

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD REGIONAL LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL
FORRAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO EVALUADOS EN LA REGIÓN
LAGUNERA.**

POR:

HUGO DANIEL CHACÓN CHACÓN

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL
FORRAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO EVALUADOS EN LA REGIÓN
LAGUNERA.**

TESIS DEL C: HUGO DANIEL CHACÓN CHACÓN QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA 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 MANRIQUEZ

ASESOR:


ING. E. LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México


Coordinación de
de Carreras Ag
Diciembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

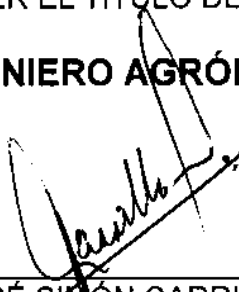
**POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL
FORRAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO EVALUADOS EN LA REGIÓN
LAGUNERA.**

TESIS DEL C. HUGO DANIEL CHACÓN CHACÓN 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:


ING. E. LEOBOLDO HERNÁNDEZ TORRES


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Coordinación de
de Carreras Ag

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2009

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:

Cecilio Chacón Cartagena y Martha Chacón Martínez

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 mis hermanos:

Juan, José, Elio, Adriana, Lalo, Cecilio, Leslie, Odalis

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 haber depositado la confianza en mí para hacer posible la realización del presente trabajo, más aun por enseñarme alguno de sus conocimientos de su vida profesional, como también por las críticas y aclaraciones en la revisión del mismo para poder presentar mi examen como persona profesional.

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

Al Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres. Por el apoyo y consejos que siempre me brindo en el transcurso de mi carrera. Como también en la colaboración y asesoramiento del presente trabajo.

A todos mis compañeros de salón Raúl, Ulises, Rubén, Gilber, Idalmar, Martín, Jeremías, Yeymi, Quiroz, Diego, y Jesús. 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 recordare.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
CONTENIDO.....	III
INDICE DE CUADROS	VI
RESUMEN	IX
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.....	5
II. REVISIÓN DE LÍTERATURA	6
2.1. Caracterización de la Comarca Lagunera	6
2.1.1. Clima	6
2.1.2. Temperatura.....	6
2.1.3. Precipitación.....	7
2.1.4. Suelos	7
2.2. Origen y Distribución	8
2.3. Clasificación Taxonómica.....	9
2.4. Descripción Botánica.....	10
2.4.1. Ciclo Vegetativo	10
2.4.2. Clasificación Sexual	10
2.4.2.1. Sexual	10
2.4.2.2. Monoica.....	10
2.4.2.3. Hermafrodita.....	10
2.4.2.4. Incompleta.....	10
2.4.2.5. Perfecta	10
2.4.3. Sistema Radicular	10
2.4.4. Tallos.....	11
2.4.5. Hojas	11
2.4.6. Flores	11
2.4.7. Grano	11
2.5. Condiciones Ecológicas y Edáficas.....	12
2.5.1. Temperatura.....	12
2.5.2. Humedad.....	12
2.5.3. Altitud	12
2.5.4. Latitud.....	12
2.5.5. Fotoperiodo	13
2.5.6. Suelos	13
2.6. Manejo Agronómico	13
2.6.1. Preparación del Terreno.....	13
2.6.2. Variedades	13

2.6.3. Época de Siembra	13
2.6.4. Método y Densidad de Siembra	14
2.6.5. Riegos	14
2.6.6. Fertilización	14
2.6.7. Plagas	14
2.7. Sustancias Tóxicas del Sorgo	15
2.8. Sorgo Forrajero	16
2.9. Calidad de Forraje	18
2.9.1. Forrajes	18
2.9.2. Ensilaje	18
2.10. Características Generales del Forraje	19
2.10.1. Volumen	19
2.10.2. Alta Fibra y Baja Energía	19
2.10.3. Contenido de Proteína	20
2.11. Interpretación del Análisis de Calidad	21
2.11.1. Método de Van Soest o Fibra Detergente	21
2.11.2. Pared Celular o Fibra Detergente Neutra (FDN)	21
2.11.3. Fibra Detergente Ácida (FDA)	22
2.11.4. Materia Seca Digestible (DDM)	22
2.11.5. Energía Neta de Lactancia (ENL)	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Localización del Módulo Demostrativo	24
3.2. Distribución de Tratamientos	24
3.3. Siembra	25
3.4. Fertilización	25
3.5. Riegos	25
3.5.1. Riego de Pre siembra	26
3.5.2. Primer Riego de Auxilio	26
3.5.3. Segundo Riego de Auxilio	26
3.5.4. Tercer Riego de Auxilio	26
3.6. Control de Plagas	27
3.7. Muestreo de Cosecha	27
3.7.1. Peso Fresco	27
3.7.2. Materia Seca	28
3.8. Datos de Campo	28
3.8.1. Antesis	28
3.8.2. Altura de Planta	28
3.8.3. Población de Plantas por Pacela	29
3.8.4. Porcentaje de Acame	29
3.8.5. Plantas Cosechadas por Hectárea	29
3.8.6. Rendimiento de Peso Fresco por Hectárea	29
3.8.7. Rendimiento de Peso Seco	29
3.9. Cosecha	29
3.10. Calidad del Forraje	30
3.11. Análisis Químico Bromatológico	30
3.12. Análisis de Varianza	32

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Características Agronómicas.....	33
4.1.2. Altura de Planta.....	33
4.1.3. Acame	33
4.1.4. Días a Antesis	34
4.1.5. Plantas Cosechadas por Hectárea.....	35
4.1.6. Rendimiento de Forraje Fresco	36
4.1.7. Rendimiento de Materia Seca	36
4.2. Componentes de la Planta para Rendimiento de Forraje.....	37
4.2.1. Peso Húmedo de Panoja.....	37
4.2.2. Peso Húmedo de Hoja	38
4.2.3. Peso Húmedo de Tallo.....	39
4.2.4. Peso Húmedo de Panoja.....	40
4.2.5. Peso Húmedo de Hoja	41
4.2.6. Peso Húmedo de Tallo	41
4.2.7. Peso Seco de Panoja	42
4.2.8. Peso Seco de Hoja.....	43
4.2.9. Peso Seco de Tallo	43
4.2.10. Peso Seco de Panoja	44
4.2.11. Peso Seco de Hoja.....	45
4.2.12. Peso Seco de Tallo	45
4.3. Calidad Nutritiva de Forraje.....	46
4.3.1. Fibra Detergente Ácida.....	47
4.3.2. Fibra Detergente Neutra.....	47
4.3.3. Digestibilidad	49
4.3.4. Energía Neta de Lactancia	50
V. CONCLUSIONES	57
VI. LITERATURA CITADA.....	58

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.....	15
Cuadro 2. Características que determinan la calidad del ensilaje. Jiménez y Moreno. 1998	19
Cuadro 3. Criterios de clasificación de maíz y sorgo para forraje producidos bajo condiciones de la Comarca Lagunera. Herrera. 1999	23
Cuadro 4. Híbridos de sorgo forrajero probados en condiciones de riego en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL 2008	24
Cuadro 5. Programa de fertilización realizado en el lote de prueba de nuevos híbridos de sorgo forrajero en la Comarca Lagunera.UAAAN – UL 2008	25
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 2008	27
Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Ácido Detergente. UAAA-UL 2008.....	31
Cuadro 8. Solución para análisis de Fibra Neutro – Detergente. UAAAN-UL 2008	31

Cuadro 9. Promedio de cuatro características agronómicas de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008	34
Cuadro 10. Promedio de cuatro características agronómicas y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008	37
Cuadro 11. Promedio de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.	40
Cuadro 12. Aportación de diferentes partes estructurales de la planta al rendimiento total de forraje fresco de híbridos de sorgo forrajero evaluados en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	42
Cuadro 13. Promedio de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	44
Cuadro 14. Aportación de diferentes partes estructurales de la planta al rendimiento total de materia seca de híbridos de sorgo forrajero evaluados en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	46
Cuadro 15. 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.....	48
Cuadro 16. Promedios de dos características de calidad nutricional, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008	49

Cuadro 17. Promedios de dos variables de calidad nutricional, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008	51
Cuadro 18. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAA-UL 2008	52
Cuadro 19. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	52
Cuadro 20. Cuadrados medios y su significancia de cuatro variables de calidad nutricional de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008	53
Cuadro 21. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	53
Cuadro 22. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008.....	54
Cuadro 23. Dieciséis variables correlacionadas de características agronómicas y de calidad de forraje de seis híbridos vs un testigo regional de sorgo forrajero, evaluados en la Pequeña Propiedad Dulce María (La Popular Dgo). UAAAN – UL 2008	55

RESUMEN

Durante el ciclo de primavera verano de 2008 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 seis 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 y capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

La siembra se realizó durante los primeros de abril de 2008, en una superficie de 03 – 00 - 00 hectáreas en la PP. Granja Dulce María, localizada en el km 6 de la carretera Jabonoso – Esmeralda, 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 76 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 Sucross SS 506 y Tahoka con producciones de 20 936 y 20 121kg/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 Gigante verde el cual resulto con una producción de 10 654 kg/ha.

Respecto a calidad los resultados indican que el híbrido con mayor calidad de forraje, fue Silo Dulce, 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.

Palabras clave: Sorgo, híbridos, hectárea, rendimiento, forraje.

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.

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

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 como alternativa agro tecnológica para la alimentación animal, contribuye a suplir las necesidades de pasto y forraje, especialmente para la época seca. En las últimas décadas, el interés en Sorgo x Sudan, y sus híbridos se ha ido incrementando por sus altos rendimientos, precocidad, capacidad para soportar sequías y para responder favorablemente a las labores culturales, 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 forrajero por su potencial de producción de forraje y capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

Evaluar el rendimiento de forraje en estado del grano de 1/3 de línea de leche, materia seca, calidad nutricional y demás características agronómicas.

Identificar híbridos sobresalientes por sus características agronómicas, para ser considerados en otros proyectos de investigación.

1.5. Hipótesis

Ha: Al menos un híbrido es superior al testigo en rendimiento de forraje y calidad en el contenido de nutrimentos.

Ho: El tratamiento testigo es superior en rendimiento y calidad forrajera a todos los tratamientos 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 y 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 las forman los nudos y de los cuales emergen la 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 sudán, 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 aquéllas 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: Fame; y de ciclo intermedio: D-65 y Silo Milo.

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 aproximadamente de 25 semillas por metro lineal.

2.6.5. Riegos

Para su establecimiento y hasta su primer corte, este cultivo requiere de un riego de presembrado 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 20 a 25 días. INIFAP 1999

2.6.6. Fertilización

En la zona central, después de cualquier cultivo excepto alfalfa, aplicar 120 kilogramos de nitrógeno más 40 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. INIFAP 1999

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	Dipterex 2.5% G	10 a 12 kg
	Diazinon 14 G	8 a 10 kg
Pulgones	Dimetoato 4%	20 kg
	Malatión 1000	1 lt
Chiches	Malatión 1000 E	1.0 lt
Mosca midge	Diazinón 25%	1.0 lt
Araña roja	Dimetoato 14 G	8 a 10 kg
	Nuvacrón 2.5% G	30 kg

2.7. Sustancias Tóxicas del Sorgo

Los sorgos contienen altos valores de nitratos, en ciertas condiciones de cultivo y utilización. La fertilización y especialmente 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, así como realizar la cosecha cuando la planta alcance 45-50 cm de altura y llevar la producción a ensilaje, en lugar de utilizarla como pastura en fresco.

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 (*Phymatotrichum omnivorum*) y Verticilium (*Verticillium 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 (tallo 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. En la etapa de medio a maduro del botón para leguminosas.

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. Interpretación del 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. Pared Celular o 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, por lo que 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 Módulo Demostrativo

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 2008, 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 2008

Híbridos	Empresa	Híbridos	Empresa
SILO MASTER (t)	Wac	SUCROS SS506	Techang
SILO DULCE	Mid States (Milsa)	HUSKY	Wac
GIGANTE VERDE	Techag de México	RED TOP CANDY	Wac
TAHOKA	Semillas Royal		

3.2. Distribución de Tratamientos

Los lotes establecidos para cada tratamiento constaron de dos melgas por 100 metros de longitud, donde se sembraron doce surcos por melga de los diferentes tratamientos con una densidad de población de 25 semillas por metro lineal, a 76 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.

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 2008, 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 76 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 2008

Producto	Dosis Kg/Ha	N - P- K	Época de siembra
Nitrofoska azul	200	24-24-34-24S+EM	Siembra
ENTEC	200	52-00-00-24S	Siembra
ENTEC	200	52-0-0-24	1er riego de auxilio
Total 128 – 24 – 34 – 72S + EM			

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 14 de mayo, 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.

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 2008

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 cinco plantas tomadas dentro de la parcela útil, de estas 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 diez 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 12.16 m².

3.8.6. Rendimiento de Peso Fresco por Hectárea

Al tomar en cuenta el peso de fresco de la muestra y en base al área de muestreo que fue 12.16 m². Se realizó la transpolación a rendimiento de forraje fresco por hectárea.

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 Químico 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 °C (\pm 1 °C).

Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado se lavaron con agua destilada caliente (aproximadamente 100°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 espacio de tiempo, las muestras se situaron en una estufa a una temperatura de 105 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$) 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.

Cuadro 7. Solución para determinación de Fibra Acido Detergente. UAAAN-UL 2008

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 2008

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_4\text{SNa}$)	150g
Sal disódica (EDTA)	93.05g
Tetraabato 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.

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

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 obtenidos en el presente trabajo donde se evaluaron 6 híbridos de sorgo forrajero en comparación con un testigo comercial el cual fue el híbrido Silo Master, ampliamente adaptado a las condiciones de la región y estable en cuanto a rendimiento de forraje.

4.1.2 Altura de Planta

Un componente agronómico de importancia es altura de planta (Alp). De acuerdo con los resultados, esta característica presenta una media general de 278 cm y un rango de variación de 119 a 367 cm donde destacan tres genotipos que superan a la media general de 278 cm, estos fueron Sucross SS 506, Gigante Verde y Red Top Candy, con 368, 335 y 310 cm respectivamente, de los cuales Sucross SS 506 resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad a todos los genotipos evaluados, por su parte Silo Dulce mostró la menor altura de 119 cm, también estadísticamente diferente al 5% de probabilidad, en tanto que el testigo con 270 cm de altura. Cuadro 9

Al correlacionar altura de planta con materia seca, se observa que el genotipo con más altura fue Sucross SS 506 con 368 cm, igualmente en rendimiento de MS obtuvo una producción 20,936 kg/ha, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia, dado que Gigante Verde con 335 cm, fue el segundo con mayor altura, pero con el menor rendimiento de materia seca, en comparación con el resto de genotipos evaluados. Cuadro 9

4.1.3. Acame

El porcentaje de acame en la producción de sorgo indica la proporción de plantas que se inclinan total o parcialmente, ya sea por no tener un anclaje bueno en las

raíces o por sobrepoblación de plantas. De acuerdo con los resultados para esta variable resultó una media general de 7% y un rango de variación entre 0 a 9% donde resultaron tres híbridos con 9%, siendo éstos: Red Top Candy, Silo Master (t), Gigante Verde, los que fueron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, en tanto Silo Dulce con 0%, destaca por su excelente comportamiento en cuanto a acame de plantas. Cuadro 9

Al correlacionar acame de plantas con producción de materia seca, se observa que no existe ninguna tendencia.

Cuadro 9. Promedio de cuatro características agronómicas de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Altura de planta (cm)	Acame (%)	Rendimiento forraje fresco /ha (kg)	Rendimiento materia seca /ha (kg)
Sucros SS 506	368 a	8 b	68,421 a	20,936 a
Tahoka	278 c	8 b	74,178 a	20,121 a
R. T. Candy	310 b	9 a	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	119 d	0 d	39,967 c	17,054 ab
Silo Master(t)	270 c	9 a	73,355 a	15,516 b
Husky	266 c	8 c	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	335 b	9 a	50,699 bc	10,654 c
M. General	278	7.0	54,469	16,753
CV (%)	4	3	10	11

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (P<0.05)

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 57 a 63 días y una media general de 60 días, donde los híbridos más tardíos fueron Gigante Verde, Sucross SS 506, Tahoka y Silo Master (t), con 63 a 61 días, en tanto que los híbridos más precoces fueron Rep Top Candy, Husky y Silo Dulce con 59 y 57 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 mas tardíos (62-63 días a antesis) destacan por su nivel de producción de materia seca por unidad de superficie, los híbridos Sucross SS 506 y Tahoka con 20 936 y 20 121 kg/ha, aunque resultaron en días a antesis estadísticamente iguales al 5% de probabilidad a Gigante Verde con 63 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 154 370 Pl/ha y un rango de variación entre 96 628 y 190 378 Pl/ha, donde destacan los híbridos Sucross SS 506, Silo master (t) y Husky, con valores de 190 378, 179 688 y 178 043 respectivamente; Sin embargo Sucross SS 506 fue estadísticamente diferente al 5% al resto de materiales evaluados, en sentido opuesto el de menor población fue Gigante Verde, con 96 628 kg/ha.

Al correlacionar población de plantas por hectárea, con producción de materia seca por hectárea, se encontró que el híbrido Sucross SS 506 con la mas alta densidad de plantas con 190 378 obtuvo el mayor rendimiento de mayor rendimiento de MS, el cual fue 20 936 kg/ha, sin embargo se pierde la tendencia de mayor población, mayor

producción de MS, dado que los híbridos Silo Master (t) y Husky , con 179 688 y 178 043 PI/ha, bajan considerablemente su producción de materia seca a 15 516 y 14 593 kg/ha, respectivamente. Cuadro 10

4.1.6. Rendimiento de Forraje Fresco

Con base a los resultados se encontró una variación de 39 967 a 74 178 kg/ha, donde destacan por su mayor capacidad de producción, los híbridos, Tahoka, Silo Master (t), Sucross SS 506 y Red Top Candy con 74 178, 73 355, 68 421 y 60 033 kg/ha, respectivamente y fueron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, por su parte el genotipo con menor producción de forraje fresco fue Silo Dulce con 39 967 kg/ha.

Entre los híbridos de mayor producción de materia seca, se encuentran Tahoka con 74 178 kg/ha de forraje fresco y 20 121 kg/ha de MS, en tanto que Silo Dulce con 39 967 kg/ha, rindió 17 054 kg/ha de MS; En relación a esto se asume que Silo Dulce es un híbrido más precoz que Tahoka, esto principalmente por el contenido de humedad al momento de la cosecha, encontrándose que Tahoka disminuyó por humedad 54 057 kg/ha y Silo Dulce 22 913 kg/ha, de forraje fresco a materia seca, Observándose la misma tendencia entre Silo Master (t) y Tahoka. 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 16 753 kg/ha, observándose un rango de variación de 10 654 a 20 936 kg/ha, donde destacan por su respuesta cuatro híbridos con rendimientos entre 17 054 y 20 936

kg/ha, siendo estos Sucross SS506, Tahoka, Red Top Candy y Silo Dulce, cabe indicar que de acuerdo a la prueba de rango múltiple estos materiales resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad; En sentido opuesto los híbridos de menor producción fueron Husky y Gigante Verde, con producciones de 14 593 y 10 654 kg/ha respectivamente, así también resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, por su parte el testigo alcanzó una producción de 15 516 kg/ha, como puede observarse el testigo fue superado por cuatro de los mejores híbridos. Cuadro 10

Cuadro 10. Promedio de cuatro características agronómicas de seis híbridos de sorgo forrajero, evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Días a Antesis (dds)	Plantas cosechadas/ha	Rendimiento de forraje fresco/ha (kg)	Rendimiento de materia seca/ha (kg)
Sucross SS 506	62.0 a	190,378 bc	68,421 a	20,936 a
Tahoka	62.0 a	150,493 bc	74,178 a	20,121 a
R T. Candy	59.0 bc	131,990 cd	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	57.0 c	153,372 bc	39,967 c	17,054 ab
Silo Master (t)	61.0 ab	179,688 ab	73,355 a	15,516 b
Husky	59.0 bc	178,043 ab	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	63.0 a	96,628 d	50,699 bc	10,654 c
M. General	60.0	154,370	54,469	16,753
CV (%)	1	9	10	11

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

4.2. Componentes de la Planta para Rendimiento de Forraje

4.2.1. Peso Húmedo de Panoja

Al seleccionar la planta y separarla en sus diferentes órganos se logró cuantificar y determinar la aportación de cada uno de ellos a la producción final del cultivo, en este sentido una característica importante es el peso húmedo de panoja (php); La panoja del

sorgo presenta diferentes estructuras y morfología, entre las que se citan las de tipo compacto, alargadas, semi-compactas, semi-abiertas y abiertas entre otras. Los resultados de este trabajo indican en cuanto a peso húmedo de panoja una media general de 233.8 gr, observándose una variación de 303.5 gr a 157.5 gr, donde destacan en su peso por muestreo realizado, tres genotipos los cuales fueron Silo Master (t), Tahoka, Silo Dulce, con 303.5, 244.0 y 236.0 gr, respectivamente, lo anterior indica que el peso de panoja influyó para que estos híbridos alcanzaran producciones de 74 178, 73 355, 68 421 kg/ha, respectivamente; Esta variable resultó ser comparativamente la de mayor aportación al rendimiento final de forraje fresco, por el contrario para los materiales que resultaron con menor peso los valores fueron 184.0 y 157.5 gr para los híbridos, Gigante Verde y Red Top Candy, los cuales produjeron , respectivamente y por tanto los de menor aportación al rendimiento final. Cuadro 11

Peso húmedo de panoja muestra una aportación variable al rendimiento final tanto de forraje fresco, como de materia seca, esta variación se debe principalmente al tipo de panoja del híbrido y a la capacidad de respuesta del mismo, cabe indicar que Cuadro 11

4.2.2. Peso Húmedo de Hoja

Otro componente de planta que incide o aporta al rendimiento final de forraje de sorgo, es el peso húmedo de hoja, al respecto los resultados de este trabajo indican que los genotipos mostraron un promedio general de 214.1 gr, observándose un rango de variación de 302.3 gr a 158.4 gr, donde destacan por su mayor aportación al rendimiento final los híbridos Gigante Verde con 302.3 gr, Silo Master (t) con 275.5 gr, Husky con 218.4 gr y Sucross SS 506 con 198.0 gr y fueron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad; Por lo contrario los híbridos con menor peso fueron Red Top Candy y Tahoka con 158.4 gr y 164.0 gr respectivamente, los que resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad. Cuadro 11

Al correlacionar peso húmedo de hojas con materia seca se observa la falta de correlación dado que los genotipos con mayor aportación de peso húmedo de hoja, los cuales fueron Gigante Verde, Silo Master (t) y Husky con 302.3, 275.5 y 218.4 gr, resultaron con los rendimientos mas bajos en materia seca, mismos que fueron 10 654, 15 516 y 14 593 kg/ha, respectivamente. Cuadro 11

4.2.3. Peso Húmedo de Tallo

La altura de tallo o caña de sorgo es de gran importancia en la producción de ensilaje ya que se refleja considerablemente en el rendimiento tanto de forraje fresco como de materia seca. Los resultados respecto a este componente, indican una media general fue de 816.4 gr, y un rango de variación entre 1082.1 y 478.5 gr, aquí destacaron seis híbridos con valores entre 1082.1 y 698 gr, entre estos están Red Top Candy, Gigante Verde, Tahoka con valores de 1082, 902 y 881.6 gr , éstos resultaron estadísticamente igual al 5% de probabilidad a tres más de los genotipos evaluados, en sentido opuesto el híbrido con menor respuesta fue Silo Dulce con una producción de 478.5 gr. Cuadro 11

Al correlacionar peso húmedo de tallo con peso fresco de forraje y materia seca se observa cierta correlación aunque inconsistente, dado que los híbridos Red Top Candy y Tahoka, con 1 082.1 y 881.6 gr de peso húmedo de tallo, éstos con respecto a materia seca, muestran resultados de 18,395 y 20,121 kg/ha, respectivamente; Sin embargo híbridos como Gigante Verde, Husky y Silo Master (t), con valores altos en peso húmedo de tallo, mostraron valores bajos en producción de forraje fresco y materia seca. Cuadro 11

Cuadro 11. Promedio de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero, evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Php (gr)	Phh (gr)	Pht (gr)	Rff/ha (kg)	Rms/ha (kg)
Sucross SS 506	219.2 bc	198.0 ab	698.0 ab	68,421 a	20,936 a
Tahoka	244.0 b	164.0 b	881.6 ab	74,178 a	20,121 a
R.T. Candy	157.5 d	158.4 b	1082.1 a	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	236.0 b	182.1 b	478.5 b	39,967 c	17,054 ab
Silo Master (t)	303.5 a	275.5 ab	820.2 ab	73,355 a	15,516 b
Husky	216.5 bc	218.4 ab	852.8 ab	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	184.0 cd	302.3 a	902.0 ab	50,699 bc	10,654 c
M. General	233.8	214.1	816.4	54,469	16,753
CV (%)	9	23	22	10	11

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad ($P < 0.05$);

Php= peso húmedo de panoja; Phh= peso húmedo hoja; Pht= peso húmedo tallo; Rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; Rmsha= rendimiento materia seca por hectárea

4.2.4. Peso Húmedo de Panoja

Con respecto a la aportación total de este componente a la producción de forraje verde por hectárea, presenta resultados que indican una media general de 10 837 kg, con un rango de variación entre 6 692 y 15 918 kg/ha, donde destacan los genotipos Silo master (t), Tahoka y Sucross SS 506 con 15 918, 14 093 y 13 478 kg/ha de panoja en fresco, los cuales alcanzaron producciones de forraje fresco de 73 355, 74 326 y 68 489 kg/ha, respectivamente; En sentido opuesto el híbrido que muestra menor aportación de panoja al rendimiento de forraje fresco fue Gigante Verde con 6 692 kg/ha, para un rendimiento final de 50 699 kg/ha. Cuadro 12

4.2.5. Peso Húmedo de Hoja

Otra característica de gran relevancia que influye en la producción de forraje fresco es el peso húmedo de hoja, que de acuerdo con los resultados presenta una media general de 10 065 kg/ha, con un rango de variación entre 14 450 y 6 783 kg, donde destaca el híbrido Silo master (t) al cual le aporta esta variable 14 450 kg/ha y alcanza una producción total de 73 355 kg/ha de forraje fresco, en sentido opuesto el híbrido que recibe una menor aportación fue Red Top Candy con 6 783 kg/ha de hoja en fresco y mostró una producción de 60 033 kg/ha de forraje fresco. Por su parte los híbridos Sucross SS 506 y Gigante verde reciben una aportación de 12 178 y 11 001 kg/ha de Phh, para obtener rendimientos de 68 489 y 50 699, respectivamente. Cuadro 12

4.2.6. Peso Húmedo de Tallo

Otro componente importante por su aportación al rendimiento final es el tallo ya que representa más del 50% de la producción; De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró un rango de variación entre 46 465 y 21 342 kg/ha, con una media general de 38 588 kg/ha, donde destacan por su mejor respuesta los híbridos Tahoka y Red Top Candy los que reciben aportaciones de 50 737 y 46 465 kg/ha de tallo y 74 326 y 60 033 kg/ha. En sentido opuesto el genotipo que recibe menor aportación de peso húmedo de tallo fue Silo Dulce con 21 342 kg/ha, con 39 967 kg/ha de Rff, en tanto que el testigo con 42 986 kg/ha de tallo en húmedo, obtuvo 73 355 kg/ha de Rff. La tendencia en este sentido indica que Tahoka fue el híbrido que alcanzó el mayor rendimiento de peso húmedo de tallo, así mismo muestra el mayor rendimiento de forraje fresco con 74 326 kg/ha, sin embargo no se mantiene la tendencia ya que Sucross SS 506 con 42 831 kg/ha de (pht), muestra un rendimiento de 68 489 kg/ha de forraje fresco y sin embargo Silo Master (t) con 42 986 kg/ha de tallo, muestra una producción de forraje fresco de 73 355 kg/ha. Cuadro 12

Cuadro 12. Aportación de diferentes partes estructurales de la planta al rendimiento total de forraje fresco de híbridos de sorgo forrajero evaluados en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL

Híbridos	Php kg/ha	Phh kg/ha	Pht kg/ha	Rff/ha kg/ha
Sucross SS 506	13,478	12,178	42,831	68,489
Tahoka	14,093	9,494	50,737	74,326
R. T. Candy	6,783	6,783	46,465	60,033
Silo Dulce	10,511	8,113	21,342	39,967
Silo Master (t)	15,918	14,450	42,986	73,355
Husky	8,387	8,437	32,855	49,679
Gigante Verde	6,692	11,001	32,903	50,699
M. General	10,837	10,065	38,588	54,469
CV (%)	9	23	22	10

Php= peso húmedo de panoja; phh= peso húmedo hoja; pht= peso húmedo tallo; rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; rmtsha= rendimiento materia seca por hectárea

4.2.7. Peso Seco de Panoja

De acuerdo con los resultados de peso seco de panoja (psp), se encontró que la media general fue 193.46 gr y un rango de variación de 99 a 276 gr, donde destacan Silo Master (t) y Tahoka, con aportaciones de 276 y 225.2 gr, los cuales resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, con producciones de materia seca por hectárea de 15 516 y 20 121 kg/ha; Por el contrario los genotipos con menor respuesta fueron Red Top Candy y Gigante Verde los cuales recibieron aportaciones 136.8 y 99 gr, respectivamente y 18 395 y 10 654 kg/ha, respectivamente. Es importante indicar que Red Top Candy, que recibe una aportación con bajo peso seco de panoja, obtuvo un rendimiento de 60 033 kg/ha de forraje fresco y 18 395 kg/ha de materia seca.

Cuadro13

4.2.8. Peso Seco de Hoja

Para peso seco de hoja (psh), la media general fue 179.62 gr y un rango de variación de 132.1 a 246.0 gr, donde destaca el híbrido Gigante Verde con 246.0 gr y Husky con 203.4 gr, respectivamente y rendimiento de materia seca de 10 654 y 14 593 kg/ha, en psh, éstos resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad a cuatro más de los genotipos evaluados en este trabajo. Al contrario el genotipo con menor respuesta fue Red Top Candy, con aportación de 132.1 gr, aunque con buena respuesta en rendimiento final, con 18 395 kg/ha. Al correlacionar esta variable con producción de materia seca, se observa que no existe tendencia clara y consistente. Cuadro 13

4.2.9. Peso Seco de Tallo

Para peso seco de tallo (pst), los resultados indican una media general de 489.23 gr y una variación de 415.1 a 743.0 gr, donde destacan con aportaciones de 496.0 y 743.0 gr de pst, los híbridos Tahoka y Red Top Candy, respectivamente y fueron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad; Estos rindieron 20 121 y 18 395 kg/ha de materia seca por hectárea. En sentido opuesto los híbridos de menor aportación de pst fueron Sucross SS 506, Gigante Verde, Husky, Silo Master (t) y Silo Dulce con 459.0, 457.0, 450.0, 415.1 y 405.1 gr, respectivamente, los cuales resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, estos obtuvieron rendimientos de materia seca entre 10 654 y 20 936, obsérvese la sobresaliente respuesta de Sucross SS 506. Al correlacionar peso seco tallo (pst) con materia seca, los resultados muestran inconsistencia, dado que el híbrido de mayor peso fue Red Top Candy el cual aportó 743.0 gr (pst) y una producción de MS de 18 395 kg/ha, en tanto que Silo dulce con aportación de 496.0 gr de pst, rindió 20 121 kg/ha. Cuadro 13

Cuadro 13. Promedio de tres componentes de planta, rendimiento de forraje fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero, evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Psp (gr)	Psh (gr)	Pst (gr)	Rff/ha (kg)	Rms /ha (kg)
Sucross SS 506	206.0 b	192.4 ab	459.0 b	68,421 a	20,936 a
Tahoka	225.2 ab	151.2 ab	496.0 b	74,178 a	20,121 a
R. T. Candy	136.8 c	132.1 b	743.0 a	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	205.4 b	170.0 ab	405.1 a	39,967 c	17,054 ab
Silo Master (t)	276.0 a	163.0 ab	415.1 b	73,355 a	15,516 b
Husky	206.4 b	203.4 ab	450.0 b	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	99.0 c	246.0 a	457.0 b	50,699 bc	10,654 c
M. General	193.46	179.62	489.23	54,469	16,753
CV (%)	10	22	13	10	11

DMS: Tratamientos agrupados con misma literal, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad. (P<0.05);

Psp= peso seco panoja; Psh= peso seco hoja; Pst=peso seco tallo; Rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; Rmsha= rendimiento materia seca por hectárea.

4.2.10. Peso Seco de Panoja

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa una media general de 3 856 kg, y un rango de variación entre 5 191 y 1 310 kg, donde destaca por su mayor aportación de peso seco de panoja por hectárea, para con rendimiento de materia seca por hectárea, el híbrido Tahoka con un valor de 5 191 kg/ha y 20 121 kg/ha de MS/ha, en sentido opuesto el genotipo con menor respuesta en esta característica fue Gigante verde con aportación 1 310 kg/ha de psp, alcanzando 10 654 kg/ha de MS. Por su parte el testigo Silo Master, con aportación proporcional de 4 996 kg/ha de psp, obtuvo 15 516 kg/ha de MS. Al correlacionar peso seco de panoja con producción de materia seca, los resultados muestran buena tendencia, dado que los híbridos Surcross SS 506 y Tahoka con aportaciones de 5 024 y 5 191, incidieron en un alto rendimiento de materia seca, con 20 936 y 20 121 kg/ha, respectivamente, en tanto que Gigante Verde

con 1 310 kg/ha de psp, sólo alcanzó 10 654 kg/ha de materia seca; Aunque Red Top Candy con 2 483 kg de peso seco panoja, obtuvo 18 395 kg/ha de materia seca, lo cual se atribuye a la contribución alta de peso seco de tallo, mismo que fue 13 501, el mas alto de los híbridos evaluados. Cuadro 14

4.2.11. Peso Seco de Hoja

En el cuadro 14, se indican los resultados de peso seco de hoja, componente de regular aportación al rendimiento de materia seca. En este sentido los resultados muestran una media general de 3 416 kg/ha y un rango de variación entre 4 689 y 2 391 kg/ha, donde destaca por su mayor aportación el híbrido Sucross SS 506 con 4 689 kg y 20 936 kg/ha de MS; Por el contrario el genotipo con menor respuesta fue Red Top Candy con aportación de 2 391 kg/ha y 18 395 kg/ha de MS. Cabe indicar que los híbridos Silo Dulce y Tahoka, muestran una aportación de 3 700 y 3 480 kg/ha, respectivamente, para el total de materia seca que fue 17 054 y 20 121 kg/ha. Cuadro 14

4.2.12. Peso Seco de Tallo

De acuerdo con los resultados este componente es el de mayor aportación, para materia seca por hectárea, observándose una media general de 9 459 kg/ha y un rango de variación entre 13 501 y 6 062 kg/ha, donde destaca por su mayor aportación el híbrido Rep Top Candy con 13 501 kg/ha y una producción de 18 395 kg/ha de MS; Por su parte el genotipo con menor aportación fue Gigante Verde con 6 062 kg/ha de pst y un rendimiento de MS de 10 654 kg/ha, en tanto que el testigo resultó entre los híbridos con menor aportación hacia materia seca y mostró 7 540 kg/ha de pst, obteniendo 15 516 kg/ha. Lo anterior indica la inconsistencia de la correlación de peso seco de tallo con la producción de materia seca por hectárea. Cuadro 14

Cuadro 14. Aportación de diferentes partes estructurales de la planta al rendimiento total de materia seca de híbridos de sorgo forrajero evaluados en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Psp kg/ha	Psh kg/ha	Pst kg/ha	Rms/ha kg/ha
Sucross SS 506	5,024	4,689	11,200	20,936
Tahoka	5,191	3,480	11,428	20,121
R.T. Candy	2,483	2,391	13,501	18,395
Silo Dulce	4,485	3,700	8,851	17,054
Silo Master (t)	4,996	2,948	7,540	15,516
Husky	3,502	3,443	7,632	14,593
Gigante Verde	1,310	3,260	6,062	10,654
M. General	3,856	3,416	9,459	16,753
CV (%)	10	22	13	11

Psp= peso seco panoja; Psh= peso seco hoja; Pst=peso seco tallo; Rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; Rmsha= rendimiento materia seca por hectárea.

4.3. 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.

4.3.1. Fibra Detergente Ácida

En lo referente a FDA presenta una media general de 26.23% y un rango de variación de 26.44% a 44%, donde destaca por su mayor respuesta el híbrido Sucross SS 506 con 44%, el cual resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados, por el contrario el genotipo con menor FDA fue Silo Dulce con 26.44%. Al comparar FDA con MS se observa que los tratamientos con mayor FDA fueron Sucross SS 506 y Tahoka con 44 y 40.15% respectivamente, igualmente en MS con 20 936 y 20 121 kg/ha respectivamente, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia dado que Gigante Verde con 37.47%, fue el quinto genotipo con mayor FDA, pero con el menor rendimiento de materia seca, en comparación con el resto de genotipos evaluados.

Para la Fibra Detergente Ácida el rango es de 30-35%. Donde se destacan Sucross SS 506, Tahoka, Silo master (t) y Rt candy con 44.00, 40.15, 39.87 y 39.74% respectivamente, presentan un nivel de FDA superior a la alfalfa secada al sol en floración completa con el 37% de FDA. En sentido contrario Gigante verde alcanza un valor similar a esta alfalfa con 37.43%. En tanto que Husky con 35.53% tiene la misma proporción de FDA con alfalfa secada al sol a media floración con 35%. El genotipo que presentó menor cantidad de FDA fue Silo dulce con 26.44%, donde la alfalfa secada al sol en etapa temprana lo supera con un valor de 28% de FDA. En el caso 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

4.3.2. Fibra Detergente Neutra

En cuanto a FDN los resultados presenta una media general de 52.75% y un rango de variación de 69.93 a 66.07%, donde destaca el híbrido Sucross SS 506 con 69.93%, el cual resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados, en tanto que el genotipo con menor FDA fue Silo Dulce con

26.44%. Al correlacionar FDA con MS se observa que el tratamiento con mayor FDA fue Sucross SS 506 con 69.93% igualmente en MS con una producción de 20 936 kg/ha, cabe indicar que la tendencia en este sentido no muestra consistencia dado que Gigante Verde con 65.19%, fue el quinto 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 52-60%. Donde se destacan seis híbridos con alto contenido en FDN los cuales fueron Sucross SS 506, Rt candy, Silo master (t), Tahoka, Gigante verde y Husky con 69.93, 66.07,66.00, 65.51, 65.19 y 60.39% 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 Silo dulce con 42.3%, 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 15. 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 16. Promedios de dos características de calidad nutricional, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Fibra Detergente Ácida (%)	Fibra Detergente Neutra (%)	Rendimiento forraje fresco (kg/ha)	Rendimiento materia seca (kg/ha)
Sucross SS 506	44.00 a	69.93 a	68,421 a	20,936 a
Tahoka	40.15 b	65.51 b	74,178 a	20,121 a
R.T Candy	39.74 b	66.07 b	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	26.44 d	42.23 d	39,967 c	17,054 ab
Silo Master (t)	39.87 b	66.00 b	73,355 a	15,516 b
Husky	35.53 c	60.39 c	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	37.43 bc	65.19 b	50,699 bc	10,654 c
M. General	26.23	52.75	54,469	16,753
CV (%)	3	1	10	11

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

4.3.3. 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 59.60% y un rango de 68.30 a 54.62%, donde destaca por su mayor aportación Silo Dulce con 68.30%, mismo que resultó estadísticamente diferente al 5% de probabilidad de todos los genotipos evaluados. En sentido opuesto el tratamiento con menor digestibilidad fue Sucross SS 506 con 54.62%, en cuanto al testigo fue el tercero con menos digestibilidad. Al correlacionar digestibilidad con materia seca se observa que no existe ninguna tendencia.

De acuerdo con Herrera 1999. (Cuadro 3). El material con buena calidad fue Silo Dulce con 68.30%, en tanto que Husky presenta un valor medio con 61.21% 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

4.3.4. Energía Neta de Lactancia

Para Energía Neta de Lactancia, la media general fue 1.76 Mcal/kg y un rango de variación entre 1.97 a 1.13 Mcal/kg, en donde el híbrido Sucross SS 506 fue estadísticamente superior a los demás con 1.97 Mcal/kg considerado según Herrera (1999) el más alto en ENL, por su parte los híbridos Red Top Candy, Silo master (t), tahoka, Gigante Verde, Husky con valores de 1.87, 1.87, 1.85, 1.74 y 1.62 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 Dulce con 1.13 Mcal/kg, considerándose este valor abajo del límite estándar. Cuadro 17

Cuadro 17. Promedios de dos variables de calidad nutricional, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

Híbridos	Dig %	Enl (Mcal/kg)	Rff/ha (kg)	Rms /ha (kg)
Sucross SS 506	54.62 d	1.97 a	68,421 a	20,936 a
Tahoka	57.62 c	1.85 b	74,178 a	20,121 a
R.T. Candy	57.94 c	1.87 b	60,033 ab	18,395 ab
Silo Dulce	68.30 a	1.13 d	39,967 c	17,054 ab
Silo Master (t)	57.84 c	1.87 b	73,355 a	15,516 b
Husky	61.21 b	1.62 c	49,630 bc	14,593 bc
Gigante Verde	59.73 b c	1.74 b	50,699 bc	10,654 c
M. General	59.60	1.76	54,469	16,753
CV (%)	1	1	10	11

DMS: Tratamientos agrupados con misma literales, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.
 Dig= digestibilidad; Enl= energía neta de lactancia; Rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea;
 Rmsha= rendimiento materia seca por hectárea.

Cuadro 18. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

FV	G.I	Php	Phh	Phh
TRAT	6	4321.25**	6151.52	70561.64
BLOQUE	1	5.11	11229.44	12534.08
CV (%)		10	23	22

(*)Significativo al 5%(**) altamente significativo al 1% de probabilidad; c.v=coeficiente de variación; G.I; grados de libertad; php=peso húmedo de panoja; phh= peso húmedo hoja; pht=peso húmedo tallo.

El análisis de varianza para peso húmedo de panoja resultó altamente significativo, en tanto que para peso húmedo de hoja y peso húmedo de tallo resultó no significativo. Cuadro 18

Cuadro 19. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

FV	G.I	Psp	Psh	Pst
TRAT	6	6805.52**	2839.13	26799.62*
BLOQUE	1	13.800	777.03	3165.01
CV (%)		10	22	13

(*) Significativo al 5%(**) altamente significativo al 1% de probabilidad; c.v =coeficiente de variación; G.I; grados de libertad; psp= peso seco panoja; psh= peso seco hoja; pst=peso seco tallo.

El análisis de varianza para peso seco de panoja, resultó altamente significativo, en tanto que para peso seco de hoja fue no significativo y significativo para peso seco de tallo. Cuadro 19

Cuadro 20. Cuadrados medios y su significancia de cuatro variables de calidad nutricional de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

FV	G.I	Fda	Fdn	Dig	Enl
TRAT	6	62.03**	170.32**	37.64**	1226.05**
BLOQUE	1	2.58	0.46	1.56	3.34
CV (%)		3	1	1	1

(*) Significativo al 5% (**) altamente significativo al 1% de probabilidad; c.v = coeficiente de variación; gl; grados de libertad; ns = no significativo; fda = fibra detergente ácida; fdn = fibra detergente neutra; dig = digestibilidad; enl = energía neta de lactancia.

En cuanto a calidad del forraje para las características Fibra Detergente Acida, Fibra Detergente Neutra, Digestibilidad y Energía Neta de Lactancia, el análisis de varianza indica resultados altamente significativos. Cuadro 20

Cuadro 21. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

FV	G.I	Alp	Acm	Ant
TRAT	1	12598.97**	20.32**	8.73**
BLOQUE	6	480.28	0.24	0.07
CV (%)		4	3	1

(*) Significativo al 5% (**) altamente significativo al 1% de probabilidad 0.01; c.v= coeficiente de variación; Gl= grados de libertad; alp= altura planta; acm= acame; ant= antesis.

Para las características agronómicas de importancia en el desarrollo del cultivo, como altura de planta, acame y antesis el análisis de varianza resultó altamente significativo. Cuadro 21

Cuadro 22. Cuadrados medios y su significancia de tres componentes de planta, rendimiento fresco y seco de seis híbridos de sorgo forrajero evaluados vs un testigo regional en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2008

FV	G.I	Pl.cos/ha	Rff/ha	Rms/ha
TRAT	1	2116320175**	347888064**	25007893.6*
BLOQUE	6	426835490	11755946	1907730.3
CV (%)		9	10	11

(*) Significativo al 5% (**) altamente significativo al 1% de probabilidad 0.01; c.v= coeficiente de variación; GI= grados de libertad; pl.cos/ha= plantas cosechadas por hectárea; rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; rms/ha= rendimiento materia seca por hectárea.

En el cuadro 22, se muestra el análisis de varianza para plantas cosechadas por hectárea y el rendimiento de forraje fresco por hectárea, el cual indica para estas características resultados altamente significativos, en tanto que para rendimiento de materia seca por hectárea, el resultado fue significativo al 5% de probabilidad. Cuadro 22

Cuadro 23. Dieciséis variables correlacionadas de características agronómicas y de calidad de forraje de 6 híbridos vs un testigo regional de sorgo forrajero, evaluados en la Pequeña Propiedad Dulce María (La Popular Dgo). UAAAN – UL 2008

Variables	Php	Phh	Pht	Psp	Psh	Pst	Fda	Fdn	Dig	Enl	Alp	Acm	Ant	Pcoha	Pfha	Rmsha
Php																
Phh	0.20															
Pht	-0.46	-0.18														
Psp	0.90**	-0.09	-0.38													
Psh	-0.13	0.60*	-0.05	-0.38												
Pst	-0.64**	-0.44	0.73	-0.45	-0.32											
Fda	-0.01	0.10	0.41	0.04	-0.00	0.24										
Fdn	-0.10	0.12	0.59*	-0.07	0.02	0.31	0.95**									
Dig	0.01	-0.10	-0.41	-0.04	0.00	0.24	-1.00**	-0.95**								
Enl	-0.10	0.12	0.59*	-0.07	0.02	0.31	0.95**	1.00**	-0.95**							
Alp	-0.31	0.23	0.51*	-0.32	0.28	0.30	0.89**	0.93**	-0.89**	0.93**						
Acm	-0.14	0.23	0.66**	-0.18	0.01	0.39	0.88**	0.95**	-0.88**	0.95**	0.87**					
Ant	0.015	0.29	0.32*	-0.14	0.36	-0.07	0.65*	0.71**	-0.65*	0.71**	0.73**	0.67**				
Pcoha	0.56*	-0.10	-0.32	0.77**	-0.17	-0.32	0.18	0.03	-0.18	0.03	-0.07	-0.17	1.00**			
Rffha	0.38	-0.09	0.19	0.43	-0.29	0.03	0.79**	0.70**	-0.79**	0.70**	0.51	0.67**	0.51	0.35		
Rmsha	0.12	-0.54*	-0.16	0.38	-0.46	0.21	0.29	0.10	-0.29	0.10	0.03	-0.01	-0.01	0.49	0.48	

Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad .05 y .01 respectivamente; php= peso húmedo de panoja; phh= peso húmedo hoja; phh= peso húmedo tallo; psp= peso seco panoja; psh= peso seco hoja; pst= peso seco tallo; fda= fibra detergente acida; fdn= fibra detergente neutra; dig= digestibilidad; enl= energía neta de lactancia; alp= altura planta; acm= acame; ant= antesis; pcoha= plantas cosechadas por hectárea; rffha= rendimiento forraje fresco por hectárea; rmsha= rendimiento materia seca por hectárea.

Referente al análisis de correlación se encontraron resultados altamente significativos para peso húmedo de panoja fueron, peso seco de panoja y peso seco de tallo. Para peso húmedo de tallo fue acame. Para peso seco de panoja fue, plantas cosechadas por hectárea. En tanto que para fibra detergente acida fueron, fibra detergente neutra, digestibilidad, energía neta de lactancia, altura de planta, acame y rendimiento de forraje fresco. Para fibra detergente neutra se encuentran, digestibilidad, energía neta de lactancia, altura de planta, acame, antesis y rendimiento de forraje fresco por hectárea. En cuanto a digestibilidad fueron, energía neta de lactancia, altura de planta, acame, antesis y rendimiento de forraje fresco por hectárea. Para energía neta de lactancia fueron, altura de planta, acame, antesis y rendimiento de forraje fresco por hectárea. Para altura de planta fueron, acame y antesis. Para acame fue, antesis y rendimiento de forraje fresco por hectárea. En tanto que para antesis fue, plantas cosechadas por hectárea.

Cabe indicar que también se encontraron niveles significativos para peso húmedo de panoja el cual fue, plantas cosechadas por hectárea. Para peso húmedo de hoja fueron, peso seco de hoja y rendimiento de materia seca por hectárea. Para peso húmedo de tallo fueron, fibra detergente neutra, energía neta de lactancia y altura de planta. Para fibra detergente ácida fue antesis lo mismo que para digestibilidad.

V. CONCLUSIONES

1. Los mejores híbridos por su capacidad de rendimiento y adaptación fueron Sucross SS 506 y Tahoka, con producciones de 20 936 y 21 121 kg/ha de materia seca; Estos híbridos resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad. En tanto que para rendimiento de forraje fresco los híbridos con mayor rendimiento fueron Tahoka y Silo Master con producciones de 74 178 y 73 355 kg/ha y estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.
2. Los híbridos, en su mayoría resultaron de ciclo intermedio-precoc, dado que presentan su floración entre los 61 y 63 días después de la siembra, con excepción de los híbridos Silo Dulce, Red Top Candy y Husky, que florecieron a los 57 y 59 días, por lo que se consideran de ciclo precoc.
3. Los coeficientes de variación obtenidos resultaron dentro de un rango aceptable de confiabilidad.
4. La altura de planta no indica un efecto sobre el rendimiento de materia seca, dado que el híbrido Sucross SS 506 con 367.5 cm, rindió 20 936 kg/ha de materia seca y Gigante Verde con 335 cm, sólo alcanzó a rendir 10 654 kg/ha.
5. El híbrido de mejor respuesta en calidad de forraje, fue Silo Dulce con valores de FDA y FDN de 26.44 y 42.23 % respectivamente, y rendimiento de materia seca de 17 054 kg/ha. Los resultados indican una mejor respuesta, comparados con alfalfa, en cuanto a FDA y FDN, con relación a Digestibilidad y Energía Neta de Lactancia.

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 CECOSA, 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.qro.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 sustitutelmaíz?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.