

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



EL CULTIVO DE SORGO FORRAJERO

(Sorghum vulgare Pers)

POR:

JÓSE MANUEL MENDEZ TENDERO

M O N O G R A F Í A

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA MÉXICO

Octubre 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

EL CULTIVO DE SORGO FORRAJERO

(Sorghum vulgare Pers)

POR:

JOSE MANUEL MENDEZ TENDERO

MONOGRAFÍA

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como

requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL

M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega

SINODAL

SINODAL

M.C. Luis Pérez Romero

Dr. Juan José López González

Coordinador de la división de ciencia animal

Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre del 2004

AGRADECIMIENTO

- ◆ A Dios. Por darme la vida y la oportunidad de vivir, por guiarme por el camino correcto, por darme la confianza de seguir adelante, luchando para conseguir las cosas que quiero, por poner en mí camino a mis compañeros, amigos y maestros de la Universidad.

- ◆ A mí querida “Alma Mater”. Por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente en sus áreas de estudio como Ing. Agro. Zootecnista, de la cual me siento orgulloso.

- ◆ Mis mas sinceros agradecimientos a la Ing. M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega, por su valiosa confianza y amistad que me brindo durante mis estudios profesionales, especialmente en la asesoría de mi trabajo.

- ◆ Al M.C. Luis Pérez Romero, por apoyarme en la realización de éste trabajo, además de su enseñanza dentro y fuera del aula de clases, siendo un eslabón importante en mi formación profesional.

- ◆ Al Dr. Juan José López Gonzáles, Por su colaboración y asesoría para la realización de este trabajo, por su amistad brindada.

- ◆ A mis Compañeros y Amigos. **Noé, Jaime, Carlos Daniel, Oscar, Mario Evélio, Juan Pablo, Marco Antonio, Víctor Hugo, Héctor, Primo, Myriam, Toño, Avid, Manolo, Agustín, Benjamín, Arturo, Alfredo, Alejandro, Tino, Chepe, Zurdo.** Por compartir momentos difíciles y de alegría durante mi estancia en nuestra ALMA MATER.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Sr. Manuel Mendez Olvera

Sra. Tita Tendero Martínez

Por el apoyo brindado durante mi formación profesional, por darme sus consejos para seguir adelante, por los desvelos y preocupaciones y sacrificio que pasaron para que nada me hiciera falta, los quiero mucho. ¡Gracias!

A mis Hermanos:

José Isabel

Leticia

Elidedth

Maribel

Rosalba

Por apoyarme siempre econonómicamente y moralmente, por sus consejos que siempre me han demostrado, solo me resta decirles gracias por todo.

A MI TÍO

Al Sr. **Agustín Tendero Martínez** por haberme brindado el apoyo durante mi carrera profesional ¡Gracias!

INDICE DE MAPAS Y FIGURAS

MAPA	NOMBRE	PAGINA
No		
1	Diseminación del sorgo de su centro de origen.....	5
2	Superficie sembrada con sorgo forrajero en el ciclo agrícola primavera-verano.....	11
3	Superficie sembrada con sorgo forrajero en el ciclo agrícola Otoño-invierno.....	12
4	Producción de sorgo forrajero en el año agrícola.....	15

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	NOMBRE	PAGINA
No		
1	Resumen Nacional de Sorgo Forrajero en verde, bajo riego+ temporal para Otoño–Invierno durante 1995-2003.....	19
2	Resumen Nacional de Sorgo Forrajero en verde, bajo riego + temporal para Primavera-Verano durante 1995-2003.....	19
3	Resumen Nacional de Sorgo Forrajero en verde, bajo riego para Cíclicos y Perennes durante 1995-2003	20
4	El pH del suelo.....	30

INDICE DE CUADROS

CUADRO	NOMBRE	PAGINA
No		
1	Entidades con superficie sembrada y cosechada, y producción de sorgo forrajero de 1990 a 1991 en los ciclos prim-ver/oto-inv.....	14
2	Estados que obtuvieron altos rendimiento en el ciclo primavera-verano/otoño-invierno (1990-1991).....	16
3	Áreas potenciales para <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench en Coahuila..	17
4	Áreas potenciales para sorgo <i>almum</i> (<i>Sorghum</i>).....	18
5	Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de Otoño-Invierno de riego+temporal por estado, 2003.....	21
6	Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de Primavera-Verano de riego+temporal por estado, 2003..	22
7	Combate químico de las principales plagas del sorgo forrajero.....	40
8	Características nutricionales de variedades de sorgo forrajero en estado henificado.....	51
9	Variedades de sorgo forrajero (<i>Sorghum biclor</i>) recomendadas para los estados de Coahuila y Nuevo León.....	52
10	Análisis bromatológicos de 2 variedades de sorgo forrajero ensilado.....	54
11	Rendimiento de materia seca, energía y digestibilidad de la energía del ensilaje de sorgo forrajero por etapa de maduración...	55

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE MAPAS Y FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	v
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Historia del Sorgo Forrajero.....	3
Origen Geográfico.....	7
Origen Citogenético.....	8
Importancia del Sorgo Forrajero Mundial y Nacional.....	8
Mundial.....	8
Nacional.....	9
Producción.....	10
Clasificación Taxonómica.....	23
Clasificación Sexual.....	23
Ciclo Vegetativo.....	24
Sistema Radicular.....	24
Tallos.....	24
Hojas.....	25
Flores.....	25
Espiguillas.....	25
Condiciones Ecológicas.....	26
Altitud.....	28
Latitud.....	28
Fotoperiodo.....	29

Suelo.....	29
Requerimientos Agroclimáticos en Coahuila.....	31
Practicas Culturales.....	32
Preparación del terreno.....	33
Subsoleo.....	33
Barbecho.....	34
Rastreo.....	34
Nivelación y trazo de riego.....	34
Siembra.....	35
Época de siembra.....	35
Método de siembra.....	35
Densidad de siembra.....	36
Fertilización.....	36
Elementos Nutritivos del Sorgo Forrajero.....	37
Nitrógeno (N).....	37
Fósforo (P).....	37
Potasio (K).....	38
Riegos.....	38
Plagas y Enfermedades.....	39
Recomendaciones en sorgo forrajero para evitar las enfermedades o reducir sus daños.....	41
Valor nutritivo del sorgo forrajero.....	42
Factores que afectan la calidad y producción del forraje.....	43
Cosecha y utilización.....	44
Pastoreo Directo.....	45
Toxicidad de los sorgos forrajeros.....	45
Características que disminuyen el rendimiento.....	46
Problemas de intoxicación y envenenamiento asociados al consumo de sorgo forrajero.....	47
Etiología.....	47

Hallazgos clínicos.....	48
Lesiones.....	49
Diagnóstico.....	49
Profilaxis.....	49
Tratamiento.....	50
Henificado.....	50
Ensilado.....	53
Calidad del ensilaje.....	58
Características del ensilaje de buena calidad.....	58
Ventajas y desventajas del ensilaje.....	58
CONCLUSIONES.....	61
LITERATURA CITADA.....	63
ANEXOS.....	68

INTRODUCCIÓN

El cultivo del sorgo está considerado como un importante cereal por sus diferentes usos a nivel mundial, ya que existe un gran número de variedades que se le puede dar diversas aplicaciones. Una de las características más comunes es su resistencia a condiciones adversas de temperaturas y falta de humedad; éstas son frecuentemente las formas más importantes de supervivencia, considerando que tienen una gran gama de aprovechamientos desde el punto de vista, fuente de alimento en humanos y animales en el desarrollo de la industria pecuaria (sorgo grano), en cuanto a la producción de forraje ésta es una de las actividades primarias más importantes en México y en el mundo porque constituye la fuente primaria para la producción de alimentos altos en proteínas (huevo, leche y carne) (García, 1972).

El cultivo del sorgo forrajero ha sido utilizado en el Norte del país como una de las principales alternativas para producir forraje en las áreas de riego, solo que el paquete tecnológico para producirlo no ha sido complementado para los diversos productores que cuentan con varios equipos de siembra, ya que la tendencia de ellos es incrementar la densidad de siembra para aumentar la producción de forrajes y mejorar su calidad.

El sorgo es una planta que presenta características de resistencia a la sequía, siendo al mismo tiempo una gran productora de forraje que se puede dar al ganado en forma de heno, ensilaje ó verde como un complemento que disminuye el agotamiento de las especies deseables en los pastizales.

El cultivo del sorgo forrajero en los estados, de Coahuila y Nuevo León año con año se incrementa la escasez de forrajes en invierno y épocas de sequía y la mala condición de los pastizales nativos causada por el sobre pastoreo.

Ha sido utilizado principalmente para la alimentación del ganado bovino de carne; siendo éste un alimento bueno y nutritivo para los animales, en época en que otros forrajes resultan sumamente caros y escasos.

Objetivo

Contribuir al ordenamiento de información y conocimiento sobre sorgo forrajero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Historia del Sorgo Forrajero

Existen varias teorías con respecto al origen y diseminación del sorgo. Algunos primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas Asirías de 700 años a. C. Sin embargo, según Dogget, los sorgos cultivados de hoy en día se originaron del silvestre *Sorghum bicolor subsp. arundinaceum* y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el cuadrante noreste de África, abajo del Sahara, en la región Etiopía-Sudan, donde el género ancestral, con un número básico de cinco cromosomas, probablemente se originó hace 5000 a 6000 años. Posteriormente fue distribuido en una serie de ondas, dentro de un arco de África a Australia y llegando al Nuevo Mundo. La expectación ocurrió a través del aislamiento, la poliploidia y de otras maneras. Doggett describió el movimiento del sorgo cultivado junto con su pariente silvestre *Sorghum arundinaceum* de Etiopía a través del Sudan a la región del Alto Volta durante una época remota. El movimiento hacia el sur fue restringido por los bosques lluviosos del Congo y los sorgos cultivados continuaron cruzándose con las especies silvestres generando nuevas formas de ambos tipos (Robles, 1983).

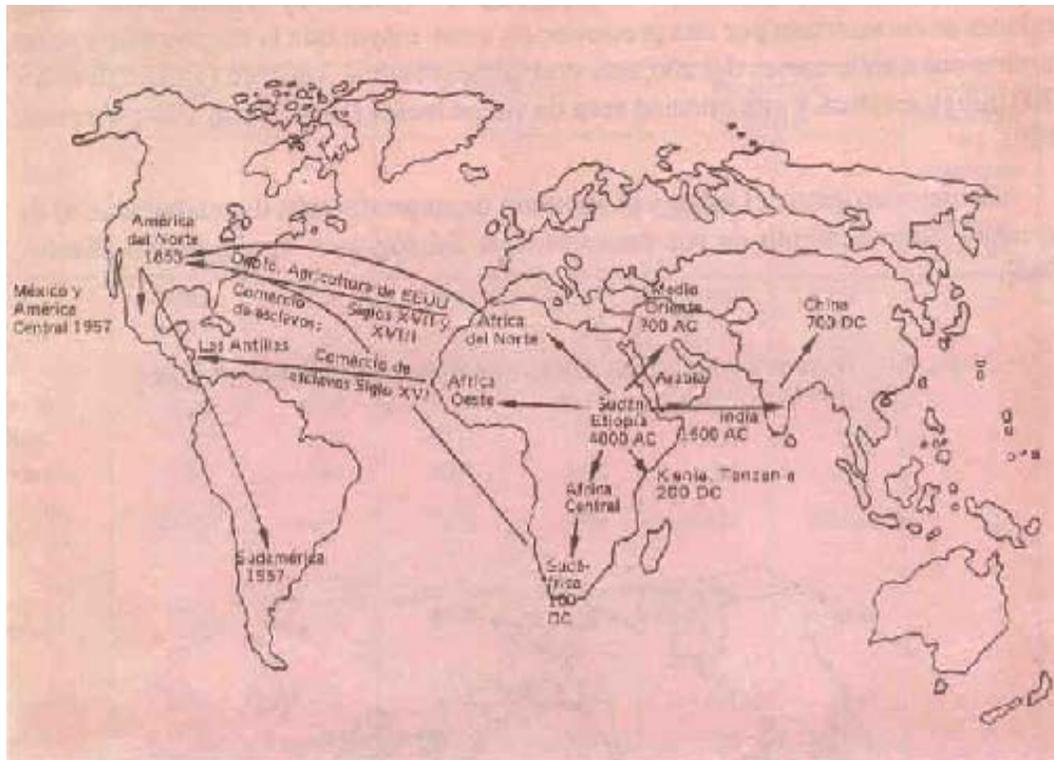
La evidencia existente sugiere que el sorgo llegó de Etiopía a África Oriental alrededor del año 200 DC y de allí, la tribu Bantu lo llevó a los países de la sabana del este y sur de África, usando el grano principalmente para elaborar cerveza. Los sorgos actualmente cultivados en África Central y África del Sur, se asemejan más a los tipos de África oriental que a los de África Occidental (Robles, 1983).

El movimiento del sorgo (guinea y durra) de África a la India, fue probablemente vía naves de vela a lo largo de la ruta oceánica de los Sabeos de Arabia del Sur, aproximadamente en el año 1500 AC. Desde la India, el cereal llegó a China por la Ruta de la Seda en el siglo III y dio lugar a las características distintivas del grupo kaoling cultivado en China Oriental y Central. Para el año 700 AC, el sorgo se había movido de la India hasta los países del Mediterráneo (notablemente en Italia) vía Arabia.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

Señala la fuente anterior la llegada del cereal a varias partes del Hemisferio Occidental fue a través del comercio de esclavos. Al principio, los tipos guinea criollos, sensibles al fotoperiodo (maicillos criollos) fueron llevados a América Central provenientes de África Occidental, Central y Sur, como alimento para los esclavos, durante el siglo XVI. Los tipos guinea fueron buenos como provisiones para la marina porque sus granos duros toleraban bien el almacenamiento. Durante los siglos XVII y XVIII el maíz de guinea y el de gallina, junto con la raza durra de los trópicos del norte de África y los kafirs de África del Sur, llegaron a E.U.A. también con el comercio de esclavos; pero su cultivo no fue muy importante. La variedad de sorgo dulce Ambarinos chinos, llegó de China en 1853 y de Sudáfrica en 1857, para la producción de jarabe y para forraje. Otras introducciones a E.U.A. incluyeron los durras cafés y blancos de Egipto en 1874, los kafirs de Sudáfrica en 1876, milo de África noreste alrededor de 1880, shallu de la India en 1890, y feterita y hegari de Sudan, alrededor de 1908. Mapa 1 el pasto Sudan fue llevado de Sudan a E.U.A. en 1909.

Mapa 1 Diseminación del sorgo de su centro de origen en Etiopía / Sudan.



Fuente: http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

Aunque el sorgo llegó a América Latina a través del comercio de esclavos y traído por navegantes de la ruta de comercio Europa, África, América Latina en el siglo XVI, el cultivo no cobró importancia sino hasta el siglo actual. Algo similar ocurrió con el sorgo en Australia. Ya para 1900 el sorgo granífero había sido establecido en Las Grandes Planicies y en el estado de California en E.U.A. Hasta 1950, los genotipos cultivados en E.U.A. fueron selecciones de mutaciones y cruza naturales y artificiales, para el cultivo y cosecha mecanizados. Con el descubrimiento de la androesterilidad citoplasmática por Stephens y Holland en 1952, fue posible el desarrollo de semilla híbrida con un alto nivel de heterosis. Poco después, nuevos híbridos y líneas progenitoras fueron desarrollados y se

empezó la distribución de semilla híbrida en 1956, llegando a México y Argentina en 1957. Desde entonces, la producción de sorgo para grano ha sido muy importante en América Latina.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

Cabe mencionar que existen diferentes géneros y especies de sorgo y dependiendo de la especie es el lugar de origen, por ejemplo, el *Sorghum bicolor* (sorgo cultivado que se utiliza actualmente) su origen es en el cuadrante nororiental de África (Etiopía frontera sudanesa), el *Panicum miliaceum* su origen probable es en Asia Central y Oriental, el *Pennisetum glaucum* es de África Occidental tropical, entre otros.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

Los tipos salvajes encontrados en África Central y del Este no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los fitogenetistas continúan usándolos para crear nuevos germoplasmas, con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

La fuente anterior menciona que los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo pues eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al acame y difíciles de cosechar. Además maduraban muy tardíamente. Los tipos Kafir y Milo fueron seleccionados como productores de granos por los primeros colonos en las grandes planicies debido a que su tolerancia a la sequía es mayor que la del maíz.

La fuente anterior menciona que las maquinas cosechadoras se hicieron selecciones a partir de los materiales originales, obteniendo tipos mas precoces y algo mas bajos. Sin embargo, fue la combinación de "tipos" de sorgo para grano, iniciada por John B. Seiglinger de Oklahoma, lo que hizo posible cultivarlos utilizando la cosecha mecanizada. El desarrollo posterior de los tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras practicas de producción, estableció firmemente al sorgo para grano como un importante cultivo.

Como resultado de las investigaciones de Quinby y Stephens de Texas, los híbridos se hicieron realidad hacia 1950 y actualmente los rendimientos alcanzan hasta 15 tons/ha o mas en los sorgos para grano híbridos (Robles, 1983).

Origen Geográfico

Se cree que el sorgo es originario del África en la zona ecuatorial; se le atribuye al hombre su propagación hacía otras partes del mundo (Hughes et al., 1966)

El sorgo es conocido en la India desde las épocas Prehistóricas y se sabe que se producía en Asiría 700 A.C., parece ser que el sorgo llegó a China desde el siglo XIII y al Hemisferio Occidental hasta el VXIII.

Este origen geográfico se determina por investigaciones hechas en todos los lugares factibles en los cuales podrían haberse desarrollado (Hughes *et al.*, 1966).

Por otra parte, Wall y Ross (1975) dice que el sorgo cultivado quizá se originó en el África Central, en Etiopía Sudan ó sus cercanías. Se llega a esta conclusión por la gran diversidad de tipos que crecen en esta región. Los progenitores de las actuales variedades cultivadas pueden haber sido uno ó más tipos herbáceos silvestres del género *Sorghum* u otros extintos.

Origen Citogenético

El sorgo pertenece a la familia *Gramínea*, tribu *Andropogoneae*. Esta tribu comprende 2 géneros de sorgos; el género *Sorghum* en el cual se encuentra el sorgo y el género *Saccharathum*.

El número de cromosomas básico es de 5, 9 y 10 según las diferentes especies (Hughes *et al.*, 1966).

Importancia del Sorgo Forrajero Mundial y Nacional

Mundial

El cultivo del sorgo, cuyo origen algunos especialistas lo ubican en África, otros en la India, posteriormente a China y a los Estados Unidos a inicios del siglo XVII, es una gramínea áspera con estructura, desarrollo y apariencia general similar a la del maíz, clasificándose a nivel mundial en:

- A). Sorgos anuales
- B). Sorgo dulce o forrajero o sacarino
- C). Sorgo para grano no sacarino
- D). Sorgo escobero
- E). Sorgo para pastoreo

En relación a sus usos puede ser empleado tanto en alimento humano, forrajero y en procesos industriales, aunque su principal utilización es para forraje, presenta casi un valor alimenticio igual al maíz 2% mas en proteínas y 1% menos en grasas. La producción mundial de sorgo en los últimos 10 años se ha mantenido en cincuenta millones de toneladas, excepto 1991-93 que supero las 65 millones, siendo los países más productores: Estados Unidos, la India, Nigeria y China que en su conjunto producen el 65% de la producción mundial, siendo Estados Unidos el mas grande productor con 16.9 millones de ton. anuales (Robles, 1983)

Nacional

Señala Robles (1983) que el sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Su importancia radica en que nutre de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales la cual a su vez permite que el mercado alimentario disponga de proteínas de origen animal, forma parte de una amplia cadena en la que se involucran una diversidad de agentes que van desde los productores pasando por los industriales, pecuarios, empacadores y consumidores.

La producción de sorgo en nuestro país compite por el uso del suelo básicamente con el maíz, y los productores valoran las ventajas y desventajas que técnicamente ofrecen ambos granos, las virtudes que ofrece el sorgo son mayor precocidad y resistencia a la sequía por su capacidad de suspender el crecimiento cuando falta agua y renovarlo sin deterioro alguno con la primera lluvia, mientras que el maíz en estas condiciones se muere.

Producción

En el año agrícola 1990-1991 se detectaron veintinueve entidades con superficie sembrada de sorgo forrajero, aportando en su conjunto 103,170 ha. Las entidades que presentaron mayor superficie sembrada fueron: Nuevo León con 28 466 ha, Coahuila con 22 569 ha y Tamaulipas con 14412 ha. Las superficies anteriores representan en su conjunto 63% de la superficie sembrada de esta gramínea en el país. Las veintiséis entidades restantes que la sembraron aportaron 37 723 hectáreas (INEGI, 1997) (Cuadro 1).

La superficie nacional sembrada de sorgo forrajero correspondiente a cada ciclo agrícola, así como su porcentaje con respecto a la superficie nacional sembrada con cultivos anuales, fue de 77 471 ha (0.589%) para primavera-verano y de 25 700 ha (0.639%) para otoño-invierno (Cuadro 1).

Las entidades que presentaron mayores superficies sembradas en el ciclo primavera-verano fueron Nuevo León con 20 702 ha y Coahuila con 20 655 ha (Mapa 2); en el ciclo otoño-invierno fueron Tamaulipas con 8 619 ha y Nuevo León con 7,763 hectáreas (Cuadro 1, Mapa 3)(INEGI, 1997)

La producción nacional de sorgo forrajero, en el año agrícola de 1990-1991 fue de 1,124 893 ton. De las veintinueve entidades que produjeron sorgo forrajero, sobresalieron cuatro por los elevados volúmenes de producción, con una participación conjunta equivalente a 72% de la producción nacional, estas fueron: Coahuila con 30%, Nuevo León con 19%, Durango con 14% y Tamaulipas con 9%. En contraste, trece entidades aportaron sólo 4% de la producción total de sorgo forrajero en el país (Cuadro 1, Mapa 4) (INEGI, 1997).

Cuadro 1. Entidades con superficie sembrada y cosechada, y producción de sorgo forrajero de 1990 a 1991 en los ciclos prim-ver/oto- inv.

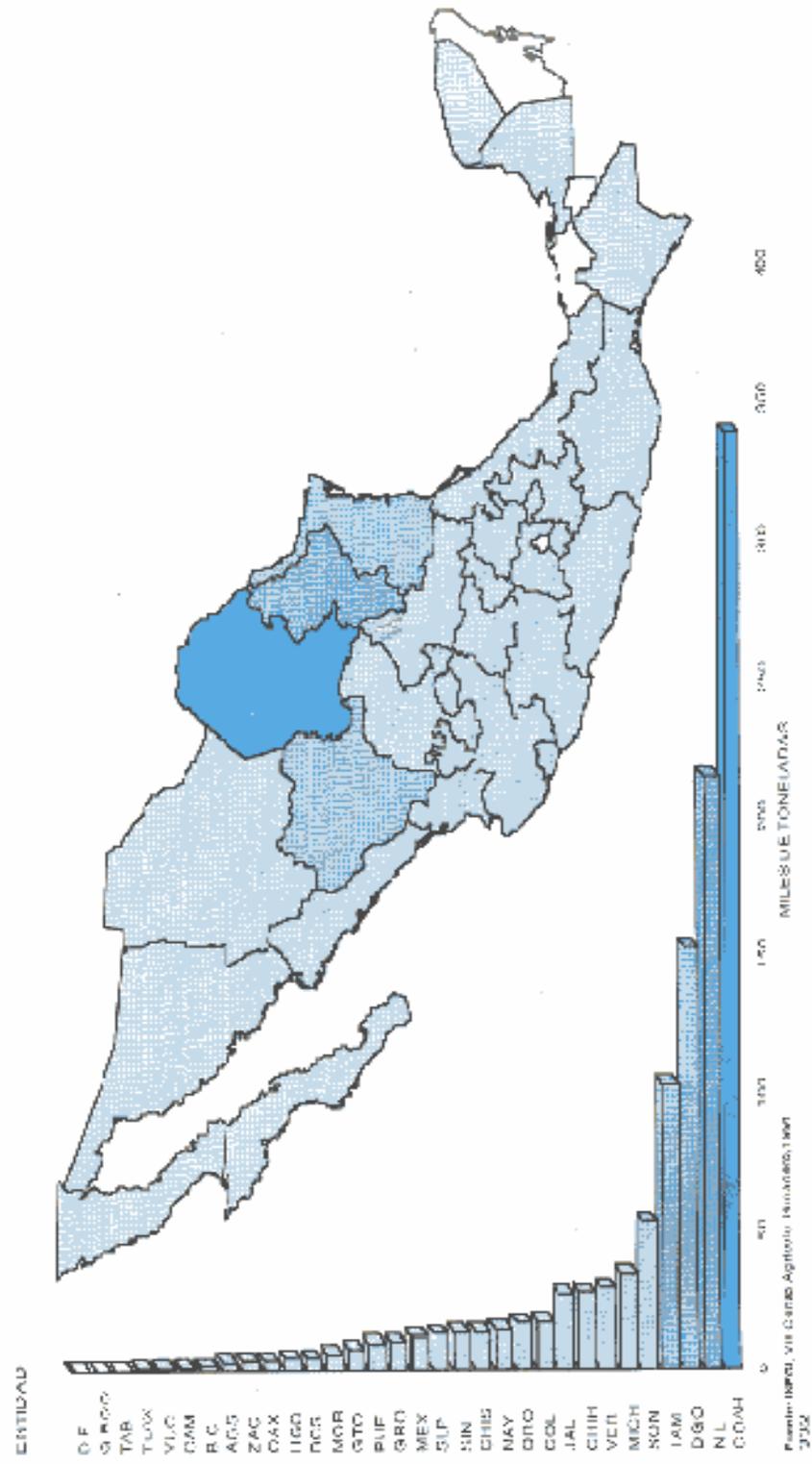
Estados	PRIMAVERA - VERANO			OTOÑO - INVIERNO		
	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción obtenida (ton)	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción obtenida (ton)
Aguas Calientes	386.250	323.580	2334.857	5.500	5.500	26.000
Baja California	192.000	106.000	882.983	48.000	28.000	334.200
Baja California Sur	88.750	80.750	2651.499	69.750	57.750	1284.666
Campeche	88.000	77.000	556.000	7.000	7.000	47.000
Coahuila	20655.486	19319.439	317203.349	1913.250	1793.999	22339.843
Colima	951.000	509.011	9115.029	345.000	271.770	7505.733
Chiapas	899.550	802.550	10211.497	128.000	125.000	2500.396
Chihuahua	2719.258	2430.466	26211.205	261.000	193.000	1146.259
Distrito Federal	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Durango	5726.450	5552.870	148522.433	238.450	220.450	4417.365
Guanajuato	390.500	355.500	6975.024	29.500	29.500	220.500
Guerrero	767.000	674.768	6793.710	196.700	165.700	2722.280
Hidalgo	279.250	254.500	3666.104	1.000	1.000	45.500
Jalisco	1943.338	1323.838	20950.636	479.170	400.670	5742.104
México	250.066	244.566	11219.870	15.370	14.620	64.661
Michoacán	3229.010	1683.407	26469.220	1987.830	568.000	7566.990
Morelos	168.500	164.166	3033.091	73.375	72.374	9260.002
Nayarit	468.178	335.928	6048.476	506.643	421.643	7481.629
Nuevo León	20702.073	18445.070	161185.083	7763.812	7066.019	54016.361
Oaxaca	237.550	211.800	2173.784	126.500	108.750	761.574
Puebla	403.90	400.650	8658.934	15.500	15.500	22.500
Querétaro	598.832	498.257	14703.766	90.250	26.250	950.182
Quintana Roo	-----	-----	-----	-----	-----	-----
San Luis Potosí	498.000	439.750	8566.307	135.000	133.000	3697.000
Sinaloa	1969.230	1102.968	8135.603	1390.490	896.122	4246.431
Sonora	6481.310	3263.188	40455.725	1405.050	942.250	12748.864
Tabasco	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tamaulipas	5792.531	4758.161	61092.797	8619.670	7217.185	42289.349
Tlaxcala	11.000	11.000	375.436	0.120	0.120	1.000
Veracruz	942.000	743.250	22161.842	473.000	407.500	6892.660
Yucatán	12.500	12.500	376.510	-----	-----	-----
Zacatecas	619.220	577.970	2718.374	74.750	70.750	113.097
Total	77470.732	64694.903	933449.144	25699.680	21259.423	191444.146

FUENTE: INEGI, III Censo Agrícola- Ganadero, 1997

Los rendimientos promedio nacionales, en ton/ha, fueron de 14.428 en el ciclo primavera-verano y de 9.005 en el de otoño-invierno durante 1990-1991 (INEGI, 1997).

Mapa 4

PRODUCCIÓN DE SORGO FORRAJERO EN EL AÑO AGRÍCOLA 1990-1991
POR ENTIDAD FEDERATIVA



Las entidades cuya producción anual (1990-1991) superó las 10,000 ton, las que obtuvieron altos rendimientos en el ciclo primavera-verano y aquellas que los obtuvieron en el ciclo otoño-invierno, en ton/ha se pueden observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estados que obtuvieron altos rendimiento en el ciclo primavera-verano/otoño-invierno (1990-1991).

ENTIDAD	CICLO P-V	CICLO O-I	TOTAL (ton/ha)
México	45.877	-----	45.877
Veracruz	29.817	16.914	46.731
Querétaro	29.510	36.197	65.707
Durango	26.747	20.038	46.785
S L P	19.480	27.797	47.277
Nayarit	18.005	17.744	35.749
Colima	17.907	27.618	45.525
Coahuila	16.427	12.452	28.879
Jalisco	15.826	14.331	30.157
Michoacán	15.724	13.322	29.046
Chiapas	-----	20.003	20.003
Sonora	-----	13.530	13.530
Total ton/ha.	189.443	219.946	455.266

Fuente: INEGI, VII Censo Agrícola-Ganadero, 1997

De acuerdo a Martínez y Lara (2003b), el Sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench en México, se sembró en los ciclos agrícolas 1997 a 1999 un total de 500 mil hectáreas, de las cuales el 2.1% fueron de sorgo para escoba, el 12.4% de sorgo para forraje y el 85.4% para grano, con rendimiento de 4.092, 35.2 y 5.7 ton/ha, respectivamente. En Coahuila, en el mismo periodo, se sembraron 32,231 ha de las cuales 6,184 ha fueron

de sorgo escobero; 16,421 ha de sorgo forrajero y 9,635 ha de sorgo para grano. Los rendimientos medios fueron de 4.4 ton /ha para sorgo escobero, 34.2 ton/ha para sorgo forrajero y 2.9 ton/ha para sorgo grano. Las áreas potenciales para el estado de Coahuila reportadas por Martínez y Lara (2003b) se mencionan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Áreas potenciales para *Sorghum bicolor* (L.) Moench en Coahuila

Distritos de Desarrollo Rural	Superficie potencial (ha)	Municipios
001 Acuña	17569	Zaragoza, Morelos ,Allende y Nava
002 Sabinas	3052	San Juan De Sabinas ,Sabinas , Múzquiz y Progreso
003 Frontera	30237	Nadadores , San Buenaventura, Frontera, Abasolo, Cuatro Ciénegas, castaños y Candela
004 Saltillo	4938	Parras, General Cepeda y Ramos Arizpe
Total	55806	

Según Martínez y Lara (2003a), el Sorgo *Almum Sorghum almum Parodi* posee como forraje tierno un alto valor nutritivo, pero se reduce drásticamente al madurar. El contenido de proteína cruda oscila entre 12 y 14%. Produce buenos rendimientos de forraje debido a su buena recuperación después de los cortes y pastoreos. En zonas de clima cálido o templado es posible obtener rendimientos de forraje verde de 20 a 25 ton/ha cada 6 a 8 semanas y normalmente se pueden esperar rendimientos de 4 a 10 ton/ha de materia seca por corte. Al mismo tiempo,

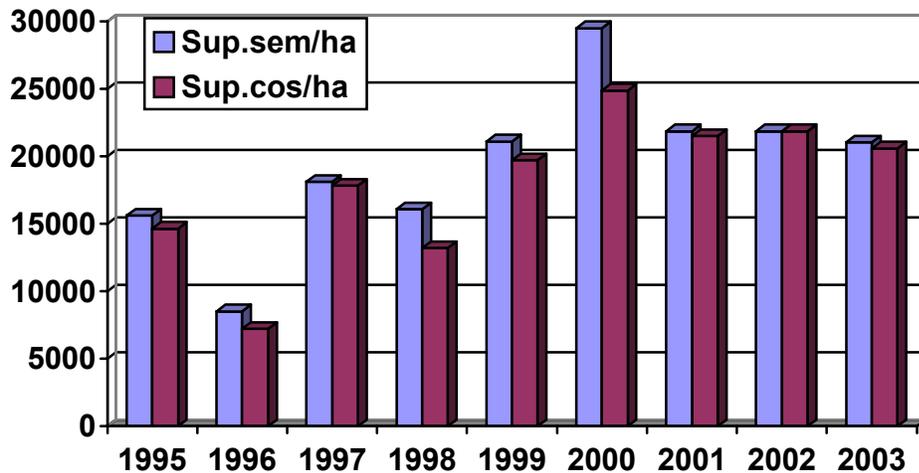
reportan como áreas potenciales para el estado de Coahuila un total de 19,912 ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Áreas potenciales para Sorgo alnum (*Sorghum alnum Parodi*) en Coahuila.

Distritos de Desarrollo Rural	Superficie Potencial (ha)	Municipios
001 Acuña	17898	Jiménez, Zaragoza, Morelos, Nava, Allende y villa Unión
002 Sabinas	1944	San Juan de Sabinas
004 Saltillo	70	Arteaga
Total	19912	

Los resúmenes nacionales de sorgo forrajero de superficie sembrada, cosechada, así como su rendimiento en toneladas por hectárea durante 1995 a 2003, se muestra en las figuras 1-3.

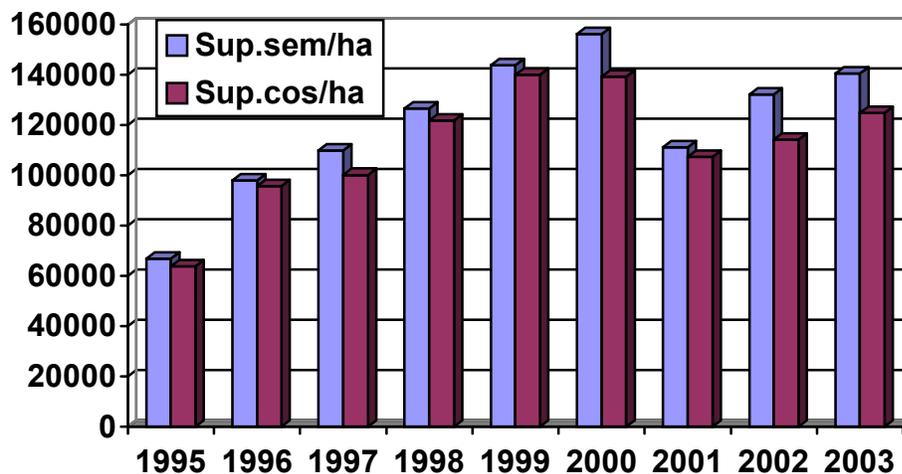
Figura 1. Resumen nacional de sorgo forrajero en verde, bajo riego+temporal para otoño – invierno durante 1995 – 2003.



Rend.(ton/ha) 17.266 21.419 21.456 23.333 20.673 17.379 26.882 25.092 23.719

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

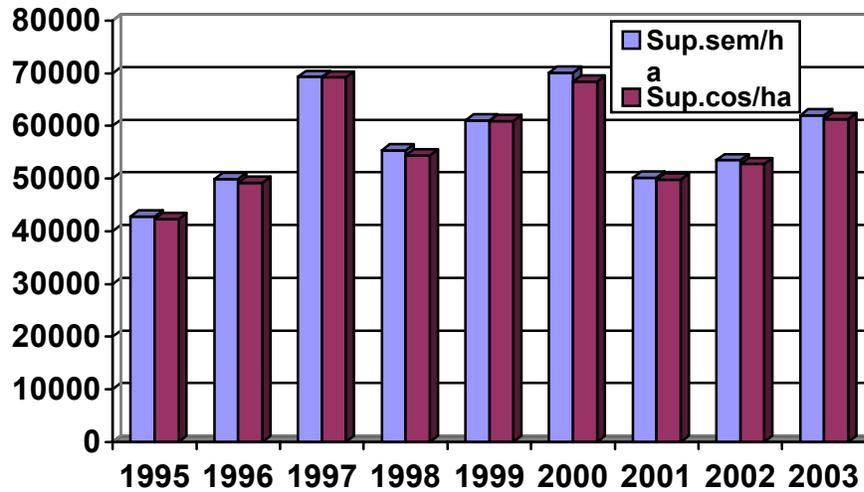
Figura 2. Resumen nacional de sorgo forrajero en verde, bajo riego + temporal, para primavera – verano durante 1995 – 2003.



Rend.(ton/ha) 23.720 20.259 28.281 24.049 21.374 22.111 24.512 24.376 27.548

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Figura 3. Resumen nacional de sorgo forrajero en verde / cíclicos y perennes bajo riego durante 1995 – 2003.



Rend.(ton/ha) 23.720 20.259 28.281 24.049 21.374 22.111 24.512 24.376 27.548

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

El Cuadro 5 muestra la superficie sembrada, cosechada a demás del rendimiento en ton/ha de sorgo forrajero en verde de otoño – invierno de riego + temporal.

Cuadro 5. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de otoño – invierno de riego + temporal por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)
BAJA CALIFORNIA SUR	116.00	86.00	52.837 R
COLIMA	491.00	490.00	25.372 R
GUERRERO	1,134.00	1,134.00	30.631 *
JALISCO	1,860.50	1,860.50	23.117 *
MÉXICO	32.00	32.00	36.563 R
MICHOACÁN	2,201.50	2,201.50	42.156 R
MORELOS	16.00	16.00	38.750 R
NAYARIT	1,953.00	1,731.00	28.050 *
OAXACA	85.00	85.00	40.000 R
SAN LUIS POTOSI	4.00	4.00	70.000 T
SINALOA	10,499.92	10,490.92	17.677 *
SONORA	130.00	130.00	40.000 R
TAMAULIPAS	2,435.13	2,261.13	24.146 *
VERACRUZ	85.00	77.00	23.208 *
ZACATECAS	1.00	1.00	30.000 R
TOTAL	21,044.05	20,600.05	23.719

(R) Riego

(T) Temporal

(*) R+T

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

El cuadro 6 muestra la superficie sembrada, cosechada a demás del rendimiento en ton/ha de sorgo forrajero en verde de primavera – verano de riego + temporal.

Cuadro 6. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de primavera – verano de riego + temporal por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)
AGUASCALIENTES	1,704.00	1,704.00	21.143 *
BAJA CALIFORNIA	6,437.00	6,345.00	58.399 R
BAJA CALIFORNIA SUR	95.50	94.50	46.667 R
CHIHUAHUA	16,329.51	4,140.64	33.539 *
COAHUILA	35,602.25	34,387.75	28.737 *
COLIMA	2,916.00	2,916.00	23.712 *
DURANGO	12,757.25	12,729.25	26.961 *
GUANAJUATO	680.00	630.00	15.347 *
GUERRERO	7,187.00	7,187.00	29.921 *
HIDALGO	100.00	100.00	25.000 T
JALISCO	9,699.00	9,699.00	28.219 *
MÉXICO	32.00	32.00	30.500 *
MICHOACÁN	15,304.00	14,154.00	28.588 *
MORELOS	235.60	235.60	28.512 *
NAYARIT	591.50	466.50	23.864 *
NUEVO LEON	7,980.00	7,330.00	15.813 *
OAXACA	439.00	403.00	33.087 *
QUERETARO	326.00	326.00	19.460 *
SAN LUIS POTOSI	74.00	74.00	27.432 *
SINALOA	15,197.00	14,996.00	17.185 *
SONORA	2,999.00	2,876.00	34.388 *
TAMAULIPAS	1,669.78	1,669.78	12.244 *
VERACRUZ	115.00	115.00	27.241 T
ZACATECAS	2,054.00	2,016.00	20.184 *
TOTAL	140,524.39	124,627.02	27.548

(R) Riego

(T) Temporal

(*) R+T

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

Clasificación Taxonómica

Reino	Vegetal
División	Trachaeophyta
Sub-división	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Sub-clase	Monocotiledónea
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Sub-familia	Panicoideas
Tribu	Andropogoneae
Genero	Sorghum
Especie	vulgare
Variedad botánica	Sudanense
Variedad botánica	Technicum
Variedad comercial	Diversidad para Forraje (Hughes <i>et al.</i> , 1966).

Clasificación Sexual

El sorgo es una planta sexual, monoica, hermafrodita incompleta y perfecta.

Sexual.- Su multiplicación se realiza por medio de una semilla cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y un gameto femenino.

Monoica.- Se encuentra el androceo y el gineceo en una misma planta.

Hermafrodita.- Contiene el androceo y el gineceo en una misma flor.

Incompleta.- Carece de una de las estructuras del perianto floral.

Perfecta.- Cuenta con flores que tienen los 2 órganos sexuales en la misma flor.

Ciclo Vegetativo

Por otra parte, (Hughes *et al.*, 1966) dice que 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 tiempo el terreno de cultivo.

Sistema Radicular

El sorgo tiene raíces adventicias, fibrosas y éstas a su vez desarrollan numerosas laterales, esta ramificación tan profusa y amplia hace que el sorgo sea muy resistente a las sequías, aunque hay otros factores que también ayudan a que sea tan resistente (Hughes *et al.*, 1966).

Tallos

Los tallos del sorgo son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden llegar a tener una altura de 0.60 a 4.50 mts. Los cuales están longitudinalmente divididos en entrenudos, cuyas uniones forman los nudos de los que emergen las hojas, cada nudo está previsto de una yema lateral.

La altura depende de la variedad que sea, las cuales pueden ser doble enanas y altas, pero con la misma precocidad y el mismo estado de madurez, mismo número de hojas, nudos y entrenudos.

Hojas

Martín (1941) indica que las hojas aparecen sobre el tallo alternadas, las vainas florales son largas, las hojas del sorgo se enrollan durante el período de sequía, características que al reducir la transpiración contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía.

Flores

Señala Martín (1941) que la panícula se le denomina a la inflorescencia del sorgo, ésta es compacta ó semi-compacta en algunas variedades y abierta en variedades de sorgos forrajeros, sorgos escoberos, etc.

Espiguillas

Un defecto de algunas de las antiguas variedades de sorgo era que la espiga de ésta, no podía salir completamente de la envoltura terminal, la parte de la espiga que quedaba envuelta no maduraba simultáneamente con el resto de la espiga y con frecuencia sufría infestaciones de gusanos eloteros ó el ataque de hongos y pudriciones.

Durante la creación de variedades enanas se han seleccionado líneas que tienen no solamente espigas erectas, sino un pedúnculo largo que hace que la espiga salga completamente fuera de la última hoja. Este tipo de espigas se secan uniformemente a medida que las plantas

maduran, permitiendo realizar la cosecha mecanizada más pronto (Martín, 1941).

Las espiguillas son sesiles y pediceladas y las últimas son por lo general estaminadas.

Cada espiguilla sesil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla.

Una panícula de sorgo puede llegar a tener 6,000 flores cuyas anteras pueden llegar a producir hasta 24,000,000 granos de polen y ordinariamente requieren de 5 a 7 días para su completa floración.

El sorgo se autofecunda generalmente, pero de todas maneras puede haber fecundación cruzada, pues cuando hay 2 variedades en parcelas contiguas se puede estimar el cruzamiento (Hughes *et al.*, 1966).

Condiciones Ecológicas

El cultivo del sorgo forrajero se siembra en diversos países del mundo, el cual se adapta a diferentes condiciones ecológicas.

En siembras comerciales en regiones agrícolas, se pueden aprovechar económicamente con las siguientes condiciones:

Sus verdaderos requerimientos climatológicos son temperaturas medias y uniformes, altas durante la estación de crecimiento y nunca inferiores a 26°C., zonas de lluvia estivales aún cuando sean de baja cuantía total, muy espaciada ocasionales ó inseguras. En las regiones de clima cálido y semi-cálido, se pueden levantar hasta 3 cortes de sorgo

forrajero, como sucede en el estado de Tamaulipas, pero en regiones que sufren heladas se da solo un corte a fines de verano ó principios de otoño, su período vegetativo dura de 3 a 6 meses lo que depende de la variedad, clima y suelo (Muñoz, 1960).

Por otra parte (Hughes *et al.*, 1966), se considera una temperatura media óptima para su desarrollo de 16 a 26.7 °C como temperatura media ya no es conveniente, pues bajan los rendimientos y el ciclo se alarga, sin embargo existen variedades que se han desarrollado con temperaturas medias de 15°C. La temperatura media máxima en que se puede desarrollar el sorgo es de 37.5 °C.

El sorgo es muy resistente a las sequías, esto hace que pertenezca a un grupo valioso en zonas marginadas, más sin embargo, se cultiva más ampliamente en zonas tropicales y templadas (Hughes *et al.*, 1966).

Su sistema radicular es muy extenso, por lo cual es muy resistente a la deshidratación, tiene un ritmo de transpiración eficaz y características foliares de las xerófilas que retardan la pérdida de agua de la planta, aunque presenta un crecimiento mayor en condiciones favorables de temperatura húmeda. Produce más en zonas subhúmedas y en semiáridas (Villarreal, 1970; Jordán, 1957).

Las hojas del sorgo que son más angostas y pequeñas que las del maíz se enrollan hacia su nervadura central cuando se presenta una sequía con lo que disminuye la superficie de transpiración, estas características son las que permiten una buena producción de grano y forraje cuando son adversas las condiciones de humedad y precipitación pluvial. La producción de sorgo en las zonas de baja precipitación pluvial, se ha hecho posible debido a que granos precoces escapan con

frecuencia al daño de la sequía mientras que las variedades tardías bajo las mismas condiciones consumen toda la humedad disponible antes de madurar (Martín, 1941).

La temperatura y la humedad del suelo determinan el momento de siembra del sorgo, las investigaciones han demostrado que estos dos criterios son mejores indicios que una fecha especificada en una zona dada. Sin embargo (Robles, 1974a) cita que en algunos campos experimentales de (INIA CAEANA) se han determinado las fechas óptimas para esta gramínea. Por ejemplo, en Tamaulipas se recomienda la siembra de primavera del 15 de febrero al 15 de marzo, la siembra de verano no es aconsejable por presentarse muchos problemas de plagas.

Altitud

La altitud tiene marcada influencia en el crecimiento y el rendimiento de los sorgos, éstos se pueden cultivar desde suelos a nivel del mar hasta 1650 msnm como se ha comprobado en Texas, U.S.A. (Díaz del Pino, 1956).

Por otra parte Hughes *et al.* (1966), menciona que raramente es posible que se cultive el sorgo más allá de los 1800 msnm, es por eso que se siembra de 0 – 1000 msnm, pero en México se cultivo con éxito en el Valle de Toluca a una altura de 2200 msnm.

Latitud

Desde los 45 ° de latitud Norte, hasta los 35 ° de latitud Sur, se puede cultivar el sorgo, con mayores rendimientos que en otras latitudes. Ya que saliéndose de éstas, las temperaturas son más bajas y no se

podría cultivar, pues los rendimientos no resultarían satisfactorios (Hughes *et al.*, 1966).

Fotoperiodo

En el mejoramiento para una mayor producción, se debe tener en cuenta el uso específico para el cual se cultiva el sorgo, por ejemplo, una variedad productiva de grano produciría un rendimiento inadecuado para forraje ó una variedad buena para la obtención de miel. Puede ser inapropiada para la producción de grano. En el rendimiento de una variedad de sorgo, influyen características de la planta que son hereditarias, como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo y también factores del medio ambiente, como la lluvia, la temperatura y la duración del día. La capacidad de rendimiento no siempre ha recibido tanta atención en el mejoramiento del sorgo, como en otras especies cultivadas (Martín, 1945).

El sorgo es una planta de fotoperíodo corto, madurando según se van acortando los días, es notablemente resistente a la sequía y prefiere clima cálido. Su escaso requerimiento de agua lo hace que se adapte bien a las regiones semiáridas, donde el maíz no puede prosperar (Rieman, 1940).

Suelo

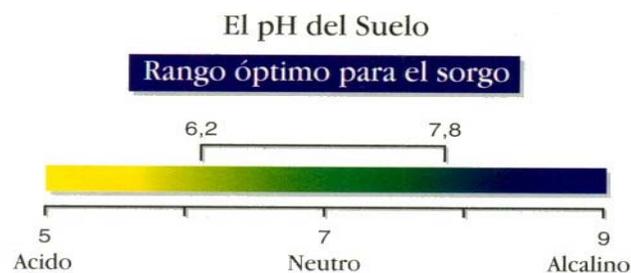
Rieman (1940), menciona que los sorgos para forraje no necesitan un tipo de suelo especial para su desarrollo, se adaptan a muchas clases de suelos; prosperan muy bien en los suelos limosos fértiles aunque se pueden obtener buenos rendimientos, en suelos que varían de arcillosos pesados a arenosos livianos. Sin embargo aunque pueden cultivarse en

una gran diversidad de suelos se da mejor en los terrenos ligeros profundos y ricos en nutrientes. Bajo irrigación, en muchos suelos normalmente improductivos como por ejemplo, los arenosos, arcillosos pesados y de tepetate, se pueden producir rendimientos adecuados, cuando se riegan frecuentemente. El sorgo también tolera condiciones de considerable salinidad y alcalinidad del suelo, tolera suelos alcalinos pero crece bien en los suelos de bajo pH.

Los suelos arcillosos tienen el inconveniente de que la sequía perjudica el sistema radicular al agrietarse el terreno, por lo que hay que recurrir al agua de riego aunque puede proporcionar buenos rendimientos. Los aluvión también dan buenos resultados (Hughes *et al.*, 1966; Villarreal, 1970).

En general los suelos agrícolas se adaptan al cultivo del sorgo forrajero, dándose los mayores rendimientos en suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y de pH entre 6,2 y 7,8 como se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. El pH del suelo óptimo para sorgo.



Sin embargo, el sorgo forrajero es moderadamente tolerante a suelos con alguna salinidad y/o alcalinidad, siendo su comportamiento, ante esas condiciones mejor que la de otros cultivos como soya y maíz.

<http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml>

Requerimientos Agroclimáticos en Coahuila

EL Sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench, en Coahuila se desarrolla mejor hasta altitudes de 1700 msnm. Requiere de 450 a 650 mm de agua por ciclo ,siendo la tapa mas critica la de embuche a llenado de grano . Es resistente a atmósfera seca. Varía en cuanto su requerimiento de temperatura por etapa fenológica pero un promedio óptimo durante la estación de crecimiento puede considerarse entre 20 y 30 C .Requiere de abundante iluminación ,sobre todo en la etapa reproductiva .Prefiere los suelos de textura media y gruesa y mediana profundidad .Tolera moderadamente la salinidad y se desarrolla mejor con los valores de pH entre 5 y 8.5. Requiere buen drenaje (Martínez y Lara,2003b).

El Sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench Se adapta mejor en zonas de altitud entre 0 y 1,600 msnm. Requiere de 450 a 650mm de precipitación durante el ciclo, la temperatura óptima fluctúa entre los 20 y 30 °C; requiere abundante luminosidad. Prefiere suelos de textura ligera y media, profundos, sin problemas de drenaje y de pendientes no mayores del 4%. (Martínez y Lara,2003a).

El Sorgo Almum *Sorghum almum* Parodi se adapta a zonas de altitud desde el nivel del mar hasta los 1,600 m. Requiere precipitaciones de 400 a 650 mm durante el año y temperaturas entre 18 y 32 °C con un periodo seco de 3 a 7 meses. Se adapta a una gran variedad de condiciones edáficas, pero su mejor desarrollo se da en suelo con buena fertilidad de textura media y profundos. Requiere de suelos de preferencia sin problema de salinidad y con buen drenaje (Martínez y Lara, 2003a).

Practicas Culturales

Los objetivos más importantes que se consiguen al realizar una buena preparación del suelo (SARH, 1978):

Regresar la estructura del terreno, que durante el cultivo anterior fue perdida ó modificada debido al agua de riego, lluvias, vientos, cambios de temperatura, paso de maquinaria, pastoreo, etc.

Proporcionar al nuevo cultivo, condiciones de aireación en un sistema radicular necesario para un buen desarrollo.

Incorporar los residuos de cosecha y/o malas hierbas al terreno, mismo que redundaran en el mejoramiento físico y químico del suelo.

Exponer las plagas del suelo al sol, ocasionando la deshidratación y muerte de las mismas.

Facilitar la construcción de surcos, camas, melgas, canales, bordos, etc., para que quede el suelo en mejores condiciones de manejo.

La colocación de fertilizantes ó cualquier otro tipo de producto, aplicado al suelo será la indicada, y su composición ó efectos aumentará considerablemente.

El control de sales se incrementará al mejorar las características de drenaje natural del terreno.

Preparación del terreno

Una buena preparación del terreno, facilita la germinación de la semilla y ahorra agua durante los riegos, favoreciendo la eficiencia de las prácticas posteriores.

Se recomienda en forma general, barbechar cuando menos hasta una profundidad de 20 cm, dependiendo del tipo de suelo, debiendo rastrearse hasta desmenuzar los terrones existentes, que deberá nivelar ó cuando menos emparejar el terreno lo mejor posible (Robles, 1974b).

Para el cultivo del sorgo forrajero, se debe realizar la preparación del terreno como si fuera sorgo para grano con un barbecho profundo de unos 30 cm y después dar los pasos de rastra necesarios para que no queden muchos terrones y por último un paso con la niveladora, todos estos pasos son necesarios para tener una buena siembra (INIA – CAEANA, 1984).

Subsoleo

Beneficia en alto grado al manejo del cultivo que se establece; generalmente se sugiere en terrenos que están muy compactos ó que tienen una capa dura superficial (30, 60 ó 90 cm. de profundidad), que puedan impedir el buen drenaje del suelo, ó la libre penetración de raíces de cualquier cultivo. Se recomienda el subsoleo cuando menos 2 ó 3 años en todas las áreas agrícolas que se exploten intensivamente (SARH, 1978).

Barbecho

Cuando no se ha practicado el subsoleo en muchos años ó que no se desea realizar debido a la textura del suelo, del barbecho dependerá la buena preparación de la cama de siembra (SARH, 1978).

Rastreo

Esta práctica nos dará el tamaño de los agregados del suelo, que necesitamos para levantar una buena cosecha. La profundidad del rastreo, al igual que la del barbecho y la del subsoleo, mientras más profunda sea, los beneficios serán mayores; estas prácticas dependerán de: la textura del suelo, contenido de humedad del suelo en el momento de la ejecución, cantidad y tipo de vegetación que se quiera incorporar al cultivo, profundidad del suelo y características del equipo (SARH. 1978).

Con está práctica se desmenuza fácilmente el terreno, evitando la presencia de terrones grandes, que impiden un buen establecimiento y siembra más uniforme. (INIA – CAEANA, 1983).

Nivelación y trazo de riego

Consiste en darle al suelo la forma polimétrica, que permitirá una mejor distribución del agua (SARH, 1978).

Siembra

Época de Siembra

La época de siembra puede ser desde la primera quincena del mes de marzo, hasta la segunda quincena de julio. Se recomienda realizarla en el mes de marzo, debido a que se tendrá un mayor período de recuperación de las plantas y se podrían efectuar varios cortes, también al realizar siembras más tardías se pueden presentar problemas de plagas (INIA CAEANA, 1984).

Método de Siembra

La siembra se puede realizar en seco ó en humedad, en la primera se aprovecha la humedad del primer riego y se utiliza cuando se tenga una buena preparación del terreno; cuando se siembra en húmedo se puede tener una mala preparación del terreno, pero al regar y después sembrar se desmenuzan más fácilmente los terrenos y se tendrá una buena germinación. Se puede utilizar la siembra en surcos separados de 70 a 90 cm, lo cual permite cultivarlo durante los primeros meses de su desarrollo, pero al utilizar este método en sorgo para henificado se corre el riesgo de que al cortarlo, una parte quede depositada en el fondo del surco y al pasar la empacadora este no puede ser recogido y se tenga un desperdicio de forraje, en el caso de ensilaje no existe ningún problema ya que la picadora va recolectando el surco. También se puede utilizar la sembradora triguera con sus correspondientes ajustes y sembrar el sorgo forrajero en melgas. Solo que con este método no se puede cultivar ni hacer aplicaciones de sulfato ferroso, en caso de clorosis por lo que se debe utilizar en parcelas libres de malas hierbas y hacer las aplicaciones

de sulfato ferroso en mochila. Este método es el adecuado cuando se quiere utilizar el sorgo para pastoreo directo ó empacado.

El sorgo forrajero también se puede sembrar al voleo y pasar una rastra ligera para que lo cubra, en todos los casos la semilla debe quedar depositada a una profundidad de 3 a 5 cm aproximadamente, la siembra debe de estar trazada de tal forma que no se tenga problemas en los riegos, y el agua quede distribuida uniformemente en la parcela (INIA – CAEANA, 1984).

Densidad de siembra

En cuanto a la densidad de siembra, se recomienda en sorgos forrajeros 10 a 20 kg de semillas por hectárea, pero es variable en distintas regiones agrícolas (Villarreal, 1970).

Dentro de este punto se presentan algunos problemas, ya que la mayoría de los productores utilizan siembras con alta densidad de hasta 45 kg por hectárea de semilla, con el fin de disminuir el grosor del tallo del sorgo forrajero y elevar la producción (INIA – CAEANA, 1984).

Fertilización

La intensidad con que el sorgo extrae los nutrientes y el agua del suelo, lo convierten en un pésimo cultivo y es por eso que se hace necesaria una intensa fertilización, a fin de que los cultivos posteriores proporcionen un satisfactorio rendimiento. Una intensa fertilización antes de la siembra provoca un rápido crecimiento, durante las primeras fases del desarrollo lo cual es un buen medio de combate de la maleza.

Estudios llevados hasta la observación de los aumentos de peso de animales, han mostrado que el valor biológico de los forrajes es influido por el suelo; en general, los forrajes tropicales con sus características de gran crecimiento son afectados por los niveles de fertilidad del suelo, mientras más rico es el suelo, no solo rendirá más kilogramos de forraje, sino que este rendimiento será mejor (Hughes *et al.* 1966 y Cueva, 1976).

Elementos Nutritivos del Sorgo Forrajero

De los 16 elementos químicos conocidos hasta ahora, como necesarios para el desarrollo del sorgo forrajero, 13 son nutrimentos derivados de la tierra, debido a que normalmente entran a la planta a través de las raíces, las funciones de los elementos nutritivos para el sorgo forrajero son:

Nitrógeno (N)

- Provee un color verde intenso al sorgo forrajero
- Fomenta el crecimiento rápido
- Aumenta la producción de las hojas
- Mejora la calidad de las hojas
- Aumenta el contenido proteico en el sorgo forrajes
- Alimenta a los microorganismos del suelo durante su descomposición de los materiales orgánicos con escaso nitrógeno

Fósforo (P)

- Estimula la pronta formación de las raíces y su crecimiento del sorgo forrajero

- Le da rápido y vigoroso crecimiento a la planta del sorgo forrajero
- Ayuda a la formación de los granos
- Le da vigor para el invierno a los granos sembrados para el otoño y a los cultivos para heno.

Potasio (K)

- Imparte al sorgo forrajero gran vigor y resistencia a las enfermedades
- Coadyuva en la producción de la proteína en el sorgo forrajero
- Endurece a los tallos de los forrajes reduciendo así la necesidad de albergues
- Aumenta el tamaño del grano
- Es esencial para la formación y desplazamiento de los almidones, azúcares

(N. P. F. I., 1980).

Riegos

El sorgo se adapta bien tanto en zonas sub-húmedas como semiáridas, pero crece bien bajo irrigación, por el buen aprovechamiento del agua adicional. Sin embargo, hay que evitar que las plantas sufran deficiencias de humedad durante la germinación, y el desarrollo del cultivo en la floración y antes de la madurez (estado lechoso del grano). El número de riegos, puede fluctuar de 3 a 5 dependiendo del tipo de suelo y condiciones climáticas (Robles, 1974b).

Por otra parte INIA CAEANA (1983) menciona que de acuerdo al ciclo vegetativo del sorgo que se va a utilizar, los riegos que se deben aplicar, en el caso de los sorgos tardíos para ensilaje dar riegos para germinación, posteriormente aplicar el primer riego de auxilio a los 30 días, el segundo y tercer riego de auxilio a los 25 días cada uno. En los sorgos para pastoreo directo dar el riego de germinación, después del primer riego de auxilio entre los 20 días y el segundo riego de auxilio entre los 20 y 25 días, después del primero, aquí hay que notar que en los sorgos de pastoreo los riegos son más frecuentes, porque la planta se va a consumir más tiernamente, que en las otras formas, y no se debe correr el riesgo de tener a la planta en estrés por falta de agua y provocar intoxicación por ácido cianhídrico a los animales. En todos los casos, los riegos estarán influenciados por las lluvias, que harán correr los calendarios ó evitarán riegos de acuerdo al tiempo y a la intensidad de estos (INIA – CAEANA, 1984).

Plagas y Enfermedades

El sorgo es atacado por muchas plagas, en todos los estados de desarrollo. Entre las más importantes están:

La gallina ciega, (*Phyllophaga spp*); ésta larva se alimenta de las raíces del sorgo joven.

La mosca de la panoja del sorgo ó mosca miclge (*Contharinia sorghicola*) es una de las más importantes en México.

Las plantas del sorgo pueden ser afectadas desde que nace hasta que se cosechan; las enfermedades pueden manifestarse en las raíces, tallos, hojas, panículas y granos cuadro 7 (Robles, 1974a)

Cuadro 7. Combate químico de las principales plagas del sorgo forrajero. (INIA - CAEANA, 1983).

PLAGA	INSECTICIDA (DOSIS/HA)	APLICACIÓN
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Lannate 90, 0.350 a 0.900 Parahtion etílico 480, 1.0 Lorsban 480, 0.5 a 1.0 Permevin 300, 1 a 1.5 Volaton 5G, 10 Sevin 5G, 10 Diazinon 14G, 10 Bux 2G, 10	Aplique cuando el 15-20% de las plantas presenten daño reciente.
Pulgón (<i>Rhopalosiphum maidis</i>)	Diametoato 40, 0.5 Folimat 1000, 0.5 Malation 1000, 0.5 Pirimor 50, 0.3 Diazinon 25, 1.0	Cuando en infestaciones altas se noten plantas enmieladas y que no exista control biológico natural.
Barrenador del tallo (<i>Zeadiatraea spp</i>)	Carbaryl 5G, 8 a 12 Carbaryl 80, 1 Carbofuran 5, 30 a 40	Aplicar al encontrar el 50% de plantas con huevecillos en las hojas.

Otro de los principales problemas que afectan al sorgo, es la clorosis, la cual se encuentra por lo general en manchones y es controlada en las primeras etapas de su desarrollo con aplicaciones de sulfato ferroso (INIA - CAEANA, 1983).

Por otra parte (Quinby y Kapper, 1966a) las enfermedades más comunes en el sorgo las cuales a su vez son las más importantes, puesto que llegan a limitar la producción, son producidas por los hongos:

Helminthosporium spp. se caracteriza por una mancha parda con bordes rojizos, es de alta incidencia en el forraje y en las vainas de las hojas.

Puccinia purpurea es una roya de color rojizo que ataca principalmente al forraje.

Sclerospora macrospora ataca el estado de plántula, produce deformación de la planta y la total eliminación de la panícula, cuando se presenta en fases avanzadas del desarrollo de la planta, la panícula no produce órganos de reproducción, se caracteriza por producir un listado longitudinal en las hojas en bandas alternas verdes y amarillas causando un desgarramiento típico (Quinby y Kapper, 1966b).

Recomendaciones en sorgo forrajero para evitar las enfermedades o reducir sus daños:

- a) Establecer una bien planificada rotación de cultivos cuando se hallan presentado en años anteriores, daños de carbón y otros hongos que pueden vivir en el suelo por algún tiempo. Las parcelas destinadas al sorgo no deben tener vegetación arbórea

ó arbustiva a su alrededor en las regiones de alta humedad atmosférica.

- b) Preparar muy bien el terreno para que las semillas puedan germinar sin dificultad.
- c) Emplear semillas de reconocida calidad que tengan la mayor resistencia posible a las enfermedades conocidas en la región y que hallan sido seleccionadas, desinfectadas y tratadas para su protección.
- d) Sembrar un adecuado número de granos/ha de acuerdo a la humedad y fertilidad que puede tener el suelo, durante la época del cultivo y en base al tamaño y volumen que puedan alcanzar las plantas.
- e) Fertilizar al suelo adecuadamente para que las plantas dispongan de las cantidades óptimas de nutrientes. Las plantas vigorosas son menos afectadas por las enfermedades (Villarreal, 1970).

Valor Nutritivo del Sorgo Forrajero

Generalmente el índice del valor nutritivo de un alimento es analizado químicamente por el método de Weende, el cual establece sin lugar a error la categoría a la cual pertenece un alimento.

Comparando la calidad del forraje del sorgo con el del maíz se reunieron varias opiniones.

El valor nutritivo del forraje del sorgo es semejante al del maíz, pero como su sabor es más agradable se evitan más los desperdicios.

De Alba (1971) dice que uno de los factores más importantes que influyen la composición de un pasto es su edad; y que a mayor rapidez de crecimiento mayor cantidad de proteína y menor contenido de fibra.

El contenido de proteína bruta es mayor en los limbos de las hojas, y menor en las espigas y mucho menor en las vainas de las hojas y en las cañas, la mayor parte de la proteína digestible del forraje del sorgo se encuentra en los limbos de las hojas y en granos.

Factores que afectan la calidad y producción del forraje

La calidad de un forraje y el contenido de nutrientes son afectados por algunos factores ambientales, actuando en conjunto, éstos pueden ser (Aguayo *et al.*, 1976):

- Estado de madurez ó crecimiento en la cual se corta el forraje. Una planta se desarrolla desde la germinación hasta la madurez, pasando por diferentes etapas de crecimiento, y a medida que la planta avanza en su estado de madurez se vuelve más fibrosa y baja su calidad nutritiva. Sin embargo, la producción de forraje aumenta con la madurez, siendo muy importante encontrar la época ideal para cortar ó pastorear, que sería cuando existe una buena relación entre calidad y cantidad de forraje.

- Condiciones climáticas. El principal factor es la temperatura, ya que ésta puede ser demasiada baja ó alta deteniendo los procesos de crecimiento de las plantas.
- Relación entre tallos y hojas. Está determinado que los forrajes que tienen una mayor calidad reflejada aquellos que tienen una alta producción de hojas en relación con la cantidad de tallos producidos en determinado período.
- Contenido de humedad del sorgo. La disponibilidad del agua en el suelo, influye grandemente en el valor nutritivo y producción de los forrajes.
- Fertilización. Al agregar fertilizante a un suelo, se está aumentando la riqueza del mismo, la cual va a repercutir en el contenido de nutrientes, la producción y gustocidad del forraje.
- Utilización. Depende del manejo que se le proporcione al forraje

Cosecha y Utilización

Como se ha mencionado anteriormente, el sorgo tiene diversas formas de utilización como son: el pastoreo directo, ensilaje y henificación, necesitándose para cada forma de utilización técnicas distintas las cuales se citan a continuación:

Pastoreo Directo

Se debe realizar cuando la planta tenga una altura aproximada de 1.0 m y antes de que embuchen, si se hace el pastoreo antes de esta altura se corre el riesgo de toxicidad por ácido cianhídrico y si se realiza después tendrá problemas de acame y el tallo será muy leñoso, lo cual traerá desperdicio de forraje.

Los problemas de toxicidad también se pueden presentar cuando las plantas hallan sufrido un estrés, ya sea por heladas ó sequías. Es aconsejable realizar un desvare después de cada pastoreo para cortar todos los tallos que hayan quedado y poder tener para el siguiente pastoreo forraje tierno.

Toxicidad de los sorgos forrajeros

La masticación de tejidos de sorgo en determinados momentos del desarrollo pone en contacto un glucósido cianogenético y una diastasa, cuyo resultado es la liberación de ácido cianhídrico.

Para caballos y cerdos de reacción estomacal ácida no representa peligro, en el caso de vacas, cabras y borregos de reacción neutra o alcalina en el rumen puede ser mortal. El orden va de mayor a menor de acuerdo a su toxicidad

- *S. caffrorum* (granifero)
- *S. technicum* (guinea)
- *S. saccharatum* (azucarado)
- *S. almun* (Negro)
- *S. halepense* (Alepo)

- *S. sudanense* (Sudan)

En general cualquier cambio que provoque alteraciones fisiológicas o físicas de los tejidos aumenta el peligro.

La toxicidad es mayor al principio del crecimiento, en suelos ricos en nitrógeno, en suelos pobres de fósforo, con el calor, con lluvias luego de un periodo seco, después de heladas y con el rebrote luego de un pastoreo.

Características que disminuyen el rendimiento

Potencial de ácido cianhídrico: Todos los sorgos poseen en algún momento por lo menos algunas trazas de esta sustancia, esto produce una intoxicación subclínica sin síntomas evidentes, que actúa disminuyendo la producción.

El azufre es una sustancia importante para la síntesis de proteína por la flora ruminal. La relación Nitrógeno / azufre debe ser 15 a 1 en forma constante. El sorgo es deficiente en azufre, esto provoca disminución de apetito. El aporte de una sal tónica azufrada actúa liberando al animal del exceso de cianhídrico presente en la sangre y balancea la relación N / S.

http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/pasturas%20artificiales/00-pasturas.htm

http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/pasturas%20artificiales/39-sorgo_forrajero_en_produccion_animal.htm

Problemas de intoxicación y envenenamiento asociados al consumo de sorgo forrajero

El envenenamiento por sorgo forrajero se presenta exclusivamente en los caballos, aunque se ha informado de un síndrome similar en las ovejas y los bovinos. Se ha observado principalmente en caballos del Sudoeste de Estados Unidos de América. Las hierbas de sorgo contienen glucósidos y nitratos cianogénicos. El síndrome puede ser una consecuencia de metabolismo de cianuro o nitrilo, que causa degeneración axonal y mielomalacia de la médula espinal.

Por otra parte Garner (1970) y Radeleff (1967) dice que el síndrome se caracteriza por la falta de coordinación posterior y ataxica, cistitis, incontinencia urinaria y alopecia de las patas traseras debido a quemaduras por orina. La falta de coordinación y ataxia pueden convertirse en parálisis flácida. Pueden ocurrir deformaciones del sistema osteomuscular fetal. Debe restringirse el absceso a hierbas de sorgo si hay probabilidad de que aparezca el síndrome. La recuperación es rara; los caballos afectados a menudo mueren de pielonefritis.

El cianuro inhibe ciertos sistemas enzimáticos oxidativas y provoca la muerte por anoxia.

Etiología

Garner (1970) y Radeleff (1967) dicen que los cianuros se usan en fumigantes, esterilizantes del suelo, fertilizantes y raticidas. El uso incorrecto o malintencionado de estos compuestos pueden causar perdidas en el ganado. La causa más importante de envenenamiento por cianuro en los animales domésticos es la ingestión de plantas como el

trigloquín (especie triglochin), pasto de Jonson (*sorghum halepense*), sorgo común (s. *Bicolor bulgare*) estas plantas contienen glucósidos cianogénicos que liberan ácido hydrociánico (ácido prúsico) cuando son hidrolizados por las enzimas digestivas. La fertilización intensa con nitratos, el marchitamiento, el pisoteo y las enfermedades de las plantas aumentan la concentración de glucósidos cianogénicos. Las plantas muy jóvenes en desarrollo rápido contienen mayor cantidad del glucósido. El rociado de las plantas cianogénicas con herbicidas pueden aumentar el peligro de envenenamiento.

Los rumiantes son más susceptibles que los monogástricos, y el vacuno más que la oveja.

Hallazgos Clínicos.

Los signos clínicos son resultados de la hipoxia de tejidos vitales: el ácido cianhídrico reacciona con la citocromo oxidasa de las mitocondrias e inhibe la respiración celular. El consumo de grandes cantidades rápidamente es seguido de temblores musculares y los animales mueren en pocos minutos. Si se consumen dosis menores durante periodos prolongados se observa una evolución que es más frecuente: comienzo brusco caracterizado por salivación y un breve aumento del ritmo respiratorio; De 5 a 15 minutos se desarrolla disnea; hay fasciculación muscular que progresa a espasmos generalizados inmediatamente antes de la muerte. Las membranas mucosas tienen color rojo brillante; pero pueden volverse cianóticas hacia el final. La muerte ocurre durante severas convulsiones por asfixia. El corazón continúa latiendo durante varios minutos después de detenidos el forcejeo y la respiración. La evolución por lo general no excede de 30 a 45 minutos; la mayoría de los

animales que sobreviven dos horas desde el comienzo de los signos se recuperan. (Garner, 1970 y Radeleff, 1967)

Lesiones.

En el envenenamiento agudo la sangre puede tener color rojo brillante, aunque más a menudo tiene color oscuro, al menos hasta ser expuestos al aire; en ambos casos se coagula lentamente.

El herbario puede estar distendido con gas y se percibe olor almendras amargas al abrir la res.

Diagnóstico.

Los antecedentes, los signos, los hallazgos de la autopsia y la identificación del ácido cianhídrico en el contenido gástrico permite formular el diagnóstico. La determinación del ácido cianhídrico debe hacerse durante la autopsia. Para el análisis de laboratorio se recoge de 150-250 gramos de contenido gástrico al poco tiempo de la muerte y se sumerge en una solución del 1 al 3% de cloruro de mercurio o se coloca en un recipiente hermético se refrigera para su examen inmediato. También puede hacerse la determinación en tejido muscular, hepático (extraído dentro de las cuatro horas después de la muerte) y de plantas sospechosas.

Profilaxis.

Debe evitarse el pastoreo en campos con plantas cianogénicas cuando están presentes las condiciones propicias para el envenenamiento. La ingestión de heno bien curado presenta poco peligro.

El riesgo de intoxicación por cianuro puede reducirse suministrando granos molidos u otras raciones antes de dejar pastar a los animales.

Tratamiento.

El tratamiento tradicional es la administración conjunta de nitrito y tiosulfato por vía intravenosa (6 mg. de nitrito de sodio y 60 mg. de tiosulfato de sodio por kilogramo de peso vivo en agua como dosis mínima). Si bien repuesto a dado buenos resultados, y aun mejores si el nitrato se administra primero, seguido del tiosulfato después del desarrollo de metahemoglobinuria, los datos más recientes sugieren que la administración de grandes dosis (660 mg/kg de peso) de tiosulfato solo es más eficaz y también más inocuo, pues evita la necesidad de introducir metahemoglobinuria. El tiosulfato reacciona con el cianuro para formar tiosinato, sustancia relativamente poco tóxica que se excreta en la orina. En cualquier caso, el tratamiento debe de ir acompañado de la administración de tiosulfato (30 gr. en la vaca, repetidas cada hora) para evitar la absorción adicional de cianuro (Garner, 1970 y Radeleff, 1967)

Henificado

El corte se debe hacer después del embuche y próximo al espigamiento, esto es con la finalidad de que la planta se pueda recuperar con mayor facilidad para el próximo corte. Se debe dejar secar el forraje hasta que tenga entre un 15 – 20% de humedad, en caso de presentarse lluvias cuando el forraje se encuentre tirado se debe voltear lo más rápido posible para evitar pudriciones.

El rendimiento de pacas es 270 a 300 pacas/ha de sorgo forrajero, varían de acuerdo a las variedades y su peso promedio es de 18kg por paca.

En este cuadro 8 se muestran 2 variedades de sorgo forrajero, una para pastoreo (*Sorghum almun*) y otra para ensilaje (*Beef builder*) que han sido empacadas.

Cuadro 8 Características nutricionales de variedades de sorgo forrajero en estado henificado (Riddle, 1966)

VARIEDAD	FORRAJE VERDE	PROTEINA CRUDA %	E.E. * %	E.L.N. %
<i>Beef builder</i>	46.32	7.42	2.09	43.5
<i>Almun</i>	22.57	6.45	1.80	36.6

* En base a M.S.

Se recomienda que al utilizar pacas para la alimentación de ganado, éstas sean molidas primeramente en un molino de martillos, ya que así se tendrá un máximo aprovechamiento de éstas, ya que al utilizarlas en su estado natural se tiene un desperdicio de un 30% del heno.

Riddle (1966) cita que cortando el sorgo cuando el grano se encuentra en estado lechoso ó masoso los rendimientos de proteínas, extracto eterio, extracto libre de nitrógeno fibra y ceniza de forraje son mayores se muestran en el cuadro 9 variedades de sorgo para forraje y silo.

Cuadro 9. Variedades de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) recomendadas para los estados de Coahuila y Nuevo León.

Sorgo para forraje y silo	Variedad	Densidad Kg/ha	Kg/saco	Precio/saco
CS 27 F-1	Ceres	10 a 20	22.7	781.00 M.N.
CS 99 F-1	Ceres	10 a 20	22.7	781.00 M.N.
Calafia F-1 (Sudán)	ItSCO	10 a 20	20	38.85
Dulce Calafia F-1	ItSCO	10 a 20	20	61.05
Nutriplus BMR (Sudán)	Production plus	10 a 20	22.7	47.00
Sumiel 200 BMR (Sudán)	Genex	10 a 20	20	54.40
Sumiel 220 BMR (Sudán)	Genex	10 a 20	20	54.40
Silomiel 310 BMR	Genex	10 a 20	20	77.70
Sumore 2	ItSCO	10 a 20	22.7	37.70

(Casa I. Treviño, 2004)

Ensilado

Para este propósito, el sorgo se debe de cortar cuando el grano este en estado lechoso ó masoso. El forraje debe tener un 75% de humedad para que la fermentación sea la adecuada, casi por lo general al picar, acarrear, y compactar el forraje se tienen pérdidas de humedad por lo que es conveniente aplicar melaza al forraje para aumentar la humedad y azúcares que beneficien el ensilaje.

Cuando se tiene ensilaje con poca humedad, el color del forraje es verde pálido y con poco olor. Si se tiene demasiada humedad el color del forraje es verde oscuro y con un olor fuerte. Uno de los problemas más fuertes cometidos al ensilar, es la falta de una buena compactación, lo que da origen a un exceso de oxígeno entre el forraje, por lo que resulta un mal sabor y pérdida de proteína.

A continuación se muestra el análisis bromatológico efectuado a 2 variedades de sorgo forrajero que fueron ensilados (Cuadro 10).

Cuadro 10 Análisis bromatológicos de 2 variedades de sorgo forrajero ensilado (INIA – CAEANA, 1983; Wall y Ross, 1975).

VARIEDAD	M.V. TON/Ha	P. C. %	E.E. * %	E.L.N. %
<i>Beef builder</i>	46.32	5.67	1.51	38.41
<i>Almun</i>	22.57	6.24	1.23	31.11

* En base a M.S.

En todos los casos como sea utilizado el sorgo forrajero, es conveniente analizar la calidad nutricional del forraje, para observar si está cumpliendo con las necesidades alimenticias del animal. Al balancear la alimentación del animal, se tendrá un máximo aprovechamiento de éste y por lo tanto una máxima producción de carne ó leche (INIA – CAEANA, 1983; Wall y Ross, 1975).

Las especies y variedades del género contienen un glucósido cianogénico llamado durina, Body citado por Villarreal (1970), dice que al ser consumido por el animal puede causarle la muerte. Vinalli citado por Villarreal (1970) afirma que 1.2 kg de forraje de sorgo verde con 0.0222% de HCN es letal para el ganado. Snapp y Newman citado por Villarreal (1970) mencionan que al alimentar al ganado con sorgo verde cortado ó ensilado, no causa problemas, aún el caso de sorgo helados ó muy dañados por sequía en el cuadro 11.

Cuadro 11. Rendimiento de materia seca, energía y digestibilidad de la energía del ensilaje de sorgo forrajero por etapa de maduración.

Etapa de madurez	Rendimiento de materia seca	Rendimiento de energía digestible (Mcal ha)	Energía digerible (%)
Floración temprana *	9.7	20867	64 a
Antesis	17.0	264.39	57 ab
Leche	12.6	26720	56 ab
Masa suave **	13.8	29223	56 ab
Masa dura	13.3	25347	48 b
Maduro	12.1	24152	51 b

ab Valores con letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

* Cosechado aquí para vacas lactantes y terneras.

* Para rendimiento máximo de energía digerible.

Fuente: http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Usos_sorgo.html#FORRAJE

De acuerdo de los autores antes citados, el contenido de energía digerible fue maximizado por la cosecha poco después de que la canícula emergió del buche, mientras las plantas estaban en la etapa de floración temprana. Después de una semana, la digestibilidad del ensilaje declino de 64 a 57%; sin embargo, el rendimiento de materia seca aumento en 2.3 t ha⁻¹ o alrededor de 24% sobre los niveles a la floración temprana. Durante las dos semanas siguientes, las plantas alcanzaron la etapa de masa suave, dando los rendimientos máximos (13.8 t ha⁻¹) sin reducir apreciablemente el contenido de energía digerible del ensilaje. Para cuando el grano estaba maduro, la calidad del tallo y de las hojas había declinado y la digestibilidad general era mas baja que la del ensilaje cortado en estado lechoso.

En resumen, los datos indican que cortar el sorgo en la etapa de masa suave de la madurez, maximizará la producción por hectárea de energía digerible; sin embargo, si la digestibilidad máxima es más importante que el rendimiento total, como en el caso de alimento para vacas lactantes y terneras, entonces la etapa óptima para la cosecha sería la de floración temprana. En las etapas tempranas de crecimiento, la proteína constituye de 12 a 18% de la materia seca, pero disminuye entre 5 y 8% conforme la planta llega a la madurez. La merma es particularmente pronunciada entre anthesis y la etapa lechosa con la disminución más marcada en las hojas y en el tallo. El rendimiento máximo de proteína ocurre en la etapa de masa suave. El contenido de fibra disminuye, de alrededor de 35% en la plántula, hasta un mínimo de 24% durante la floración y luego aumenta un poco conforme se alcanza la madurez. El ensilaje de forraje de sorgo cortado en el estado lechoso tardío, contiene cerca de 55 a 58% de nutrientes digeribles totales (NDT); 8 a 9% de proteína; 0.2 a 0.3% de Ca y 0.15 a 0.20% de P. Por lo tanto, el ensilaje de sorgo suplirá los requerimientos de nutrientes de la mayoría de las vacas en estado de gestación, pero deberá ser suplementado con 0.5 a 1 kg de proteína vegetal durante las primeras lactancias. Conforme aumenta el porcentaje de grano agregado al ensilaje de sorgo, aumentan las ganancias en peso de la ternera hasta que la relación grano: ensilaje se aproxime a 70:30. En la mayoría de las empresas de ganado vacuno de engorda, pueden ser logradas ganancias diarias de peso de 0.7 a 0.9 kg. por día, suplementando el ensilaje de sorgo con 2 a 4 kg. de grano y proteína. El ensilaje forraje de sorgo tiene por lo general 80 a 85% del valor alimenticio del ensilaje de maíz, principalmente porque este contiene un mayor porcentaje de grano que el sorgo (50% en comparación con 25%). El ensilaje de la planta completa de sorgo incluyendo el grano, poseerá valores de energía próximos a los del ensilaje de maíz (69% NDT) y frecuentemente producirá iguales tasas de crecimiento de la

ternera; sin embargo, el ensilaje de sorgo de grano produce mucho menos materia seca por hectárea que el de sorgo forrajero o de maíz. Una mezcla de ensilaje de sorgo forrajero y grano de sorgo, mejora el contenido de energía de la ración y el rendimiento del animal. Se puede mejorar la calidad del forraje mediante varias practicas agronómicas tales como la aplicación de fertilizante, riego, y otras. Los cultivos mixtos que incluyen leguminosas, también ayudan a aumentar el contenido de proteína en el cultivo de sorgo asociado.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Usos_sorgo.html#FORRAJE

La fuente anterior menciona que el grano de sorgo es un importante alimento para animales en América del Norte, Central y del Sur, pero generalmente se le atribuye solamente una eficiencia alimenticia de entre 85 y 90% en relación con la del maíz. Para ganado vacuno, NDT fue 74% para sorgo y 84% para cebada con base en peso seco; pero para carneros, fue 88% para sorgo y 77% para cebada. Se le atribuye al sorgo una digestibilidad mas baja que otros cereales, debido a la presencia de taninos condensados. Posibles efectos carcinogénicos han sido reportados junto con una palatabilidad mas baja. Los efectos nocivos de los taninos sobre el crecimiento de ganado y aves, están relacionados con la acción desligamiento de estos polifenoles con la proteína.

Se han encontrado también una acción de formación de complejos de los taninos con el almidón. Sin embargo, la reconstitución (remojo) del grano quebrado, puede resultar en una reducción en el nivel de taninos y una mayor eficiencia alimentaría y digestibilidad de la materia seca (proteína y almidón). Se ha establecido que cuando se quiebra y se prensa con vapor el grano de sorgo en la preparación de alimento para ganado, este grano puede reemplazar completamente cualquier otro cereal usado como alimento animal, sin efectos nocivos en puercos, aves

o ganado vacuno para carne. Se ha observado que fué necesario procesar el grano de sorgo para mejorar su valor como alimento animal.

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Usos_sorgo.html#FORRAJE

Calidad del Ensilaje

Existen varios indicadores para calificar la calidad del ensilaje y por lo general, se asocian con algunas características como olor, color, textura, gustosidad y naturaleza de la cosecha ensilada.

Características del ensilaje de buena calidad

- Forraje cosechado en estado de desarrollo apropiado
- Contenido de ácido láctico entre 5 y 9% en base seca
- Libre de hongos y malos olores como amoníaco, ácido butírico y pudrición
- Ausencia de olor a caramelo o tabaco
- Color verde
- Textura firme

Ventajas y desventajas del Ensilaje

El ensilaje, como cualquier otro proceso, tiene ventajas y desventajas las cuales guardan relación con la situación particular de cada productor, sin que permita esto generalizar al respecto.

Ventajas

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año, principalmente en verano.
- Aumenta la capacidad de carga por hectárea en la finca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje.
- Conserva el buen sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento.
- Disminuye la utilización de alimentos concentrados.
- Permite utilizar variedad de equipo y maquinaria para su elaboración.
- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección y manipuleo.

Desventajas

- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para volúmenes grandes y la mecanización es costosa.
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se hace en forma adecuada.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados.

<http://www.turipana.org.co/ensilaje.htm>

Villarreal (1970), Wall y Ross (1975) afirman que los sorgos forrajeros en forma general presentan las siguientes ventajas:

- 1.- Son adecuados para el pastoreo, ensilado, forraje verde picado ó heno
- 2.- Dan altos rendimientos tanto de forraje verde como grano
- 3.- Sus tallos son dulces y jugosos y muy apetecibles a los animales

4.- Se adaptan a diversas condiciones de climas y suelos

5.- Son resistentes a la sequía

6.- Son poco afectados por plagas y enfermedades

CONCLUSIONES

De acuerdo a la revisión realizada se puede concluir lo siguiente:

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Su importancia radica en que nutre de materia prima a la industria ganadera para la obtención de alimentos balanceados, la cual a su vez permite que el mercado alimentario disponga de proteína de origen animal, la cual forma parte de una amplia cadena en la que se involucran una diversidad de agentes que van desde los productores pasando por los industriales, pecuarios, empacadores y consumidores.

El sorgo forrajero se cultiva en diferentes países del mundo. Por su adaptación a diversas condiciones ecológicas, aunado a esto, las variedades existentes que le confieren resistencia a la sequía, hace que permanezca como un elemento valioso en zonas marginales, sin embargo, se cultiva más ampliamente en zonas tropicales y templadas.

De 1990-1991 se detectaron veintinueve estados con superficie sembrada de sorgo forrajero. En conjunto el total de superficie dedicada a este cultivo fue 103 170 ha. Los Estados que presentaron mayor superficie sembrada fueron: Nuevo León con 28 466 ha, Coahuila con 22 569 ha, y Tamaulipas con 14 412 ha. Las superficies anteriores representan en su conjunto 63% de la superficie sembrada de esta gramínea en el país. Los veintiséis Estados restantes que lo sembraron ocuparon 37 723 hectáreas.

En cuanto a producción registrada de 1990-1991 se reporta para Coahuila con la mayor participación (30%). Para 1995 a 2003 para el ciclo primavera-verano se reportaron rendimientos superiores (20-27 ton/ha),

mientras que para otoño-invierno fluctuaron de 17 a 27 ton/ha, aunque para condiciones perennes bajo riego en el mismo período se registraron los mismos rendimientos que para primavera-verano (20-27 ton/ha).

Como cualquier otro cultivo, este puede ser afectado desde que nace hasta que se cosechan, las enfermedades pueden manifestarse en la raíces, tallos, hojas y granos. Así mismo es importante establecer una rotación de cultivo, además de una buena preparación del terreno. También es importante emplear semillas de reconocida calidad que tengan la mayor resistencia posible a enfermedades y emplear la densidad de siembra recomendada (10 a 20 kg/ha).

Las prácticas de manejo del cultivo, en cuanto a fertilización y requerimientos de humedad se refiere, es indispensable para maximizar las diversas formas de aprovechamiento que tiene, como son: El pastoreo directo, ensilaje y heno.

Por último, las condiciones cambiantes y propicias del mercado y demanda de los granos y forrajes, han impactado al sorgo de tal manera que los precios actuales por paca varían de 12 a 30 pesos, por tonelada de forraje de sorgo para ensilar varía de \$250.00 a \$300.00, y el precio por saco de semilla de 370.00 a 800.00 pesos (M.N).

LITERATURA CITADA

- Aguayo, A.A.; G. Lizarraga del C. Y E. Salcedo M.1976. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES) INIP-SARH. Técnica Pecuaria en México.
- Casa I. Treviño, S.A. de C.V. 2004. Semillas para siembra de forrajes. Lista de Precios. 4 p.
- Cueva Ch., C.A. 1976. Efecto de la Fertilización Nitrogenada al Suelo en la Producción, Calidad y Economía del Sorgo Forrajero en Cd. Anahuac, Nuevo León. Tesis de Licenciatura del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina.2ª. Ed. La Prensa Medica Mexicana, S.A. México, D.F. 475p.
- Díaz del Pino, A. 1956. Cereales de Primavera. Ed. Bartolomé Trucco, México.
- Garner, R. 1970. Toxicología Veterinaria. Ed. Acribia. España. 281p.
- García G., J.M. 1972. Estudio Comparativo de 5 Variedades de Sorgo Forrajero en Tamaulipas. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

- INIA-Campo Agrícola Experimental Anahuac (CAEANA). 1983. Guía para Cultivar Sorgo Forrajero en el Norte de Nuevo León Cd. Anahuac, Nuevo León. México.
- INIA-Campo Agrícola Experimental Anahuac (CAEANA). 1984. Guía para Cultivar Sorgo Forrajero en el Norte de Nuevo León Cd. Anahuac, Nuevo León. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1997. Cultivos Anuales de México VII Censo Agropecuario Agrícola – Ganadero, Aguascalientes, México. 429p
- Hughes, H.D; M.E. Heath; D.S. Metcalfe. 1966. Forrajes. 8° Edición. CECOSA, México. 758p
- Jordán, H.L. 1957. Fruticultura y Pasticultura. SARH, México.
- Martínez B., O. U. y Lara G., G. J. 2003a. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila. Una propuesta de conversión productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Coahuila, México. 91p.
- Martínez B., O. U. y Lara G., G. J. 2003b. Especies vegetales con potencial productivo en las de áreas de riego del estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 2. Coahuila, México. 70p.
- Muñoz, J.M. 1960. Época Óptima de Corte de los Sorgos Forrajeros para Ensilaje. Agricultura Técnica en México S.A.G.

- Martín, J.H. 1941. Climate and Sorghum Year Book Climate and Man. Washington U.S.A.
- Martin, J.H. 1945. Breeding Sorghums. Journal of Heredity. Washington U.S.A.
- National Plant Food Institute (NPFI). 1980. Manual de Fertilizantes. Ed. LIMUSA, México.
- Quinby, J.R. and R.R. Kapper. 1966a. Forrajes Ed. Continental S.A., México.
- Quinby, J.R. and R.R. Kapper. 1966b. Los Sorgos Forrajeros en Hughes H.D.; M.E. Heath y D.S. Metcalfe. Forrajes: La Ciencia de la Agricultura Basada en la Producción de Pastos (Traducción de la Loma J.L.) Cía. Ed. Continental S.A., México.
- Radeleff, R.D. 1967. Toxicología Veterinaria. Ed. Acribia., España. 285p.
- Riddle, E.E. 1966. Rendimiento del Forraje y Análisis Químico Proximal del Sorgo Sudan Sembrado en dos Distancias de Surcos y Contando en Cuatro Estados de Madurez. Tesis de Licenciatura. Escuela de Agricultura y Ganadería del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México.
- Rieman, A. 1940. Memoria del Distrito de Riego 04 "Don Martín" Coahuila y Nuevo León. Comisión Nacional de Irrigación. México.

- Robles, S.R. 1974a. Producción de Granos y Forrajes. Tomo I. Departamento de Agronomía del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. LIMUSA. México. 203p
- Robles, S.R. 1974b. Producción de Granos y Forrajes. Tomo II. Departamento de Agronomía del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. LIMUSA. México.
- Robles S.R. 1983. Producción de Granos y Forrajes, Cuarta Ed.; Editorial LIMUSA. México. 592p.
- SARH 1978. Agenda Técnica Agrícola Coahuila (Saltillo) Zona Norte, Dirección General de Producción y Extensión Agrícola. Chapingo, México.
- Villarreal, C.E. 1970. Observación de 22 Sorgos Forrajeros para Ensilaje en la Región Norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica de México. S.A.G. III. México.
- Wall, J.S.; W.M. Ross.1975. Producción y Usos del Sorgo. La Edición Hemisferio Sur, Argentina.
- SITIOS DE INTERNET

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Origen_e_historia_sorgo.html

http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

<http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml>

http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/pasturas%20artificiales/00-pasturas.htm

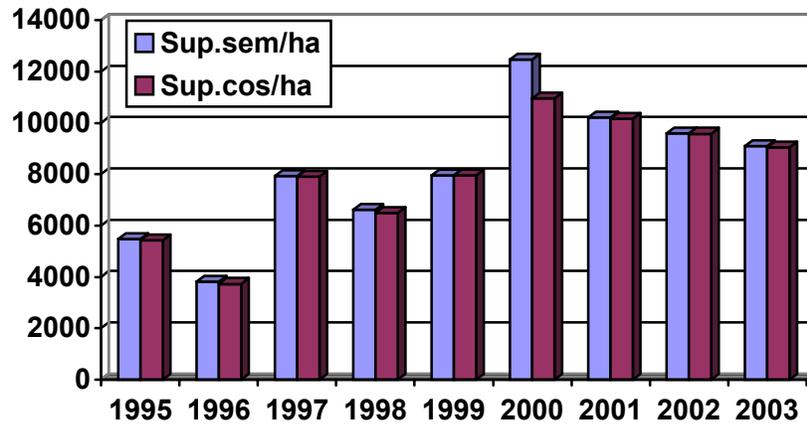
http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/pasturas%20artificiales/39-sorgo_forrajero_en_produccion_animal.htm

http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Usos_sorgo.html#FORRAJE

<http://www.turipana.org.co/ensilaje.htm>

ANEXOS

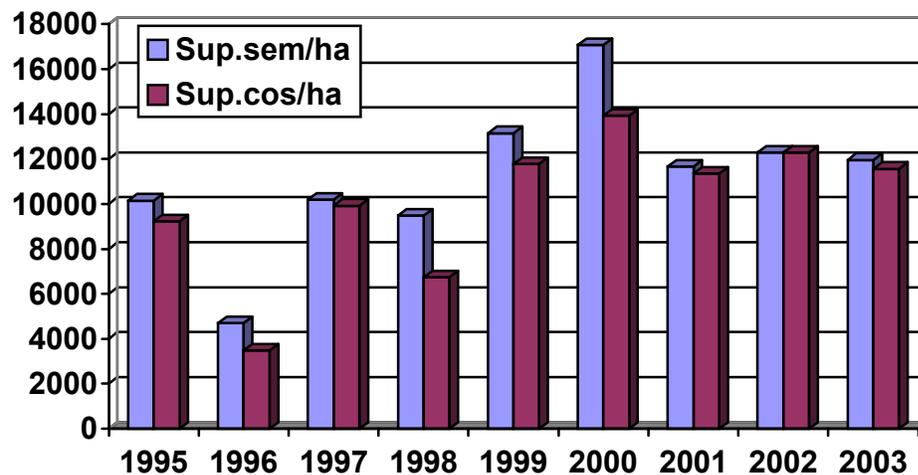
Figura A.1. Resumen Nacional / sorgo forrajero en verde de otoño – invierno bajo riego durante 1995 - 2003



Rend.(ton/ha) 28.847 26.648 34.260 33.074 28.581 26.420 33.890 30.772 28.822

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

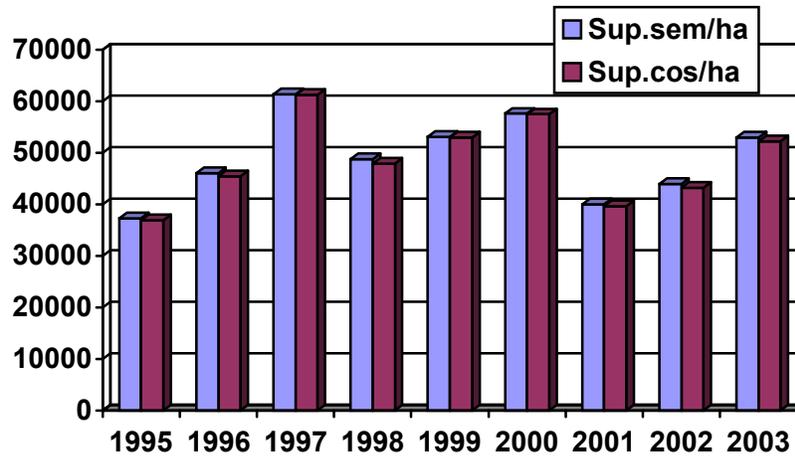
Figura A.2. Resumen Nacional / sorgo forrajero en verde de otoño – invierno bajo temporal durante 1995 - 2003



Rend.(ton/ha) 10.439 15.808 11.262 13.952 15.326 10.274 20.618 20.665 19.730

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

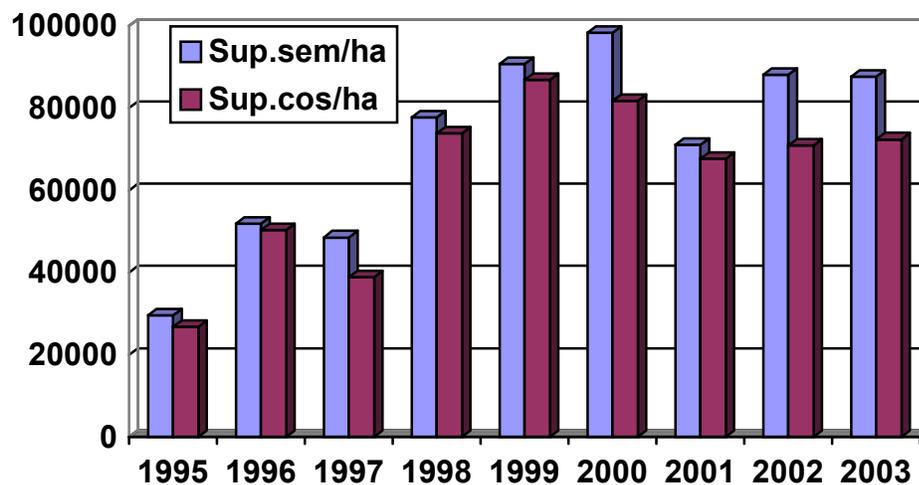
Figura A.3. Resumen nacional de sorgo forrajero en verde, bajo riego para primavera – verano durante 1995 – 2003.



Rend.(ton/ha) 30.684 30.212 36.088 34.242 36.805 30.624 32.806 34.219 38.236

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Figura A.4. Resumen nacional de sorgo forrajero en verde, bajo temporal, para primavera – verano durante 1995 – 2003.



Rend.(ton/ha) 14.142 11.259 15.963 17.440 11.978 16.126 19.647 18.335 19.835

Fuente: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Cuadro A.1. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de otoño-invierno de riego por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)
Baja California sur	116.00	86.00	52.837
Colima	491.00	490.00	25.372
Guerrero	1,124.00	1,124.00	30.548
Jalisco	605.50	605.50	21.998
México	32.00	32.00	36.563
Michoacán	2,201.50	2,201.50	42.156
Morelos	16.00	16.00	38.750
Nayarit	360.00	344.00	33.477
Oaxaca	85.00	85.00	40.000
Sinaloa	2,718.00	2,717.00	17.295
Sonora	130.00	130.00	40.000
Tamaulipas	1,190.38	1,189.38	28.192
Veracruz	17.00	17.00	36.000
Zacatecas	1.00	1.00	30.000
Total	9,087.38	9,038.38	28.822

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

Cuadro A.2. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de otoño-invierno de temporal por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)
Guerrero	10.00	10.00	40.000
Jalisco	1,255.00	1,255.00	23.657
Nayarit	1,593.00	1,387.00	26.705
San Luis Potosí	4.00	4.00	70.000
Sinaloa	7,781.92	7,773.92	17.810
Tamaulipas	1,244.75	1,071.75	19.656
Veracruz	68.00	60.00	19.583
Total	11,956.67	11,561.67	19.730

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

Cuadro A.3. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de primavera-verano de riego por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)
Aguascalientes	389.00	389.00	46.792
Baja California	6,437.00	6,345.00	58.399
Baja California Sur	95.50	94.50	46.667
Chihuahua	4,043.64	4,043.64	33.991
Coahuila	22,192.00	21,648.00	36.940
Colima	265.00	265.00	21.223
Durango	3,128.75	3,122.75	38.651
Guanajuato	261.00	231.00	33.398
Guerrero	1,150.00	1,150.00	29.696
Jalisco	3,099.00	3,099.00	41.290
México	16.00	16.00	32.250
Michoacán	2,830.00	2,830.00	44.943
Morelos	191.60	191.60	32.607
Nayarit	272.00	263.00	26.593
Nuevo León	1,970.00	1,970.00	20.000
Oaxaca	279.00	261.00	34.766
Querétaro	102.00	102.00	44.529
San Luis Potosí	64.00	64.00	29.375
Sinaloa	2,986.00	2,986.00	23.117
Sonora	2,876.00	2,876.00	34.388
Tamaulipas	193.00	193.00	18.298
Zacatecas	100.00	100.00	37.490
Total	52,940.49	52,240.49	38.236

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

Cuadro A.4. Superficie sembrada, cosechada y rendimiento de sorgo forrajero en verde de primavera-verano de temporal por estado, 2003.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)
Aguascalientes	1,315.00	1,315.00	13.556
Chihuahua	12,285.87	97.00	14.691
Coahuila	13,410.25	12,739.75	14.798
Colima	2,651.00	2,651.00	23.961
Durango	9,628.50	9,606.50	23.161
Guanajuato	419.00	399.00	4.897
Guerrero	6,037.00	6,037.00	29.964
Hidalgo	100.00	100.00	25.000
Jalisco	6,600.00	6,600.00	22.081
México	16.00	16.00	28.750
Michoacán	12,474.00	11,324.00	24.500
Morelos	44.00	44.00	10.682
Nayarit	319.50	203.50	20.336
Nuevo León	6,010.00	5,360.00	14.274
Oaxaca	160.00	142.00	30.000
Querétaro	224.00	224.00	8.045
San Luis Potosí	10.00	10.00	15.000
Sinaloa	12,211.00	12,010.00	15.711
Sonora	123.00	0.00	0.000
Tamaulipas	1,476.78	1,476.78	11.453
Veracruz	115.00	115.00	27.241
Zacatecas	1,954.00	1,916.00	19.281
Total	87,583.90	72,386.53	19.835

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).