel, Silo Master (T), Agroforraje y 350 FSS con producciones de 17 750, 16 829, 16 790 y 16 417kg/ha respectivamente los cuales resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, en tanto que el testigo alcanzó una producción de 15 516 kg/ha. En contraste a lo anterior el genotipo que tubo comparativamente menor rendimiento fue Dorado el cual resulto con una producción de 10 025 kg/ha.

Respecto a calidad los resultados indican que el híbrido con mayor calidad de forraje, fue Silo Master(T), dado que resultó similar a los criterios para clasificar un forraje de calidad que comprende Fibra Detergente Acida, Fibra Detergente Neutra, Digestibilidad y Energía Neta de Lactancia.

I. INTRODUCCION

1.1. Importancia a Nivel Mundial

El sorgo es el principal cereal de importancia en muchas partes del mundo por su resistencia a sequía y a altas temperaturas. En el ámbito mundial, el sorgo es un cultivo importante, ocupa el quinto lugar en superficie sembrada con 6.35 %, después del trigo, arroz, maíz y cebada, los cuales ocupan el 32, 22, 21 y 8 %, respectivamente, de la superficie total mundial de cereales. Aporta el 2.72 % de la producción total de cereales, por abajo del maíz, arroz, trigo y cebada, los cuales aportan el 30, 29, 28 y 7 %, respectivamente.(PON SUPERFICIE)

La planta se cultiva en muchas regiones de África y extensamente también en la India, China, Manchuria y los Estados Unidos de Norteamérica. Se calcula que en los E.U.A se siembran alrededor de 10 millones de hectáreas, con una estimación de 65% para grano, 20% para forraje, 10 para ensilaje y 5% para otros usos. También es empleada en siembras comerciales en Asia Menor, Irán, Turkestán, Corea, Japón, Australia, el sur de Europa, México, Centro y Sudamérica y algunas islas de las Indias Orientales y Occidentales. Robles 1982

En el ciclo 2003-2004, México figuró entre los principales países productores de sorgo, aportando 10.4% (5.6 millones de toneladas) del total mundial producido, después de Estados Unidos, India y Nigeria; en cuanto a consumo, se ubica en el segundo lugar, con 14.4% (9.3 millones de toneladas); respecto a las importaciones, se sitúa como el principal importador de sorgo a nivel mundial, con 47.8% (3.1 millones de toneladas), siendo su principal proveedor Estados Unidos. USDA/FAS 2006

Palabras Clave: Sorgo forrajero, calidad bromatológica, Rendimiento, Variedades, Fertilización.

1.2. Importancia a Nivel Nacional

La importancia del sorgo en México radica en que es fuente de materia prima para la industria de alimentos balanceados para animales: en ganado bovino, constituye 30% del consumo diario; en porcino, 65%; en caprino, 50%, en ovino, 50%, y en aves, 65% (CANACINTRA, 2002), lo que a su vez permite que en el mercado alimentario para personas se disponga de proteínas de origen animal.

México se ubica dentro de los principales países productores e importadores de sorgo. Sus Tasas de Crecimiento Media Anual (TCMA) de producción y de importación fueron respectivamente de 7.91% y 11.22% para el periodo 1961-2005. El porcentaje de las importaciones ha aumentado de 5.40% en los años sesenta a 61.25% en 2005. Así, el coeficiente de dependencia se incrementó de 11.39% en 1961 a 35.87% en 2005. Esta tendencia se acentuó después de entrar en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que ha hecho de México un país netamente importador, y de Estados Unidos su principal proveedor.

En México han destacado por su volumen de producción histórica los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sonora. En el 2003 estas entidades produjeron 84.8% de la producción nacional (6,759 millones de toneladas), de la cual Tamaulipas aporta 40.1%, Guanajuato 24.1%, Michoacán 10.1%, Jalisco 5.3%, Sinaloa 5.2%, y otras 24 entidades producen 15%. La producción se realiza en dos ciclos al año; en el de otoño invierno (O-I) en el que Tamaulipas es el principal productor; en el de primavera-verano (P-V) sobresale Guanajuato. SAGARPA/SIACON, 2004

Los rendimientos que se obtienen son muy variables, con un promedio nacional de aproximadamente 2.5 ton de grano por hectárea. Una de las zonas donde se alcanzan los mayores rendimientos es en el bajío con 10 toneladas de grano por hectárea. El forraje en materia verde es más o menos de 30 a 40 toneladas por hectárea en el primer corte. ASERCA, 2003

Tomando en cuenta lo anterior se consideró importante realizar la evaluación de híbridos comerciales de sorgo, en busca de materiales con características sobresalientes en cuanto a rendimiento de grano y forraje, alta calidad nutricional y adaptados a las condiciones agro-ecológicas de la Región Lagunera.

1.3. Justificación

El sorgo forrajero es considerado una importante alternativa para la alimentación del ganado, este cultivo contribuye a satisfacer las necesidades de forraje en esta región. En las últimas décadas, el interés por los híbridos de Sorgo forrajero se ha incrementado por sus altos rendimientos, precocidad, capacidad para soportar cierta limitación de humedad, así como su flexibilidad para ser insertados en programas de alimentación en épocas críticas.

En la Región Lagunera se ha determinado que existe escasez de forraje, debido principalmente a una creciente población del ganado lechero y por otro lado a la limitación y elevado costo del recurso agua de riego. Lo cual hace indispensable la búsqueda e intensificación de nuevas alternativas para la producción de forraje, con especies más eficientes en el uso de agua. En este sentido se tiene determinado que el sorgo requiere menor volumen de agua que el cultivo del maíz, pero además es necesario identificar genotipos sobresalientes en producción de grano, forraje, alta calidad nutricional y mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua.

Para mantener una ganadería que sea competitiva se requiere establecer sistemas de producción intensiva de forrajes de corte para complementar los recursos de los agostaderos. El sorgo tiene la ventaja de que con sólo una siembra, se pueden obtener dos cortes con rendimientos medios de 30 toneladas de forraje verde por hectárea en el primer corte y 20 en el segundo. Wall y Ross 1975

Como se puede observar en la literatura anterior nos muestra la problemática en Región Lagunera sobre la escasez de forraje en tiempo de secas y la explotación del recurso agua

en los cultivos tradicionales, lo cual hace indispensable la búsqueda de nuevas alternativas para la producción de forraje con especies eficientes en el uso del agua, para lo cual se plantean los siguientes objetivos.

1.4. Objetivos

Cuantificar la respuesta agronómica de híbridos de sorgo, por su potencial de producción de forraje fresco, materia seca y por su calidad nutricional.

Determinar la capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera é identificar híbridos sobresalientes y ser considerados en otros proyectos de investigación.

1.5. Hipótesis

Ho: Al menos un híbrido es superior al testigo en rendimiento de forraje y calidad nutrimental.

Ha: El híbrido testigo es superior en rendimiento y calidad forrajera a todos los híbridos en estudio.

1.6. Metas

Identificar híbridos sobresalientes por su capacidad de producción de materia seca y alta calidad nutricional, con adaptación a las condiciones agro-climáticas de la Región Lagunera.

Identificar híbridos que por sus características agronómicas sobresalientes podrían ser incluidos en estudios de nuevos sistemas de producción.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Caracterización de la Región Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México, entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud oeste, los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 metros. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas.

Al norte colinda con el Estado de Chihuahua, los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas en Coahuila; al Este con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al Sur con el Estado el Zacatecas y el Municipio de Guadalupe Victoria, Durango y al Oeste, con los municipios de Hidalgo, Inde, Coneto de Comonfort y San Juan del Río, Durango. García, 1987

2.1.1. Clima

El clima es árido, muy seco (estepario-desértico), es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco.

2.1.2. Temperatura

La temperatura media anual en un periodo de 41 años, varió entre 19.4° C y 20.6° C, con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1° C y 12.0° C, respectivamente.

2.1.3. Precipitación

La precipitación pluvial es escasa, encontrándose la atmósfera desprovista de humedad. El periodo máximo de precipitación queda comprendido en los meses de agosto y septiembre, por lo que generalmente es inapreciable en la época de mayor demanda de agua. García, 1987

2.1.4. Suelos

Los suelos de la región de acuerdo a su formación se pueden dividir en tres grupos:

Suelos aluviales recientes, de perfil ligero, cuya textura varía de migajón arenoso a arenas. En una superficie aproximada de 75,000 hectáreas, estos suelos corresponden a las clases 1^a, 2^a y 3^a.

Suelos correspondientes a últimas deposiciones, arcillosos en su mayor parte y con mal drenaje, cubren una superficie aproximada de 100,000 hectáreas. Suelos de características intermedias, entre los dos citados anteriormente; es decir, que su perfil es variable, entre arcilloso y migajón arenoso; abarca una superficie de 192,000 hectáreas. Estos suelos ocupan la parte central del área de cultivo y son ricos en fósforo, potasio, magnesio, calcio, pero pobres en nitrógeno, La materia orgánica se encuentra en bajas proporciones, sobre todo en los terrenos cultivados.

La topografía de la Región Lagunera es plana en términos generales, y de pendientes suaves, que varían de 0.2 a 1.0 metro por kilómetro, generalmente hacia el norte y noreste.

En esta región se localiza el Distrito de Riego No. 17, así como los Distritos de Desarrollo Rural Laguna-Durango y Laguna Coahuila, de la Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

La Región Lagunera se encuentra en la región hidrológica No. 36 que a su vez se localiza en la mesa del Norte de la república, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila que corresponde a las cuencas cerradas de los ríos Nazas y Aguanaval. García, 1987

2.2. Origen y Distribución

El sorgo *Sorghum vulgare* Pers., es originario de África. Su propagación a otras partes del mundo se atribuye al hombre. El dato más antiguo sobre su cultivo corresponde a una escultura Asiria aproximadamente del año 700 a de C. Al comienzo de la Era Cristiana el cultivo era conocido en la India, Plinio menciona que en el siglo I fue traído a Roma procedente de esa región. En América el sorgo fue introducido por los esclavos negros procedentes de África, probablemente a través de las Antillas, en los siglos XVIII y XIX. López, 1990

El sorgo fue domesticado por el hombre para áreas cálidas y secas, practicando selección para diversos fines (grano, forraje, materia prima de bebidas alcohólicas, fibras y otros usos especiales). El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente en el año 60 DC. Pero nunca se extendió ampliamente en este continente. Martin y MacMaster, 1956

Se dice que en la primera década de ser introducido en América sustituyó a los pastos nativos y además representó una buena alternativa como heno, utilizándose durante el invierno o el mal tiempo. El uso del sorgo como silo se llevó a cabo por primera vez en el año 1900 aproximadamente.

En la planta de sorgo los órganos reproductivos están en una misma flor, para obtener híbridos en forma económica, tuvo que lograrse la producción de tipos androestériles. J.C Stephens, inició las investigaciones sobre sorgos híbridos, cuando descubrió en el pasto Sudán un carácter sin anteras. Pero fue hasta el año 1952 cuando Stephens y Holland descubrieron la androesterilidad citoplasmática, que facilitó mucho la obtención de híbridos. Citado por Guerrero, 1992

Actualmente el aumento del cultivo, en países desarrollados de América y Europa, se debe a la productividad de los híbridos y a la composición proteica del grano similar a la cebada y maíz, por su bajo contenido de celulosa, además de su mayor tolerancia a sequía y altas temperaturas comparado con maíz. González, 2000

2.3. Clasificación Taxonómica

Robles, 1976. Indica que la clasificación taxonómica del sorgo forrajero es la siguiente.

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Trachaeophyta</i>
Subdivisión	<i>Pteropsidae</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase.....	<i>Monocotiledpneae</i>
Grupo.....	<i>Glumiflora</i>
Orden.....	<i>Graminales</i>
Familia	<i>Graminae</i>
Subfamilia.....	<i>Panicoideas</i>
Tribu	<i>Andropogoneas</i>
Género.....	<i>Sorghum</i>
Especie.....	<i>Vulgare</i>
Variedad	botánica <i>Sudanense</i>
Variedad comercial.....	Diversas para forraje

2.4. Descripción Botánica

2.4.1. Ciclo Vegetativo

El sorgo, es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. En general las variedades de mayor rendimiento son de 120 a 140 días; más tiempo no es conveniente porque estas variedades ocupan demasiado el terreno de cultivo. Robles 1976

2.4.2. Clasificación Sexual

Es una planta sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta.

2.4.2.1. Sexual.

Porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino.

2.4.2.2. Monoica.

Por encontrarse el androceo y el gineceo en una misma planta.

2.4.2.3. Hermafrodita.

Por contener el androceo y el gineceo en una misma flor.

2.4.2.4. Incompleta.

Por carecer de una de las estructuras del perianto floral

2.4.2.5. Perfecta.

Por encontrarse flores que tienen los 2 órganos sexuales en la misma flor.

2.4.3. Sistema Radicular

Las raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequías aunque otros factores también contribuyeron a tan marcada resistencia de la especie. Robles 1972

2.4.4. Tallos

Estos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 0.60 m a 4.50 m, estando divididos longitudinalmente en canutos (entrenudos) cuyas uniones los forman los nudos y de los cuales emergen las hojas, cada uno está provisto de una yema lateral.

2.4.5. Hojas

Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. Todas las variedades varían en el tamaño de hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las de maíz. Las hojas del sorgo se enrollan durante periodos de sequía, características que al reducir la transpiración, contribuyen a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía. Robles 1972

2.4.6. Flores

La inflorescencia se denomina con el nombre de panícula, ésta es compacta o semicompacta en algunas variedades como los milos, hegaris, kafirs, etc. y abierta en otras como los Shallus, sorgos escoberos, el pasto sudan, algunos sorgos forrajeros, etc.

Las espiguillas son de dos clases sésiles y pediceladas, las últimas son por lo general estaminadas.

2.4.7. Grano

Los granos de sorgo, en número de 25 000 a 60 000 por kg son pequeños en comparación con aquellos de maíz, los cuales se encuentran en un número de 16 000 a 20 000 por kg. El color de la semilla ya sea blanco, rojo, amarillo o café proviene de complejos genéticos que envuelven al pericarpio. Robles 1972

2.5. Condiciones Ecológicas y Edáficas

2.5.1. Temperatura

Se considera media óptima para su crecimiento 26.7°C y como mínima 16°C; temperaturas medias de 16°C ya no son convenientes, el ciclo se alarga y baja la producción. Se han desarrollado variedades para climas templados con temperaturas medias de 15°C.

2.5.2. Humedad

Los sorgos se cultivan ampliamente en las zonas tropicales y templadas, es propio del sorgo de cultivarse en las áreas donde la lluvia es insuficiente para el cultivo del maíz, como en aquellas que tengan una distribución de 400 a 600mm de precipitación media anual.

2.5.3. Altitud

Por sus altas exigencias de temperatura, raramente se le cultiva más allá de los 1800 msnm. Se cultiva favorablemente de 0 a 100 m sobre el nivel del mar.

2.5.4. Latitud

Se puede cultivar desde los 45 grados latitud norte a los 35 grados latitud sur; el área comprendida entre estas latitudes es donde se puede cultivar el sorgo con mayores rendimientos.

2.5.5. Fotoperiodo

Se caracteriza por ser de fotoperiodo corto, lo cual quiere decir que la maduración de la planta se adelanta cuando el periodo luminoso es corto y el periodo oscuro largo.

2.5.6. Suelos

Puede cultivarse en una diversidad de suelos pero se da mejor en los terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes. Robles 1982

2.6. Manejo Agronómico

2.6.1. Preparación del Terreno

Al igual que para otros cultivos, la preparación del terreno para siembra de sorgo forrajero consiste de un barbecho a una profundidad de 30 centímetros, seguido de un rastreo y la nivelación o empareje del mismo. CIAN 1984

2.6.2. Variedades

Las variedades indicadas para su siembra en La Laguna son: de ciclo tardío: NK- 367; y de ciclo intermedio: NK-320 y Beefbuilder.

2.6.3. Época de Siembra

La siembra en época de primavera debe realizarse del 15 de marzo al 30 de abril,

2.6.4. Método y Densidad de Siembra

Se sugiere sembrar en surcos separados de 70 a 90 centímetros, utilizar 15 kilogramos de semilla por hectárea. La densidad es aprox/e 25 semillas/m

2.6.5. Riegos

Para su establecimiento y hasta su primer corte, este cultivo requiere de un riego de presiembra y tres de auxilio. Para un segundo corte deben aplicarse tres riegos de auxilio más. El primer riego de auxilio se debe proporcionar a los 30 días después de la siembra o del primer corte, y los dos restantes cada 15 a 20 días. CIAN 1984

2.6.6. Fertilización

En la zona central, después de cualquier cultivo excepto alfalfa, aplicar 180 kilogramos de nitrógeno más 60 kilogramos de fósforo por hectárea. Después de alfalfa, aplicar solamente 40 kilogramos de fósforo. En la zona poniente-sur se sugiere aplicar en general 120 kilogramos de nitrógeno más 60 kilogramos de fósforo por hectárea. Para el segundo corte, antes de dar el primer riego, se aplican 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea después del primer corte. CIAN 1984

2.6.7. Plagas

Entre las plagas que se presentan en el sorgo y llegan a causar daños que pueden reflejar en bajos rendimientos, está el gusano cogollero, (*Spodoptera fugiperda*), pulgones,

(*Rhopalosiphum sp*), chinche apestosa, (*Chlorochroa ligata*), mosquita del sorgo, (*Contarinia sorghicola*), y araña roja (*Tetranychus sp*).

Cuadro 1.- Principales plagas que atacan al cultivo del sorgo en la Comarca Lagunera, productos comerciales para su control y dosis por hectárea CAELALA, CIAN, INIA, SARH. 1984.

Plaga	Producto comercial	Dosis/ha
Gusano cogollero	Pounce 0.4 G	10 a 12 kg
	Clorpirifos 48% C.E	1.5 Lt
Pulgones	Metamidofos	1 Lt
	Malatión 1000	1 lt
Chiches	Cypermctrina	600 MI
Mosca midge	Diazinón 25%	1.0 lt
Araña roja	Dimetoato 14 G	8 a 10 kg
	Agrimec 1.8% C	250 a 300 MI

2.7. Sustancias Tóxicas del Sorgo

Los sorgos contienen altos valores de nitratos, en ciertas condiciones de cultivo y utilización. La fertilización especialmente es la etapa en que se realiza la cosecha, son factores de importancia que afectan la concentración de nitratos. Para reducir los problemas con nitratos existen medios eficaces, tales como realizar una adecuada dosificación de nitrógeno.

Otra particularidad fisiológica del sorgo es la acumulación en sus hojas de un glucósido cianogénico denominado durrina, el cual libera ácido cianhídrico (HCN), esta característica es de tipo genético e influenciada por las condiciones ambientales. La fertilización nitrogenada alta o la deficiencia de fósforo, incrementan la acumulación de HCN. Este ácido se produce en una etapa intermedia entre los nitratos y aminoácidos, por lo que cualquier situación desfavorable para la síntesis de proteínas, favorece su acumulación.

(López, 1990). El HCN (ácido prúsico) causa envenenamiento cuando se le agrega a la dieta o el ganado pastorea sorgo con alto contenido de ácido; éste es producido principalmente cuando la planta se encuentra en condiciones de sequía de varias semanas o la planta recibe agua después de una prolongada sequía; así mismo, después de una helada. En este sentido, se ha determinado que después de 10 a 15 días de producir el ácido prúsico, la planta normalmente lo desecha.

Ocasionalmente los niveles de ácido prúsico ascienden a cantidades peligrosas en plantas de crecimiento rápido. El nivel de HCN en los sorgos está influido por la herencia y a menudo puede reducirse mediante 1) la aplicación de fertilizantes que contengan Potasio, Fósforo y Calcio; 2) permitiendo que el cultivo madure; 3) el ensilado. El ensilado reduce hasta un tercio de su nivel original en un lapso de seis semanas y a un octavo en quince semanas. Aguilera, 1990

2.8. Sorgo Forrajero

El sorgo forrajero (*Sorghum vulgare L.*) es un cultivo semi-perenne, que se adapta bien a zonas donde el maíz se ve limitado en su producción y calidad por problemas edáficos y/o climáticos. Se reproduce por semilla, es de crecimiento erecto y produce grano o forraje bajo condiciones desfavorables.

Su morfología y fisiología hacen que tenga una alta resistencia a la deshidratación (capacidad de transpiración relativamente pequeña en relación a la gran capacidad de absorción de las raíces, capacidad de enrollar las hojas y cerrar estomas para disminuir la transpiración o sea la pérdida de agua a través del estoma, durante períodos de estrés hídrico), que le permite resistir largos periodos secos. Debido a su tolerancia a la sequía, se considera el cultivo más apto para las regiones áridas y semi-áridas. Se adapta a suelos con baja fertilidad, aunque requiere que el terreno esté bien preparado y libre de malezas, debido a que es una planta muy débil en sus primeras etapas de crecimiento. Compton, 1990

El sorgo es una planta de día corto, se puede producir satisfactoriamente sobre todos los tipos de suelos, que pueden ir de suelos arcillosos pesados a arenosos livianos y su crecimiento depende de la fertilidad relativa y disponibilidad de humedad en el suelo. Se debe sembrar a fin de la primavera, porque responde mal en suelos fríos y húmedos. El sorgo es más importante en la producción de forraje que de grano. Wall y Ross 1975

El sorgo forrajero es una alternativa que además presenta la ventaja de su alto rendimiento, versatilidad para ser usado como verdeo o ensilaje; además puede sembrarse en terrenos con problemas de enfermedades radicales como Pudrición Texana (*Phymatotricopsis omnivorum*) y Verticilium (*Verticilium spp*). Sánchez, 1990

El rastrojo de sorgo es el forraje seco dado al ganado sin remover el grano. Es semejante al rastrojo de maíz en valor alimenticio y puede ser suministrado con menos desperdicio debido a que es más apetitoso. Los mejores resultados se obtienen realizando la cosecha cuando el grano se encuentra en un estado lechoso-masoso. En ese estado fenológico se obtienen los rendimientos más altos, hay menos probabilidades de que el forraje se acidifique cuando esta almacenado. También hay menos ácido prúsico en las plantas y el forraje es más apetitoso para el ganado. Delorit y Ahlgren, 1985

Las relaciones entre el rendimiento, producción y distribución de materia seca (MS) permiten estimar índices fisiotécnicos y medir la capacidad de almacenamiento de diversos órganos de la planta. Un ejemplo de este tipo de relaciones es el Índice de Cosecha (IC) que es la proporción de la MS acumulada en los órganos de importancia antropocéntrica (denominada rendimiento económico, como la semilla) respecto a la MS total acumulada en la planta (conocida como rendimiento biológico). Al obtener datos del peso seco de los órganos de la planta, en varias etapas fenológicas, para estimar el monto de fotoasimilados movilizados desde las estructuras que constituyen la fuente fisiológica hacia las estructuras de demanda. Donald, (1962), citado por Valadez *et al.*, 2006

Por su parte, Muchow y Wilson 1976. Citado por Valadez *et al.*, 2006. Propone estudiar la movilización post-antesis por medio del Índice de Distribución (ID), el cual definen como la

relación entre el rendimiento económico y el incremento de MS acumulada por la planta durante la etapa de llenado de semilla. En sorgo forrajero, ellos encontraron valores de ID entre 0.82 a 0.94, lo cual interpretan como una movilización casi total de productos fotosintéticos en post-antesis, hacia la semilla.

2.9. Calidad de Forraje

2.9.1. Forrajes

Los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra detergente neutro). Son requeridos en la dieta para rumiantes en una forma física tosca (partículas entre 1 ó 2 mm de longitud). Vance, 1986

2.9.2. Ensilaje

El ensilaje es un método de conservación de forraje y se efectúa por medio de la fermentación en lugares denominados silos. La planta una vez cortada sigue respirando durante un cierto tiempo, se desarrollan bacterias, entre ellas bacterias lácticas, que utilizan el oxígeno restante y los carbohidratos solubles. Cuando se termina el oxígeno se inicia la fase anaeróbica en la que se produce ácido láctico por las bacterias, descendiendo el pH hasta 4.2, que es esencial para la buena conservación. Jiménez y Moreno, 1998

Los cultivos forrajeros que más se adaptan a este método de conservación son el maíz y el sorgo, por su alta producción y alto contenido de hidratos de carbono solubles, que son necesarios para una buena fermentación.

En ensilajes de bajo contenido de proteínas, se puede agregar urea, o una mezcla de amoníaco anhidro y minerales. Los ensilajes producidos por gramíneas como maíz, sorgo

y avena son deficientes en proteínas, mientras que el de alfalfa sucede lo contrario. Romero *et al.*, 2002

Cuadro 2.- Características que determinan la calidad del ensilaje.

Características	Buena calidad	Mala calidad
pH	4.0 a 4.8	5.0 a 5.7
Acido láctico	Hasta 13%	Menos de 3%
Nitrógeno amoniacal	Menos de 3%	Más que 3%
Acido butírico	Ausente	Presente
Color	Verde	Café, negro
Olor	Agradable	Desagradable
Textura	Firme	No firme

Jiménez y Moreno 1998

2.10. Características Generales del Forraje

2.10.1. Volumen

El peso volumétrico limita cuanto puede comer la vaca. La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser limitadas si hay demasiado forraje en la ración. Sin embargo, alimentos voluminosos son esenciales para estimular la rumia y mantener la salud de la vaca.

2.10.2. Alta fibra y Baja Energía

Los forrajes pueden contener de 30 a 90% de fibra detergente neutro. En general, entre más alto sea el contenido de fibra más bajo será el contenido de energía del forraje. La pérdida de calidad del forraje, combinada con un consumo limitado por volumen o llenado del tracto digestivo resulta en un bajo consumo energético diario

2.10.3. Contenido de Proteína

El contenido es variable según la madurez, las leguminosas contienen entre 15 a 23% de proteína cruda, las gramíneas 8 a 18%, lo cual depende del nivel de fertilización con nitrógeno, se ha determinado que los residuos de cosecha pueden tener solo 3 a 4% de proteína cruda. Duthil, 1980

El valor nutritivo de forrajes es altamente influido por la etapa de crecimiento cuando son cosechados o pastoreados. El crecimiento puede ser dividido en tres etapas sucesivas: etapa vegetativa, etapa de floración, etapa de formación de semillas.

Normalmente el valor nutritivo de un forraje es más alto durante el crecimiento vegetativo y más bajo en la etapa de formación de semillas. Con el avance de la madurez, la concentración de proteína, energía, calcio, fósforo y materia seca digestible en la planta se reducen mientras la concentración de fibra aumenta. Mientras aumenta la fibra, aumenta el contenido de lignina y disminuye la cantidad de carbohidratos disponibles a los microbios del rumen. Como resultado, el valor energético del forraje se reduce. Duthil, 1980

Así, cuando los forrajes son producidos con el propósito de alimentar ganado, deben ser cosechados o pastoreados en una etapa joven. El maíz y el sorgo, cosechados para ensilaje son excepción, porque a pesar que el valor nutritivo de las partes vegetativas de

la planta (tallos y hojas) disminuye en la formación de semillas hay una alta cantidad de almidón digestible que se acumula en los granos. Romero *et al* 2002

El rendimiento máximo de materia seca digestible de una cosecha forrajera se obtiene: en la etapa de embuche, durante la primera parte de madurez en el caso de gramíneas.

Antes de que los granos son completamente dentados en el caso de maíz y sorgo. Hay poco que se puede hacer para prevenir la pérdida de valor nutritivo de un forraje con el avance de su madurez. Por cada día de atraso de la cosecha después del momento óptimo de madurez, la producción lechera potencial de las vacas que comen el forraje, es reducida. Duthil, 1980

2.11. Análisis de Calidad

2.11.1. Método de Van Soest o de Fibra Detergente

La metodología de análisis de forrajes más difundidas es el sistema de fibras detergentes o de Van Soest con algunos agregados. Este permite separar claramente a los componentes de la pared del resto y hacer una buena estimación del contenido energético.

2.11.2. Fibra Detergente Neutra (FDN)

El contenido de fibra en la ración repercute en la producción de grasa en la leche, debido a que durante su digestión en el rumen se forman ácidos grasos volátiles: acético, propiónico, butírico y en menor cantidad láctico. La mayor producción de ácido acético mejora la producción de leche y grasa y la de ácido butírico la de grasa. Muslera, 1991

La FDN comprende a todos los componentes de la pared (celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice). A medida que un forraje avanza en su estado vegetativo aumenta el contenido de FDN. Cuanto mayor sea el porcentaje de pared de un alimento, más lenta será su

digestión, estando más tiempo en el tracto digestivo. Por eso el contenido de FDN tiene una correlación negativa con la capacidad de consumo que los animales tienen sobre ese alimento. A mayor FDN, menor consumo. Una vaca lechera puede comer hasta el 1.2% de su peso vivo de FDN.

2.11.3. Fibra Detergente Ácida (FDA)

Es lo que queda después de una digestión de la pared celular con detergente ácido y abarca a la celulosa y la lignina. Al igual que la FDN aumenta a medida que la planta madura. Tiene una correlación negativa con la digestibilidad de un forraje, a mayor FDA, menor digestibilidad y menor contenido energético.

La estimación del contenido de energía de los forrajes rara vez se hace en forma directa, generalmente se hace a través de ecuaciones que se basan en el contenido de FDA. Muslera, 1991

Proteína ligada a FDA (PB-FDA o N-FDA): Se suele determinar en forrajes conservados - (henos y silos). Cuando ocurre un exceso de calor en el proceso de ensilaje o henificación se pueden dar reacciones indeseables y parte de la proteína puede ligarse a la fibra haciéndose indisponible. La presencia de N-FDA es un indicador de calentamiento excesivo. Muslera, 1991

2.11.4. Materia Seca Digestible (DDM)

Muchos análisis de forraje incluirán un valor llamado materia seca digestible, para lo cual los laboratorios podrían usar diferentes fórmulas para calcular este valor, cuya fórmula más común es:

$$\%DDM = 88.9 - (0.779 * \% FDA)$$

2.11.5. Energía Neta de Lactancia (ENL)

La mayoría de los análisis incluye datos acerca del contenido energético de forraje. Existen distintas formas de expresar la energía: bruta, digestible, metabolizable y netas (mantenimiento, ganancia de peso y lactancia). En vacas lecheras generalmente se trabaja con energía metabolizable o neta de lactancia, cuya formula es:

$$ENL = 0.7 * EM - 0.19$$

Moe et al., 1972

Cuadro 3. Criterios de clasificación de maíz y sorgo para forraje producidos bajo condiciones de la Comarca Lagunera. Herrera, 1999

Calidad	Baja	Mediana	Alta
FDN (%)	>60	De 52 a 60	<51
FDA (%)	>35	De 30 a 35	<29
EN ₁ (Mcal/kg ⁻¹)	>1.3	De 1.31 a 1.48	<1.50
DIVSMS (%)	>60	De 61 a 67	<68

FND= Fibra Detergente Neutra, FDA= Fibra Detergente Acida, ENL= Energía Neta de Lactancia, DIVSMS= Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Lote Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en La P.P. Dulce María, localizada en el área agrícola de La popular en el municipio de Gómez Palacio, Durango, Este trabajo se realizó durante el ciclo de primavera – verano del 2010, con la finalidad de estudiar el comportamiento agronómico de nuevos híbridos de sorgo forrajero buscando ampliar las opciones para seleccionar en el mercado los híbridos mas convenientes para la producción de forraje.

Los híbridos de sorgo forrajero incluidos en este trabajo se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Híbridos de sorgo forrajero probados en condiciones de riego en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010

Híbridos	Híbridos
SILO MASTER (T)	FORRAMIEL
STAR	DORADO
FORRAPLUS	350 FSS
AGROFORRAJE	SUGAR SS

3.2. Distribución de Tratamientos

Los lotes establecidos para cada tratamiento constaron de dos melgas por 100 metros de longitud, donde se sembraron 24 surcos por melga de los diferentes tratamientos con una densidad de siembra de 25 semillas por metro lineal, a 75 cm entre surcos se obtuvo una densidad de siembra de 329,000 plantas por hectárea vs un testigo regional en comparación el cual fue Silo Master (T).

3.3. Siembra

El módulo de prueba se estableció en el lote 2, cuyas características son suelo de textura arcillo-arenoso, con drenaje regular; La siembra se realizó durante los primeros de abril de 2010, en una superficie de 03 – 00 - 00 hectáreas, por cada híbrido se utilizaron dos tendidas de 12 surcos por 100 m de longitud, con una densidad de población de 25 semillas por metro lineal, a 75 cm entre surcos se obtuvo una densidad de siembra de 329 000 plantas por hectárea. La siembra se realizó con una sembradora Gaspardo, de cuatro unidades de siembra.

3.4. Fertilización

Cuadro 5. Programa de fertilización realizado en el lote de prueba de nuevos híbridos de sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010

Producto	Dosis kg/ha	N - P - K	Fertilización
NOVATEC	250	24 - 5 - 5	Siembra
SOLUB 45	300	45 - 0 - 0	1er riego de auxilio
<hr/>			
Total	195	12.5 – 12.5	

3.5. Riegos

Para su establecimiento, se aplicó un riego de presembrado y tres de auxilio. El manejo de riegos en el cultivo del sorgo se realizó de la siguiente manera. El primer auxilio se aplicó el día 22 de junio, posteriormente el segundo auxilio se aplicó el día 7 de junio y el tercer riego se realizó el día 28 de junio.

3.5.1. Riego de Presiembra

Este riego debe realizarse entre 12 y 15 días antes de la fecha de siembra programada, la lámina de riego indicada es de 18 a 20 centímetros. El volumen de agua total para satisfacer las necesidades es aproximadamente de 56 cm de lámina, de la cual se aplican 20 centímetros en el riego de presiembra y 12 cm aproximadamente para cada uno de los tres riegos de auxilio.

3.5.2. Primer Riego de Auxilio

La aplicación de riego al inicio o durante la etapa de diferenciación de órganos reproductivos, conocida como etapa de encañe, permite a la planta disponer del agua suficiente para lograr diferenciar en forma adecuada sus órganos reproductivos, como son la panoja y el grano.

3.5.3. Segundo Riego de Auxilio

Coincide con el inicio de la emergencia de panojas; la aplicación de este riego permitirá a la planta una producción abundante de polen y un desarrollo y crecimiento de la fibra de la panoja, así como la formación de grano.

3.5.4. Tercer Riego de Auxilio

Este riego favorece al cultivo para un completo llenado de grano. Esta etapa fenológica del cultivo cumplió

3.6. Control de Plagas

Cuadro 6. Programa de combate de plagas realizado en el lote de prueba de nuevos híbridos de sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2010

D.d.s	Producto	I.A	kg-lt/ha	Costo/ha
0	Diagran 5%	Diazinón	20	\$ 260.00
47	Clorver 480	Clorpirifos	1.5	
	+			
	Bufferver	A. ortofosforico	0.125	\$ 222.00
65	Versoato 400	Dimetoato	1.5	
	+			
	Bufferver	Ac.ortofosforico	0.125	\$ 171.00

3.7. Muestreo de Cosecha

3.7.1. Peso Fresco

Con la finalidad de cuantificar la producción tanto de forraje fresco así como de materia seca por parcela y por hectárea, se realizaron dos muestreos dentro de cada híbrido, cada muestreo consistió en ubicar un punto de cuatro surcos de 4.0 m de longitud, registrándose los siguientes datos altura de planta, número de plantas por unidad de muestreo, porcentaje de acame, peso de campo (peso fresco de planta / parcela).

3.7.2. Materia Seca

Se realizó en cuatro plantas tomadas dentro de la parcela útil, de esta plantas se obtuvo el peso fresco, colocando las plantas seccionadas en bolsas de papel, esto como referencia para obtener posteriormente la materia seca, después de secar la muestra en estufa a 100°C por 24 horas

3.8. Datos de Campo

Los datos de campo registrados en cuanto a características agronómicas y con la finalidad de evaluar los genotipos incluidos en este trabajo, se indican en seguida.

- Días a 50% de antesis
- Altura de planta
- Porcentaje de acame
- Estado de madurez del grano a la cosecha
- Plantas cosechadas por hectárea
- Rendimiento de peso fresco por hectárea
- Rendimiento de peso seco por hectárea
- Análisis de calidad del forraje

3.8.1. Antesis

Días transcurridos a partir de la siembra a la fecha donde las panojas se encuentran liberando polen en el 50% de la parte superior de la panoja.

3.8.2. Altura de Planta

Medida de la planta de la base del tallo a la punta de la panoja, tomada en 4 plantas por parcela.

3.8.3 Población de Plantas por Parcela

Para estimar la población de plantas por hectárea se cuantificó el número de plantas por parcela.

3.8.4. Porcentaje de Acame

Para determinar el total de plantas caídas hasta el suelo se cuantificó el número de plantas por parcela de muestreo.

3.8.5. Plantas Cosechadas por Hectárea

Para estimar las plantas cosechadas se tomó el dato de población de plantas por parcela que fue en un área de 1.5 m².

3.8.6. Rendimiento de Peso Fresco por Hectárea

Se determinó pesando la materia verde de la parcela muestreada que fue en un área de 1.5 m²

3.8.7. Rendimiento de Peso Seco

Para determinar el peso seco las muestras de forraje fresco, fueron secadas al sol y posteriormente se sometieron a un proceso de secado en estufas de aire forzado a 100°C durante un tiempo mínimo de 24 horas.

3.9. Cosecha

Realizar la cosecha en forma oportuna, en base al estado de madurez de cada híbrido, permite obtener la máxima respuesta en producción y calidad nutricional, por lo la cosecha se realizó cuando alcanzó el grano un estado masoso.

3.10. Calidad del Forraje

Para determinar la calidad nutricional del forraje, se realizará un análisis bromatológico para obtener el porcentaje de proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente acida, energía neta de lactancia y digestibilidad etc.

Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de bromatología, en el Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” U. L.

3.11. Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico se determino bajo el principio de Van Soest (1967) utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El ensayo consistió en tomar 0.500 g (\pm 0.01 g) de la muestra de materia seca de las plantas que se cosecharon y se colocó en una bolsa de papel filtro (ANKOM # F57). Se colocaron las muestras en el analizador de fibras y se añadió 2 L de solución en el vaso de digestión, para el análisis de FAD (cuadro 3.3) y para

el ensayo de (FND) a la solución se le agregó 20 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 4 ml de alfa amilasa.

Posterior mente las muestras tanto como para FAD y FND fueron digeridas en el analizador de fibras por un espacio 60 minutos a una temperatura $100\text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$).

Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado se lavaron con agua destilada caliente (aproximadamente $100\text{ }^\circ\text{C}$), realizándose 3 veces el proceso. Para el análisis de FND se agregaron 4 ml de alfa milasa a cada uno de los dos primeros enjuagues.

A continuación se dejaron las muestras expuestas al medio ambiente por un lapso de 45 min para evaporar el acetona pasado este espació de tiempo, las muestras se situaron en una estufa a una temperatura de $105\text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$) por 24 h. transcurridas las 24 h. Se procedió a pesar las muestras y una vez con el dato obtenido se determinó el porcentaje de FAD y FND con la fórmula $\text{pes I} = \text{PIM} - \text{PFM}$.

Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Acido Detergente. UAAAN-UL 2010

Reactivo	Cantidad
Bromuro de Cetyl	20 g
Trimetil amonio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}(\text{CH}_3)_3 \text{Br}$)	1L
Acido sulfúrico. (H_2SO_4)	1 L

Cuadro 8. Solución para análisis de Fibra Neutro – Detergente. UAAAN-UL 2010

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_4\text{SNa}$)	150g
Sal disódica (EDTA)	93.05g
Tetrabaorato de sodio decahidratado	34.05g
Fosfato ácido disódico (Na_2HPO_4)	22.80g
Agua destilada	5L
Etilenglicol	50 ml

3.12. Análisis de Varianza

Las variables a analizar estadísticamente, fueron procesadas de acuerdo con el modelo estadístico bloque al azar, el cual se define en seguida. (el diseño)

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

Donde:

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

R_j = Efecto de la j-ésima repetición

E_{ij} = Efecto del error experimental

El análisis de varianza se realizó en base a la utilización del paquete estadístico Statistic Analysis System (SAS), obteniéndose la información requerida para la determinación del comportamiento del material genético evaluado, lo que incluyó los resultados de la prueba de rango múltiple.

Con el objetivo de agrupar medias de tratamiento estadísticamente iguales se utilizó la prueba de rango múltiple DMS (Diferencia Mínima Significativa), esta prueba es recomendable utilizarla para comparar medias adyacentes, dado que esta es adecuada para comparar un tratamiento estándar con otros tratamientos, como en este trabajo donde comparan diferentes híbridos con un testigo de prueba. Little y Hill, 1985

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características Agronómicas

Los resultados del presente trabajo donde se evaluaron siete híbridos de sorgo forrajero en comparación con un testigo comercial el cual fue el híbrido Silo Master (T), ampliamente adaptado a las condiciones de la región y estable en cuanto a rendimiento y calidad del forraje.

4.1.2 Altura de Planta

Un componente agronómico de importancia es la altura de planta, dado que híbridos que presentan un porte sobresaliente correlacionan positivamente con una mayor expresión en rendimiento total de biomasa; En este sentido, los resultados indican una media general de 273.96 cm y un rango de variación de 146 a 332 cm, donde destacan seis genotipos que superan a la media general de 273.96 cm, estos fueron Dorado, Silo Master (T), Forraplus, Agroforraje, Star y Sugar, con 332, 330, 301, 295, 292 y 281 cm respectivamente, de los cuales Forramiel resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad a todos los genotipos evaluados, por su parte 350 FSS mostró la menor altura de 146 cm, también estadísticamente diferente al 5% de probabilidad, en tanto que el testigo con 330 cm de altura. Cuadro 9

Al comparar altura de planta con materia seca, se observa que el genotipo con más altura fue Dorado con 332 cm, igualmente en rendimiento de MS obtuvo una producción 10,025 kg/ha, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia, dado que Silo Master (T) con 330 cm, fue el segundo con mayor altura, pero con el mayor rendimiento de materia seca, en comparación con el genotipos de mayor altura, Cuadro 9

4.1.3. Acame

Los resultados de acame de planta indican una media general de 15% y una variación de 0 a 45%, en este sentido los genotipos que presentaron mayores porcentajes fueron Dorado con 45% y Silo Master (t) con 35% de plantas acamadas. Destacan por su buena respuesta agronómica los híbridos Forramiel, 350 FSS, Star y Sugar con valores de 0 a 5% de acame. Al relacionar esta variable con altura de planta se observó que los materiales de mayor altura fueron los que presentaron mayor problema con acame.

Cuadro 9

Cuadro 9. Promedio de tres características agronómicas de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2010

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	APL	ACAME %
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	213.25 c	5
SILO MASTER (T)	16829 a	87500 ab	330.25 ^a	35
AGROFORRAJE	16790 a	70520 cd	295.50 b	12
350 FSS	16417 a	79852 bc	146.25 d	0
STAR	15082 ab	77812 d	292 b	5
FORRAPLUS	14769 ab	69984 cd	301 b	14
SUGAR	14033 ab	57800 e	281 b	5
DORADO	10025 b	58400 e	332.50 ^a	45
Media General	15217.59	68863.5	273.96	15
DMS	5342.8	12660.1	25.95	
C.V %	23.87	12.3	6.44	

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

APL: altura de planta

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (P<0).

4.1.4. Días a Antesis

En el Cuadro 10, se indican los resultados de la característica agronómica 50% de antesis, que viene siendo los días transcurridos de la siembra al día en que el híbrido presenta un 50% de liberación de polen en la mayor parte de la población; En este sentido los resultados indican una variación de 60 a 67 días y una media general de 63 días, donde los híbridos más tardíos fueron Silo Master, Agroforraje, Star y Forraplus, Forramiel, con 67 a 64 días, en tanto que los híbridos más precoces fueron Dorado, 350 FS, Sugar, con 60 y 61 días, es importante considerar que híbridos de ciclo entre intermedio y precoz son importantes para la región. El sorgo se caracteriza por tener fotoperiodo corto, lo cual quiere decir que la maduración de la planta se adelanta cuando el periodo luminoso es corto (Martínez, 2002). Dado que estos materiales por esta condición, muestran una mayor adaptación a condiciones de manejo, donde es factible reducir un riego de auxilio, esto es que un híbrido precoz puede producir en forma satisfactoria con tres riegos de auxilio, en tanto que un híbrido de ciclo intermedio-tardío es posible que requiera cuatro riegos de auxilio. Cabe indicar que entre los genotipos ligeramente más tardíos (67-64 días a antesis) destacan por su nivel de producción de materia seca por unidad de superficie, los híbridos Forramiel y Silo Master (t) con 17 795 y 16 829 kg/ha, aunque resultaron en días a antesis estadísticamente diferentes al 5% de probabilidad a Dorado con 61 días a antesis, pero éste con la menor producción de materia seca. Cuadro 10.

4.1.5. Plantas Cosechadas por Hectárea

En el cuadro (10) se indican los resultados de plantas cosechadas por hectárea, característica importante, que mantiene una relación con el rendimiento final. Estos resultados muestran una media general de 48 825 Pl/ha y un rango de variación entre 130 000 y 50 058 Pl/ha, donde destacan los híbridos Forramiel, Sugar y Silo master (t), con valores de 130 000, 103 00 y 90 032 respectivamente; todos los híbridos fueron estadísticamente iguales al 5% al resto de materiales evaluados, en sentido opuesto el de menor población fue Star, con 50 058 kg/ha.

Al correlacionar población de plantas por hectárea, con producción de materia seca por hectárea, se encontró que el híbrido Forramiel con la mas alta densidad de plantas con 130 000 obtuvo el mayor rendimiento de mayor rendimiento de MS, el cual fue 17 795 kg/ha, sin embargo se pierde la tendencia de mayor población, mayor producción de MS, dado que los híbridos Sugar y Silo Master , con 103 000 y 90 032 Pl/ha, bajan considerablemente su producción de materia seca a 14 033 y 16 829 kg/ha, respectivamente. Cuadro 10

Cuadro 10. Promedio de tres características agronómicas de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2010

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	POB PL/HA	DA
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	259993 a	64
SILO MASTER	16829 a	87500 ab	243327 a	67
AGROFORRAJE	16790 a	70520 cd	326658 a	66
350FS	16417 a	79852 bc	253327 a	60
STAR	15082 ab	77812 d	216661 a	65
FORRAPLUS	14769 ab	69984 cd	246660 a	64
SUGAR	14033 ab	57800 e	266660 a	60
DORADO	10025 b	58400 e	233327 a	61
Media General	15217.59	68863.5	255826	63
DMS	5342.8	12660.1	91477.1	
C.V %	23.87	12.3	12.4	

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

POB: población de plantas

DA: días de antesis

4.1.6. Rendimiento de Forraje Fresco

Con base a los resultados se encontró una variación de 41,150 a 91,153 kg/ha, donde destacan por su mayor capacidad de producción, los híbridos, Forramiel, Silo Master (t) , 350 FS y Agroforraje con 91,153, 89,246, 79,019 y 70,054 kg/ha, respectivamente y fueron diferentes estadísticamente al 5% de probabilidad, por su parte el genotipo con menor producción de forraje fresco fue Sugar con 41,150 kg/ha.

Entre los híbridos de mayor producción de materia seca, se encuentran Forramiel con 93,153 kg/ha de forraje fresco y 17,795 kg/ha de MS, en tanto que Sugar con 41,150 kg/ha, rindió 14,033 kg/ha de MS; En relación a esto se asume que Sugar es un híbrido más precoz que Forramiel, esto principalmente por el contenido de humedad al momento de la cosecha, encontrándose que Forramiel disminuyó por humedad 75,358 kg/ha y Sugar 27,117 kg/ha, de forraje fresco a materia seca, Observándose la misma tendencia entre Silo Master (t) y Forramiel. Cuadro 10

4.1.7. Rendimiento de Materia Seca

Una de las características agronómicas de mayor importancia biológica y económica es la producción total de materia seca, entendiéndose que ésta es una respuesta intrínseca de la planta o sea que tanto la producción de forraje fresco, como de la materia seca están en función de los procesos fisiológicos en forma conjunta de cada una de las partes de la planta, en este sentido y en cuanto a la producción de materia seca que indican, que el promedio general de los híbridos evaluados fue de 15 217 kg/ha, observándose un rango de variación de 10 052 a 17 795 kg/ha, donde destacan por su respuesta cuatro híbridos con rendimientos entre 16 417 y 17 795 kg/ha, siendo estos Forramiel, Silo Master (T), Agroforraje y 350 FS, cabe indicar que de acuerdo a la prueba de rango múltiple estos materiales resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad; En sentido opuesto el híbrido de menor producción fue Dorado, con producciones de 10 025 kg/ha respectivamente, así también resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, por su parte el testigo alcanzó una producción de 16 829 kg/ha, como puede observarse el testigo fue superado por cuatro de los mejores híbridos. Cuadro 11

Cuadro 11. Promedio de tres características agronómicas de siete híbridos de sorgo forrajero, evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2011

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	MSA %
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	18.89 b
SILO MASTER	16829a	87500 ab	18.86 b
AGROFORRAJE	16790a	70520 cd	23.09 b
350FS	16417a	79852 bc	20.38 b
STRA	15082ab	77812 d	23.01 b
FORRAPLUS	14769ab	69984 cd	21.25 b
SUGAR	14033ab	57800 e	34.07 a
DORADO	10025 b	58400 e	19.11 b
Media General	15217.59	68863.5	22.33
DMS	5342.8	12660.1	0.49
C.V %	23.87	12.3	7.1

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

MSA: materia seca ajustada

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

4.1.8 Población PI/Ha

Con base a los resultados se encontró una variación de 130, 000 a 50,058 PI/ha, donde destacan por su mayor población , los híbridos, Forramiel, Silo Master (t) , 350 FS y Agroforraje con 91,153, 89,246, 79,019 y 70,054 kg/ha, respectivamente y fueron diferentes estadísticamente al 5% de probabilidad, por su parte el genotipo con menor producción de forraje fresco fue Sugar con 41,150 kg/ha.

Entre los híbridos de mayor producción de materia seca, se encuentran Forramiel con 93,153 kg/ha de forraje fresco y 17,795 kg/ha de MS, en tanto que Sugar con 41,150 kg/ha, rindió 14,033 kg/ha de MS; En relación a esto se asume que Sugar es un híbrido más precoz que Forramiel, esto principalmente por el contenido de humedad al momento de la cosecha, encontrándose que Forramiel disminuyó por humedad 75,358 kg/ha y Sugar 27,117 kg/ha, de forraje fresco a materia seca, Observándose la misma tendencia entre Silo Master (t). Cuadro 11

Cuadro 12. Promedio de tres características agronómicas de siete híbridos de sorgo forrajero, evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2011

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	POB PL/HA
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	259993 a
SILO MASTER	16829 a	87500 ab	243327 a
AGROFORRAJE	16790 a	70520 cd	326658 a
350FS	16417 a	79852 bc	253327 a
STAR	15082 ab	77812 d	216661 a
FORRAPLUS	14769 ab	69984 cd	246660 a
SUGAR	14033 ab	57800 e	266660 a
DORADO	10025 b	58400 e	233327 a
Media General	15217.59	68863.5	48825.42
DMS	5342.8	12660.1	91477.1
C.V %	23.87	12.3	12.4

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

POB: población de plantas

DA: días de antesis

4.1.9 Numero de Hojas N/H

De acuerdo a los datos obtenidos respecto al numero de hojas de los híbridos evaluados vs un testigo, los resultados indican una variación de 15.25 a 10.75, donde el hibrido testigo Silo Master (t) resulto con el mayor numero de hojas con un total de 15.25, mientras que el hibrido con menor numero de hojas fue el hibrido 350 FS con un total de 10.75. Lo cual de acuerdo a los resultados obtenidos la media general fue de 12.93, en los que destacan todos los híbridos superiores a la media general siendo Agroforraje, Forramiel, Forraplus, Star y Sugar, con un numero de hojas de 13.50, 13, 12.25, 12.25 y 12. Los cuales estos híbridos rebasan la media general.

4.2. Calidad Nutritiva de Forraje

Con los datos obtenidos del análisis y después de hacer los cálculos respectivos para determinar FDA Y FDN; éstos se comparan con los valores de la alfalfa obtenidos de las tablas del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (National Research Council; NRC, 1988), ya que la alfalfa es considerada como el cultivo forrajero de mejor calidad. Por lo anterior se llegó a los siguientes resultados:

En el cuadro (15 y 16) se muestran los resultados del análisis químico proximal y fracciones de fibra de Van Soest (FDN y FDA), de alfalfa y sorgo respectivamente, el de sorgo se compara entre sí y con el de la alfalfa para determinar el mejor híbrido de sorgo. La comparación entre híbridos de sorgo se hace con un testigo de la Región Lagunera.

4.2.1. Fibra Detergente Ácida

En lo referente a FDA presenta una media general de 40.86% y un rango de variación de 49.2 a 31.2%, donde destaca por su mayor respuesta el híbrido Silo Master(t) con 49.2%, el cual resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados, por el contrario el genotipo con menor FDA fue Star con 31.2%. Al comparar FDA con MS se observa que los tratamientos con mayor FDA fueron Solo Master y Forramiel con 49.2 y 47.5% respectivamente, igualmente en MS con 16,829 y 17,795 kg/ha respectivamente, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia dado que Dorado con 37.1%, fue el sexto genotipo con mayor FDA, pero con el menor rendimiento de materia seca, en comparación con el resto de genotipos evaluados.

Para la Fibra Detergente Acida el rango es de 49.2-31.2%. Donde se destacan Silo Master(t), Forramiel , 350 FS y Star con 49.2 , 47.4, 44.1 y 32.1% respectivamente, presentan un nivel de FDA superior a la alfalfa secada al sol en floración completa con el 37% de FDA. En sentido contrario Star alcanza un valor similar a esta alfalfa con 31.2%.

En tanto que Dorado con 37.7% tiene la misma proporción de FDA con alfalfa secada al sol a media floración con 37%. El genotipo que presento menor cantidad de FDA fue Star con 31.2%, donde la alfalfa secada al sol en etapa temprana no lo supera con un valor de 28% de FDA. En el caso de de la FDA esta relacionada de manera inversa con la digestibilidad de la materia seca de los forrajes; es decir, a mayor contenido de FDA, menor digestibilidad, (Núñez *et al* 1999).Cuadro 16

4.2.2. Fibra Detergente Neutra

En cuanto a FDN los resultados presenta una media general de 66.77% y un rango de variación de 74.8 a 66.2%, donde destaca el híbrido Silo Master (t) con 74.8%, el cual resultado estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados, en tanto que el genotipo con menor FDN fue Agroforraje con 66.2%. Al correlacionar FDA con MS se observa que el tratamiento con mayor FDN fue Silo Master (t) con 74.8% igualmente en MS con una producción de 16,829 kg/ha, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia dado que Dorado con 62.7%, fue el séptimo híbrido con mayor FDN, pero con el menor rendimiento de materia seca, en comparación con el resto de genotipos evaluados.

Para Fibra Detergente Neutra el rango es de 62.7-74.8%. Donde se destacan seis híbridos con alto contenido en FDN los cuales fueron Silo Master (t), 350 FS, Forramiel, Forraplus, Agroforraje, y Sugar con 74.8, 72.9, 71.5, 67, 66.2 y 63.7% respectivamente, tienen mas FDN que la alfalfa secada al sol en floración completa la cual presenta un valor de 50%. En tanto que el genotipo con menos FDN fue Star con 55.4%, estos valores se asemejan ala alfalfa secada al sol en inicio de floración con un valor de 42.23%. Por consiguiente, la digestibilidad de éstos híbridos se espera que sea menor que la de la alfalfa de acuerdo a sus valores de FDN (Godoy 2001). Cuadro 16

Cuadro 13. Valores porcentuales del análisis químico proximal y fracciones de fibra de Van Soest (FDN y FDA), de la alfalfa en diferentes estados fenológicos obtenidos de tablas del NRC. 1988

Cultivo	PC	Grasa	Cenizas	FDN	FDA
	%	%	%	%	%
Alfalfa secada al sol en etapa temprana	23.0	4.0	10.2	38	28
Alfalfa secada al sol en etapa tardía	20.0	3.8	9.2	40	29
Alfalfa secada al sol al inicio de la floración	18.0	3.0	9.6	42	31
Alfalfa secada al sol a media floración	17.0	2.6	9.1	46	35
Alfalfa secada al sol en floración completa	15.0	2.0	8.9	50	37

PC = Proteína cruda, FDN = Fibra Detergente Neutro, FDA = Fibra Detergente Ácido.

Cuadro 14. Promedios de cuatro variables de calidad nutricional y rendimiento fresco y seco de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2011

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	FDA	FDN
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	49.2	74.8
SILO MASTER	16829 a	87500 ab	31.2	55.4
AGROFORRAJE	16790 a	70520 cd	41.2	67
350FS	16417 a	79852 b c	38.9	66.2
STR	15082 a b	77812 d	47.5	71.5
FORRAPLUS	14769 a b	69984 cd	37.1	62.7
SUGAR	14033 a b	57800 e	44.1	72.9
DORADO	10025 b	58400 e	37.7	63.7
Media General	15217.59	68863.5	40.86	66.77
DMS	5342.8	12660.1		
C.V %	23.87	12.3		

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

FDA: fibra detergente acida

FDN: fibra detergente neutra

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

4.2.3. Digestibilidad

La digestibilidad es una medición de uso común para conocer la utilización de los nutrientes, alimentos o dietas, permite conocer el grado de aprovechamiento por el animal. En cuanto al porcentaje de digestibilidad, los resultados muestran una media de 57.06% y un rango de 64.59 a 50.57%, donde destaca por su mayor aportación Star con 64.59%, mismo que resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados. En sentido opuesto el tratamiento con menor digestibilidad fue Silo Master (t) con 50.57%, en cuanto al testigo fue el octavo con menos digestibilidad.

De acuerdo con Herrera 1999. (Cuadro 3). El material con buena calidad fue Star con 64.59%, en tanto que Agroforraje presenta un valor medio con 58.59 % de digestibilidad. El resto de los genotipos son considerados de mala digestibilidad para el rumiante porque no se encuentran en ninguno de los rangos mencionados por Herrera 1999. Estos resultados indican la conveniencia de conocer tanto el rendimiento como la calidad nutritiva de los diferentes híbridos de sorgo para hacer la mejor elección posible, ya que los híbridos con menor rendimiento de materia seca por hectárea pero con una alta digestibilidad pueden llegar a tener un mayor potencial para la producción de leche por unidad de superficie que híbridos de alto rendimiento y baja digestibilidad (González, *et al.*, 2002) citado por Núñez 2006. Cuadro 17

4.2.4. Energía Neta de Lactancia

Para Energía Neta de Lactancia, la media general fue 1.19 Mcal/kg y un rango de variación entre 1.53 a 0.95 Mcal/kg, en donde el híbrido Star fue estadísticamente superior a los demás con 1.53 Mcal/kg considerado según Herrera (1999) el más alto en ENL, por su parte los híbridos Sugar, Forraplus, Forramiel, Agroforraje, Dorado, 350 FS con valores de 1.28, 1.19, 1.16, 1.14, 1.12 y 1.12 Mcal/kg respectivamente, resultaron también estadísticamente iguales al 5% de probabilidad y así mismo resultaron altos en

ENL (Herrera, 1999); En tanto que el genotipo con valor más bajo en ENL fue Silo Master (t) con 0.95 Mcal/kg, considerándose este valor abajo del límite estándar. Cuadro 17

Cuadro 15. Promedios de dos variables de calidad nutricional y rendimiento fresco y seco de siete híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2011

HIBRIDOS	RMS/HA	RFF KG/HA	ENL Mcal/Kg	DDM
FORRAMIEL	17795 a	91770 a	0.958	88.153718
SILO MASTER	16829a	87500 ab	1.532	87.706572
AGROFORRAJE	16790a	70520cd	1.189	87.973769
350FS	16417a	79852bc	1.14	88.01194
STR	15082ab	77812 d	1.168	87.990128
FORRAPLUS	14769ab	69984 cd	1.126	88.022846
SUGAR	14033ab	57800 e	1.126	88.022846
DORADO	10025b	58400 e	1.287	87.897427
Media General	15217.59	68863.5	1,19	87.9724058
DMS	5342.8	12660.1		
C.V %	23.87	12.3		

RMS: rendimiento de materia seca

RFF: rendimiento de forraje fresco

ENL: energía neta de lactancia

DDM: materia seca digestible

DMS: Tratamientos agrupados con misma literales, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

V. CONCLUSIONES

Los mejores híbridos por su capacidad de rendimiento y adaptación fueron Forramiel y Silo Master (t), con producciones de 17 795 y 16 829 kilogramos por hectárea de materia seca; Estos híbridos resultaron estadísticamente diferentes al 5% de probabilidad. En tanto que para rendimiento de forraje fresco los híbridos con mayor rendimiento fueron Forramiel y Silo Master (t) con producciones de 93 153 y 89 246 kilogramos por hectárea, al igual que resultaron estadísticamente diferentes al 5% de probabilidad.

Los híbridos evaluados, en su mayoría resultaron de ciclo intermedio-precoc, dado que presentan su floración entre los 60 y 67 días después de la siembra, sin excepción a los demás híbridos el cual se consideran de ciclo intermedio-precoc.

Los coeficientes de variación obtenidos resultaron dentro de un rango aceptable de confiabilidad.

La altura de planta no indica un efecto sobre el rendimiento de materia seca, dado que el híbrido Dorado con 332.50 cm, rindió 10 025 kg/ha de ms, y Silo Master (t) 330.25 cm, solo alcanzó a rendir 16 829 kg/ha materia seca.

El híbrido de mejor respuesta en calidad de forraje, fue Silo Master (t), dado que resultó con el valor mínimo en contenido de FDA y FDN con 31.2 y 55.4 % respectivamente. Además obtuvo el segundo lugar en rendimiento de materia seca con 16 829 kg/ha. de acuerdo con los resultados indican una mejor respuesta, comparados con alfalfa, en los mismos componentes de calidad, con respecto a Digestibilidad y Energía Neta de Lactancia es considerado de alta calidad superando a los demás genotipos.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilera U. J. 1990. Cultivo del Sorgo Grano y Forraje. Producción de Granos y Forrajes. Ed. LIMUSA. 5ª Edición. Pp153 – 190
- ASERCA Mercado Internacional de sorgo, Apoyo y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Dirección General de Operaciones Financieras, 2003, Pp.1-15,<http://www.infoaserca.gob.mx/analisis/sublistaanalisis.shtml>.
- CANACINTRA, La industria alimenticia animal en México 2002, Sección de Fabricación de Alimentos Balanceados para Animales. México D.F., 2002, 65 pp.
- Castellanos, R. A., Llamas LI. G y Shimada A.S. 1990. Manual de técnicas de investigación en Ruminología. Sistema de Educación de Producción Animal en México A. C. Pp. 267.
- COMPTON, L.P. 1990. Agronomía del Sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en cultivos para los trópicos semiáridos (ICRISAT), Patancheru PA. Andhra Pradesh 502324. India. Pp.112-115.
- Delorit J.R, H.L. Ahlgren. 1982. Producción Agrícola. Editorial CECSA, 6ª Edición, Pp 215-239.
- Duthil J., 1980. Producción De Forrajes. Ed. Mundi-Prensa 3ª Edición, Buenos Aires Argentina Pp 266 – 268.

García M.E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Adaptada a las Condiciones de la República Mexicana). 4ª Ed. México, Editado por la autora. 246 p.

Godoy S. y C.F. Chicco, 2001. Bovinos en Crecimiento y Engorda. www.ceniap.gob.ve/bdigital/ztzoo/zt1102/texto/bovinosencrecimientos.htm.

González M., et al., 2000. Origen e Historia del Sorgo Editorial Mundi-Prensa. Pp. 25-27 www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html#Origen-hist-sorgo.

Guerrero Andrés, 1992. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundi-Prensa 5ª Edición, Pp. 223 – 229.

Herrera, S. R. 1999. La importancia de la Calidad en los Maíces y Sorgos seleccionados para el Forraje y su efecto en la Producción y Costos de Alimentación. En II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón Coahuila. México. Pp. 148-157.

Herrera, S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. Componentes Tecnológicos para la Producción de ensilados de Maíz y Sorgo. SAGARPA-SIRNOC-CELALA. Pp 47-50

Hughes H.D, Heath E. Maurice, Metcalfe S. Darrel. 1966. Forages. Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. Second Edition, Pp.383-386.

Jiménez. A. F. y Moreno. M. J., 1998. El Ensilaje una Alternativa de Conservación de Forraje. www.gobant.gov.co/organismos/sagricultura/documentos/el%20ensilaje.

López B.L., 1990. Cultivos Herbáceos-Cereales. Ed. Mundi-Prensa, 1ª Edición, Vol. I. Pp. 397 – 416.

Martin H. J. y M. M. MacMasters, 1956. Crops in peace and war Ed. USDA Edition 1956 – 1957, Pp. 349 – 352.

Martínez. H.C., S. Aronna y E. Cornerón, 2002. Clasificación taxonómica del sorgo. www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.asp

Muslera P. E y R. C. García, 1991. Praderas Y Forrajes. Ed Mundi-Prensa, 2ª Edición Pp. 567 – 569.

National Research Coucil (NRC), 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington D. C. Pp 90-92; 105-107.

Núñez H, G. 2006. Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CELALA, Matamoros Coah. Méx. Pp.54.

Robles S. Raúl.1976 Producción de Granos y Forrajes Ed.Limusa 3ªEdicion, México D.F. Pp. 141-170.

Robles S. Raúl.1976 Producción de Granos y Forrajes Ed.Limusa 3ªEdicion, México D.F. Pp. 141-170.

- Robles S. Raúl.1982. Producción de Granos y Forrajes Ed.Limusa 3ªEdicion, México DF. Pp. 141-170.
- Romero L., Q. E. Fernández y S. O. Castillo, 2002. El sorgo forrajero ¿puede ser un sustitutedelmaíz?www.elsitioagricola.com/articulos/romero/lecheria%20%20EI%20sorgo%20forrajero%20como%20sustituto%20del%20maiz%20-%202002.asp
- Sánchez R. R., 1990. Producción De Granos y Forrajes. Ed Limusa, 5ª Edición, Pp. 141– 170.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Lineamientos específicos del subprograma de apoyos a la agricultura por contrato de maíz amarillo y sorgo, ciclo agrícola primavera-verano 2004, <http://www.infoaserca.gob.mx/programas/DGPC-20046181.pdf>.
- USDA/Foreign Agricultural Service (USDA/FAS), Production, supply & distribution on line, custom query, 2006, <http://www.fas.usda.gov/psd/psdselection.asp>.
- Valadez G. J, Mendoza O.E.L, Vaquera H. H, Córdova T. L, Mendoza. C .M y García S. G. 2006. Raleo de flores, rendimiento de semilla y distribución de materia seca post-antesis en sorgo .Orientación en Producción de Semillas, Estadística y Genética. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Estado de México. Pp. 303-305.
- Vance G., S. Darell y E. Mc Cloud.1986. Forages. Hughes, Heath Metcalfe. Ed CECSA, Pp. 397 – 404.
- Wall S. Joseph, Ross M. William. 1975 Producción y Usos del sorgo Ed. Hemisferio sur, Buenos Aires Argentina, Pp. 217-219.