

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



Evaluación de 14 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con potencial para alimentación humana.

Por:

OCTAVIO NOLASCO REYES

T E S I S

Presentada Como Requisito Parcial para Obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo En Producción.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2001.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**EVALUACIÓN DE 14 GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L.
Moench) CON POTENCIAL PARA ALIMENTACIÓN HUMANA.**

Por:

OCTAVIO NOLASCO REYES

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN**

COMITÉ PARTICULAR:

**Ing. José Luis Herrera Ayala
Asesor Principal**

**Dra. Diana Jasso Cantú
Sinodal**

**M.C. Tomas Manzanares Aguirre
Sinodal**

Coordinador de la División de Agronomía.

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

I Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2001

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso por haber hecho realidad uno de muchos sueños que tengo en mente.

A ti madre Justina Reyes Díaz (+) que con tu sacrificio dedicación y empeño lograste que terminara mis estudios a costa de tu vida, hoy te dedico este trabajo, y solo quiero decirte mamá llevare orgulloso tu sangre y consejos por doquiera.

A mi padre Teodulo Nolasco Martinez tu honradez, sinceridad, capacidad y valor para enfrentar los problemas de la vida han logrado mi formación, solo quiero decirte papa seguiré tu ejemplo y llevare feliz tu sangre y consejo.

A quienes siempre confiaron en mi y me apoyaron incondicionalmente a mis hermanos con cariño y respeto: Esperanza, Benita, Sergio, Jesús y Teo

A mis sobrinos Andoreny, Hugo, Dimas, Mireya, Vale, Lisbet, Lupita y Candy y a mis niñas Rubí, Kary y a mi pequeño travieso Alexito; espero que les sirva de motivación y de ejemplo de superacion, y cuentan conmigo.

A mi siempre novia Marbella Roblero Briones, por ser como es y por vivir momentos felices e inolvidables, gracias por lo que fue y lo que no pudo ser, sinceramente gracias.

A mis amigos que a traves del respeto y una buena comunicación logramos mantener una amistad duradera y por siempre: Modesto, Ignacio, Juan Manuel, Alberto, Chuy, Juan , Damian José del Carmen, Fermín, Adis, Gloria y Paty.

A todos mis compañeros de la generación XC de ingenieros agrónomos en producción va para ellos mi respeto y gratitud.

AGRADECIMIENTOS

A mi máxima casa de estudios la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme dado la oportunidad de terminar una carrera profesional.

A la Ing. Aracely Espinosa García por su amistad motivación y confianza para que yo iniciara una carrera profesional y hoy solamente puedo decirle gracias.

Al Ing. José Luis Herrera Ayala por su amistad, consejos y asesoramiento desde el inicio de mi carrera profesional, y por haberme permitido realizar este digno trabajo de investigación.

Al M.C Tomas Manzanares Aguirre, por los consejos y sugerencias que me brindo en la revisión del presente trabajo.

A la Dra. Diana Jasso Cantu por el apoyo brindado en el laboratorio de fitoquímica que esta a su cargo y por las recomendaciones y sugerencias en el presente trabajo y por esos consejos de superación.

A la Q.T.L. Lupita Monzón Por su ayuda en la realización del análisis de proteína en el laboratorio.

A Don Elias (el pilon) Por su confianza , amistad; y consejos en el ámbito personal y profesional.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han repercutido en mis metas alcanzadas.

INDICE GENERAL.

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
RESUMEN	Vi
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
IMPORTANCIA NUTRICIONAL EN LA ESTRUCTURA DEL GRANO.....	6
EMPLEO DEL SORGO EN EL CONSUMO HUMANO.....	6
Cualidades del Sorgo.....	8
UTILIZACIÓN DEL SORGO.....	9
Utilización de grano sin tratar.....	10
Utilización de granos malteados.....	11
Utilización de granos tratado con solución alcalina.....	12
Utilización industrial.....	13
CALIDAD DE LOS ALIMENTOS PREPARADOS CON SORGO.....	14
Preparados culinarios.....	14
PRODUCTOS A BASE DE SORGO.....	15
Panes y otros productos horneados.....	15
Pasta y tallarines.....	16
Bebidas tradicionales.....	17
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL.....	18
ANALISIS INMEDIATO O PROXIMAL.....	19
VARIANTES EN LA COMPOSICION DEL GRANO.....	20
Carbohidratos.....	21
Proteínas.....	23
Lípidos.....	25
Minerales.....	25
Vitaminas.....	27
Fibra dietética.....	27
INHIBIDORES NUTRICIONALES Y FACTORES TOXICOS.....	29
Fitato.....	29
Polifenoles (tanino).....	30
MATERIALES Y METODOS.....	33
Area de estudio.....	33
Material genético.....	34
Desarrollo del experimento.....	35
Diseño de campo.....	36
Análisis estadísticos.....	37
Variables evaluadas en campo.....	39
Variables evaluadas en laboratorio.....	40

RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
Altura de Planta.....	41
Dias a Floración.....	42
Excersion.....	44
Tamaño de Panoja.....	46
Peso de 1000 granos.....	47
Rendimiento en grano.....	48
Rendimiento Forraje.....	50
Proteínas.....	53
Humedad.....	58
Grasa.....	59
Fibra Cruda.....	61
Total de Nutrientes Digestibles.....	63
Proteina Digestible en Forraje.....	65
Calcio.....	68
Fosforo.....	68
Potasio.....	70
CORRELACIÓN DE 12 VARIABLES	
CONCLUSION.....	70
BIBLIOGRAFIA	66

INDICE DE CUADROS.

No. de Cuadro	Pag
3.1- Genealogía de 14 genotipos de sorgo en evaluación.....	34
4.1- Medición de altura de planta de 14 genotipos de sorgo.....	41
4.2- Análisis de varianza para el carácter Altura de planta.....	42
4.3- Días requeridos a Floración de 14 genotipos de sorgo.....	43
4.4- Análisis de varianza para la variable floración.....	43
4.5- Medición de excersión de 14 genetipos de sorgo.....	45
4.6- Análisis de varianza para la variable excersión.....	45
4.7- Medición del tamaño de panoja de 14 genotipos de sorgo.....	46
4.8- Pesado de 1000 granos de 14 genotipos de sorgo.....	48
4.9- Rendimiento de Grano de 14 genotipos de sorgo.....	49
4.10- Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano.....	49
4.11- Rendimiento de forraje en verde.de 14 genotipos de sorgo.....	51
4.12- Análisis de varianza para la variable Rdto de forraje.....	51
4.13- Variables Agronómicas de los 14 genotipos en evaluación.....	52
4.14- Contenido de proteína Método Kjendahl de 14 genotipos.....	54
4.15- Análisis de varianza para la variable proteína Met. Kjendahl.....	54
4.16- Contenido de Proteína Met. Hipoclorito de sodio.....	55
4.17- Análisis de varianza para la var. proteína met. Hipoclorito de sodio	56
4.18- Contenido de humedad del grano de 14 genotipos de sorgo.....	58
4.19- Contenido de fibra cruda en el grano de 14 genotipos.....	61
4.20- Contenido de grasa del grano de 14 genotipos.....	59
4.21- Contenido de total de nutrientes digestibles de 14 genotipos	64
4.22- Resultado del análisis bromatologico del grano de 14 genotipos.....	65
4.23- Contenido de proteína digestible en forraje de 14 genotipos.....	67
4.24- Análisis de varianza para la variable Proteína digestible.....	67
4.24- Contenido de Calcio en forraje de 14 genotipos de sorgo.....	69
4.25- Contenido de fósforo en forraje de 14 genotipos de sorgo.....	69
4.26- Análisis de varianza para la variable fósforo.....	70
4.28- Contenido de Potasio en forraje de 14 genotipos de sorgo.....	70
4.29- Resultados obtenidos del análisis bromatologico en forraje.....	72
4.30- Correlación de 12 variables de los 14 genotipos evaluados.....	73

INDICE DE FIGURAS.

No. de Figuras.	Pa g
Fig. 4.1 Relación de Proteína (%) y Rendimiento (Ton/ha) en grano de 14 genotipos de Sorgo evaluados en Derramadero Coahuila.....	57
Fig. 4.2 Relación de contenido de grasa (%) y Rendimiento en grano de los 14 genotipos evaluados en P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.....	60
Fig. 4.3 Relación de contenido de Fibra Cruda (%) y Rendimiento de los 14 genotipos evaluados en P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.	62

RESUMEN.

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo constituido por 14 líneas de sorgo blanco (*sorghum bicolor* L. Moench) generados en el programa de Sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con los objetivos de seleccionar genotipos con potencial agronómico y nutritivo para su utilización en la alimentación humana. El diseño de campo utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones en la localidad de Derramadero Coahuila México.

Las características agronómicas evaluadas fueron Altura de planta, Días a floración, Excursión, Tamaño de panoja, Peso de 1000 granos, Rendimiento de grano y rendimiento de forraje verde; del análisis bromatológico en grano se determino el contenido de Humedad, Proteína, Grasa, Fibra cruda y Total de Nutrientes Digestible (TND) del forraje se determino Proteína digestible así como Minerales: Calcio Fósforo y Potasio.

En los resultados de análisis de varianza se observaron diferencias significativas en la mayoría de los materiales, lo que deduce la existencia de variabilidad genética entre los materiales, el coeficiente de variación para la mayoría de las variables evaluados osciló entre de 4 a 20 por ciento lo que nos dá una confianza en el manejo del de credibilidad en el experimento. Del presente trabajo conforme a los resultados obtenidos se seleccionaron los siguientes genotipos como mas sobresalientes en los tres aspectos agronómico, nutritivo y forrajero y son los siguientes Cel95N997, Cel95N-754, Cel95N-755 y Cel95N-756. respectivamente.

INTRODUCCION.

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es un cereal que puede tolerar climas secos o húmedos, lo cual permite su producción en tierras marginales, por ello año tras año crece el valor del sorgo como fuente de alimentos para el hombre y los animales y como materia prima para uso industrial. Por lo tanto, suscita un interés cada vez mayor, en un mundo que debe enfrentar el aumento constante de la población y la existencia limitada de recursos para la producción de alimentos. El hecho de haber obtenido variedades más rendidoras y resistentes a insectos y enfermedades y el perfeccionamiento de las técnicas de cultivo logrado en los últimos años, han determinado un enorme aumento de la producción.

Este cultivo posee características que han ayudado a su aceptación y dispersión por todo el mundo, características tan importantes como lo son: a) resistencia a sequía b) Resistencia a calor c) Amplio rango de adaptación a diferentes ambientes d) Variabilidad genética alta. También el grano posee cualidades como son: Fácil trilla, resistencia a insectos, buena cocción, excelente sabor y un contenido nutricional importante, a su utilización en el consumo humano.

La demanda de alimentos con un contenido nutricional capaz de mejorar la vida de la población de bajos recursos y con deficiencias nutricionales es urgente, y cada día mayor, como consecuencia del rápido crecimiento

demográfico, por tal motivo es verdaderamente importante, enfocar los programas de mejoramientos de cultivos generosos que produzcan aun en condiciones adversas como en este caso es el sorgo. En México la creciente demanda del sorgo hace imperiosa la necesidad de realizar estudios, tendientes a superar lo que hasta ahora ha sido factible lograr y que en gran parte es debido a que este cultivo presenta una capacidad tanto morfológica como fisiológica de adaptación superior a otras especies, a las cuales ha venido desplazando.

No obstante lo anterior, el desarrollo de híbridos y variedades de sorgo para grano en las áreas, temporaleras con escasa precipitación y otras limitantes propias de estas zonas, no se ha logrado aún en la escala y el éxito deseados. El desarrollo de materiales que mantengan un alto nivel de rendimiento y contenido nutricional, sobre un amplio número de ambientes constituye una de las metas más importantes en la mayoría de los programas de mejoramiento, y es en estos casos, donde las interacciones genotipo-ambiente adquieren su verdadera importancia, puesto que la interacción dificulta la identificación de la superioridad significativa de alguna variedad o material.

Para que el sorgo pueda ser competitivo, es necesario mejorar su productividad, asegurando la calidad. Es de urgente necesidad mejorar las técnicas de producción y divulgar estos conocimientos entre los agricultores.

Es la única forma de que estos cereales, puedan competir con el maíz en la situación local.

La identificación de unas cuantas zonas bien definidas para utilizar el sorgo como cultivo alternativo abriría nuevas posibilidades de aumentar su utilización y actuaría por lo tanto de factor catalizador en la mejora de la producción y la productividad. El sorgo para grano en México se explota principalmente materia prima en la industria de alimentos balanceados para animales, sin embargo para el consumo humano de manera directa, su utilización es incipiente.

El sorgo para grano variedad de la que hablaremos en este trabajo, se ha constituido como uno de los principales granos en nuestro país, tan solo en el programa agrícola nacional de 1996, estaba ubicado en tercer lugar por superficie destinada y segundo por producción, esto dentro de los diez principales granos y oleaginosas del país. Los rendimientos que se obtienen son muy variables, con un promedio nacional aproximadamente de 2.5 toneladas 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.

Tan solo en 1998 se sembraron en México 1'953,000 has. con una producción de 6'455,000 ton. Estos estados se encuentran distribuidos en el país, formando las tres zonas sorgueras mas importantes. La primera corresponde a Tamaulipas (Zona Noreste), que en 1998 contribuyó con el 36.34% de la producción nacional.

La otra zona que abarca los Estados de Guanajuato, Michoacán y Jalisco (El Bajío), contribuyó con el 42% de la producción nacional; y por último, la zona que abarca el Estado de Sinaloa (Zona Noroeste) contribuyó aproximadamente con el 6% de la producción nacional (SAGAR 1998).

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

Objetivo general

- Seleccionar genotipos con potencial genético para el aprovechamiento de este cultivo en alimentación humana.

- Objetivos Especificos

- Selección de genotipos sobresalientes en base a su valor agronómico.
- Selección de genotipos sobresalientes en base a su valor nutritivo.
- Identificar y seleccionar genotipos sobresalientes en base a su potencial forrajero y valor nutritivo.

Hipotesis

En los genotipos a evaluar existe al menos un material con potencial genético y agronómico para aprovecharse en la alimentación humana.

REVISION DE LITERATURA.

IMPORTANCIA NUTRICIONAL EN LA ESTRUCTURA DEL GRANO.

ENDOSPERMO.

Chandrashekhar y Kirleis (1988). mencionan que el mayor componente del grano es el endospermo, que es un importante tejido de almacenaje. Se compone de una aleurona y de zonas periféricas de textura córnea y harinosa. En todos los sorgos la aleurona es la única capa que está inmediatamente debajo del revestimiento de la semilla o testa. Las células de la aleurona son ricas en minerales vitamina B, aceite, y también contienen algunas enzimas hidrolizantes. El endospermo periférico se caracteriza por sus células rectangulares largas que son muy compactas y que contienen gránulos amiláceos y sustancias proteínicas dentro de la matriz proteínica. El almidón contenido en estas células no está fácilmente disponible para la digestión enzimática, a menos que la proteína que lleva asociada también se reduzca.

Rooney *et al*, (1986). comprobaron que en el endospermo del sorgo se hallan presentes sustancias proteínicas que son de forma esférica y cuyas dimensiones varían según las especies e incluso dentro del endospermo de un mismo grano, como también que el número de sustancias proteínicas baja a medida que aumenta su contenido amiláceo desde la zona periférica al núcleo central donde se halla localizado el endospermo harinoso. En el sorgo la textura del grano muestra una amplia variación, que va de un endospermo muy blando todo harinoso a un endospermo vítreo o muy duro; la textura del grano es una

de los parámetros más importantes que determina la calidad de elaboración alimentaria del sorgo. También se menciona que para la preparación de pan, fermentado o sin fermentar se prefiere mucho la harina de endospermo blando.

GERMEN

Rooney, (1978), señala que las dos partes principales del germen son el eje embrionario y el escutelo es un tejido de almacenamiento, rico en lípidos, proteínas, enzimas y minerales. El aceite presente en el germen de sorgo es rico en ácidos grasos polinsaturados y análogo al aceite de maíz. Picket, (1968) citado por Azuara (1999) menciona que las proteínas del germen tienen mayor valor nutritivo que las del endospermo. En las proteínas del germen los aminoácidos esenciales lisina, treonina, metionina y cistina alcanzan niveles de 4.1, 3.4, 1.5, 1.0 % respectivamente; mientras que en las proteínas del endospermo los aminoácidos mencionados anteriormente constituyen sólo el 1.1, 2.8, 1.0 y 0.8 % respectivamente.

EMPLEO DE SORGO EN EL CONSUMO HUMANO.

El consumo mundial de sorgo para la alimentación humana se ha mantenido estancado durante los 35 últimos años en contraste con el consumo alimentario total de todos los cereales, que ha subido considerablemente a lo largo del mismo periodo. Este estancamiento se ha verificado pese a que bajos el aspecto nutricional el sorgo es competitivo en comparación con otros cereales, sobre todo al ser considerado en muchos países como un grano de categoría interior y utilizarse de la misma manera que el maíz, ya que la

composición es semejante, e incluso mas rica en proteína, la harina que se puede extraer es de sabor agradable de fácil digestión y muy semejante a la del trigo. En algunos países del mundo, el sorgo cocido toma un aspecto agradable, constituyendo así un alimento semejante al arroz. El consumo de sorgo per-capita es elevado en países o en algunas regiones de esos países donde el clima no permite la producción económica de otros cereales y donde los ingresos per capita son relativamente bajos. FAO, Roma (1995)

El descenso en el consumo de sorgo per-capita que se ha registrado en muchos países se ha debido a cambios en los hábitos de los consumidores, producidos por varios factores. El rápido ritmo de urbanización, el largo tiempo necesario y la energía que se requiere para preparar alimentos a base de sorgo, la suficiente estructura doméstica, lo deficiente de los servicios comerciales y las técnicas de elaboración, la inestabilidad de los suministros y la falta de productos del sorgo fácilmente disponible, en particular la harina, frente a otros alimentos han acelerado los cambios en los hábitos de consumo de las zonas urbanas. En cambio el consumo per-capita de sorgo para alimentación humana en zonas productoras rurales se ha mantenido muy por encima del registrado en los centros urbanos. Además, las políticas nacionales en varios países han tenido una influencia negativa en la utilización del sorgo como alimento. FAO, Roma (1995).

OhioKpehai y Kebile (1998) reportaron en el sur de África a fin de popularizar el uso de sorgo en botswana, se hicieron intentos para parecer atractivos los productos alimentarios desde la harina de sorgo, pasta de sorgo,

polvo instantáneo de cerveza, fermentación de sorgo y el polvo no alcohólico (malta) para bebidas. Los procesos de producción se mejoraron para permitir que los productos de bebida y alimento estuvieran dispuestos en empresas en pequeña escala para la generación de ingresos, el estudio mostró que hay potencialidad en el uso del sorgo para la producción, con fines de bebidas y alimentos.

Cualidades del sorgo.

Srivastara (1998) reportaron que en diferentes genotipos de sorgo el contenido de proteínas se extendió desde 10.6 a 12.5 % y su contenido de energía desde 380 a 425 Kcal/gr, como también se mantuvo estable la calidad sensitiva el aroma, gusto y aceptabilidad total, con esto concluye que el sorgo en harina puede usarse en la preparación de alimentos suplementarios para niños.

La masa preparada en agua fría tiene poca adhesividad y resulta difícil de enrollarla en forma delgada. Así pues, la modificación térmica del almidón cuando se prepara la masa con agua caliente se obtiene una harina fina de sorgo que se presta mejor para la panificación. Olatunji *et al* (1989) observaron que para las galletas podía emplearse una proporción del 55 por ciento de sorgo y el 45 por ciento de trigo sin que ello perjudicara su calidad. Desikachar y Chandrashekar (1986). Caster *et al.*, (1977) señala que existe la posibilidad de producir pan, basándose en harina de sorgo integral, puede mejorarse la

calidad del pan utilizando harina de sorgo sin la fracción del salvado ésta obtenida después de varias cribas. Kebede y Urga (1995) Experimento en 20 variedades de sorgo crudo (sorghum bicolor) el uso de métodos tradicionales (hervir, asar, fermentar y cocer) puede ayudar a reducir el contenido de ácido fítico de sorgo y así mejorar su utilización.

UTILIZACIÓN DEL SORGO.

Hay tres elementos importantes en el grano de cereal; el germen que es la parte viva que se desarrolla hasta formar una nueva planta, el endospermo, que contiene el almidón que da la energía necesaria para iniciar el crecimiento, y el pericarpio, que encierra el germen y el endospermo. La elaboración supone la separación parcial de estos elementos o su modificación, o ambas cosas. Todavía se suelen emplear varios métodos tradicionales de elaboración, especialmente en aquellas partes de los trópicos semiáridos donde se cultiva el sorgo fundamentalmente para su consumo por el hombre. En cierto grado, los métodos que se emplean se han desarrollado para conseguir que los alimentos tradicionales se adecuen a los gustos locales y son los idóneos en el ámbito familiar. Las técnicas tradicionales que se usan comúnmente comprenden el descortezamiento, el malteado, la fermentación, el tostado, el exfoliado y la molienda (Eastman,1980).

UTILIZACIÓN DE GRANOS SIN TRATAR.

El primer objetivo de la utilización suele ser eliminar parte de la cascara o salvado: las capas exteriores fibrosas del grano suelen utilizarse machacando el grano y luego aventado. El grano puede machacarse seco, humedecido (agregándole un 10 por ciento de humedad) o húmedo (habiéndole puesto en remojo durante la noche). Cuando se machacan granos duros, el endospermo sigue relativamente intacto y puede separarse de la harina gruesa aventándola a un recipiente. Cuando los granos son blandos, el endospermo se rompe en pequeñas partículas y el pericarpio puede separarse fácilmente. FAO, Roma (1995)

Cuando se maja ó tritura el grano debidamente preparado, la parte del salvado contiene casi todo el pericarpio, justo con algo de germen y endospermo. Esta fracción suele darse a los animales domésticos. La otra parte que contiene casi todo el endospermo y bastante del germen, justo con algo de pericarpio, se destina, al consumo humano. El retener el germen en la harina mejorará los aspectos de su calidad nutricional pero al mismo tiempo abreviará el tiempo en el que la harina se volverá rancia. Cuando se machaca el sorgo seco es más difícil separar el germen del endospermo que cuando se ha mojado el grano previamente. FAO, Roma (1995).

UTILIZACIÓN DE GRANOS MALTEADOS.

El malteado supone la germinación del grano y el dejarlo que brote. Lo normal es humedecer el grano poniéndolo en remojo de 16 a 24 hrs. De esa forma el grano absorbe suficiente humedad para germinar y para que aparezca los brotes. Sin embargo las raicillas del sorgo germinado y los brotes contienen cantidades muy abundantes de durrinas, uno glucosidos que por hidrólisis produce una potente toxina, que se conoce con varios nombres, como ácido prusico, ácido cianhidrico (HCN) y cianuro (Paniasiuk y Bilis, 1984).

Bureng *et al.*, (1987) mencionan que las personas y los animales nunca deben consumir las raicillas y brotes frescos del sorgo germinado ni sus extractos, salvo en cantidades muy pequeñas cuando, por ejemplo, se empleo el grano germinado solo como fuente de enzimas. El sorgo malteado se ha utilizado tradicionalmente en varios países de Africa, pero siempre después de quitar cuidadosamente las partes tóxicas. Dada y Dendy (1988) Han demostrado que quitando brotes y raicillas y con elaboración posterior se reducía el contenido de HCN en mas del 90 por ciento.

En el proceso de germinación, el grano produce alfa-amilasa, enzima que transforma el almidón insoluble en azucares solubles. Lo cual tiene el efecto de aclarar la pasta hecha calentando una mezcla en agua. A su vez, esto permite una mayor densidad calórica en una pasta de una determinada viscosidad: puede utilizarse hasta el triple de harina germinada como si fuera grano sin

germinar. Empleando las enzimas que se encuentran en el grano germinado, puede hacerse los alimentos más idóneos para algunas categorías de niños de corta edad. De ahí que se emplee comúnmente la harina a base de grano malteado en la producción de alimentos infantiles, pero siempre hay que tener mucho cuidado en que los alimentos se hagan de sorgo, que el nivel de cianuro sea lo suficientemente bajo pues los niños son especialmente vulnerables al mismo. FAO, Roma (1995).

UTILIZACIÓN DE GRANO TRATADO CON SOLUCIÓN ALCALINA.

Rizley y Suter, (1977). mencionan que para confeccionar un tipo especial de tortilla popular en México, se cuecen los granos de sorgo en agua por poco tiempo y se maceran a lo largo de toda la noche, se lavan luego para eliminar la solución alcalina sobrante y luego se muelen para formar una pasta . Mundi y Thomke (1988) señalaron el empleo de ceniza de madera en la república de Tanzania, lo cual el nivel de tanino se reduce remojando primero el sorgo durante la noche en una mezcla de ceniza de madera en agua. Una vez enjuagado, se deja cuatro días hasta que germine. Los granos germinados se secan al sol y se muelen para que suelten la ceniza de madera adherida y para eliminar los brotes, dado su elevado grado de cianuro. Luego se muele el grano, que se emplean para preparar una bebida no alcohólica denominada obushara.

ELABORACION INDUSTRIAL.

En los procesos industriales una vez limpiado el grano, la primera operación de elaboración suelen ser la separación de desechos (la parte que no se acostumbra a utilizar para consumo humano) de la parte comestible. Los desechos se componen del pericarpio y a veces del germen. La eliminación de estos desechos suele denominarse descortezado o descascarillado. Después de la eliminación de los desechos la parte comestible se suele molturar para reducir el tamaño de las partículas de la fracción comestible. FAO, Roma (1995).

La mayoría de las operaciones industriales que pueden realizarse con el grano sin tratar también pueden realizarse con el grano que ha sido preparado de algún modo: por ejemplo, el grano que ha germinado y que luego es convenientemente secado.

Los diversos métodos seguidos para eliminar los desechos del sorgo a escala comercial pueden dividirse en tres grupos: Utilización de descortizadores abrasivos que abracen el pericarpio, es decir, eliminan progresivamente los desechos desde el exterior; el empleo de máquinas que frotan, en lugar de abrir el pericarpio, separándolo del endospermo; y el empleo de molinos de rodillos que cortan el endospermo desde el interior del pericarpio, FAO Roma (1995)

CALIDAD DEL LOS ALIMENTOS PREPARADOS CON SORGO.

PRAPARADOS CULINARIOS.

Es lógico que cuando se elabora un grano, se eliminan algunos nutrientes y también que la eliminación de cualquier parte, del grano que no guarde las exactas proporciones, influirá en la calidad nutricional de lo que quede. En consecuencia, el efecto nutricional de la elaboración depende probablemente tanto de la cantidad del material que se elimina como de método empleado para ello. Es difícil pues, comparar distintos resultados obtenidos con distintas técnicas de preparación FAO, Roma (1995).

Pushpamma (1990) reportó que el descortezamiento reducía la proteína y lisina totales en 9 y 21 por ciento respectivamente pero que mejoraba también la utilización de la proteína restante; la pérdida de minerales fue también mínima, el descortezamiento mejoró la disponibilidad biológica de los nutrientes y la aceptabilidad por el consumidor.

Kazanas y Fields (1981) y Au y Fields (1981) observaron como resultado de la fermentación del sorgo un aumento considerable en varios aminoácidos (especialmente la metionina) y vitaminas; también observaron que aumentaba su valor nutritivo. Axtell *et al.*, (1981) encontraron que los productos

fermentados de sorgo eran más digeribles que los no fermentados. La fermentación o acidificación inhibía el efecto que tienen los polifenoles como enlace de la proteína. Orizoba y Atii (1991) señalaron que la fermentación reducía también el nivel de cianuro en el sorgo fermentado.

PRODUCTOS A BASE DEL SORGO.

Panes y otros productos horneados

Los panes planos se elaboran cocinando las masas hechas con harina y agua en una olla ó parrilla caliente. Puede utilizarse prácticamente cualquier harina que puede ser de sorgo, mijo cualquier otro cereal y la masa puede estar ó no, fermentada. A estos panes planos les dan muchos nombres locales como roti y chapatti en la India, tuwo en algunas partes de Nigeria, tortilla en América Central y México, etc. El roti y la tortilla son panes sin fermentar, el roti y el chapatti confeccionados con sorgo o mijos constituyen un alimento común en la India, Bangladesh, Pakistán y los países árabes. Murty y Subramanian (1982) han señalado que más del 70 por ciento del sorgo cultivado en la India se emplea para confeccionar roti.

Dewalt y Thompson, (1983) observaron que la tortilla que se prepara en México y América Central, es análoga a roti salvo que el grano de sorgo se cuece en agua de sal y se muele en húmedo. Aunque el grano preferido para la tortilla es el maíz, también se emplea mucho el sorgo. que tiene gran aceptación en Honduras. Choto *et al.*, (1985) comprobaron que se hacen

tortillas mezclando sorgo y maíz. Para las tortillas se prefiere el sorgo blanco. Puede descascararse el sorgo para reducir el color extraño que se produce en la tortilla, las tortillas preparadas con mezclas de maíz amarillo y sorgo perla (15 por ciento) mostraban un color más ligero que las tortillas hechas con maíz amarillo al 100 por ciento y resultaban aceptables. Almeida-Domínguez *et al.*, (1991) Observaron que las Variedades de Sorgo Dorado, Surero y Tortillero de América Central y dos híbridos procedentes de la Estación Agrícola Experimental de Texas proporcionan las tortillas de mejor color y textura. Los granos de sorgo con un pericarpio grueso blanco y un endospermo amarillo de plantas con glumas color de paja y color canela ofrecen grandes posibilidades para la confección de tortillas.

Pasta y tallarines

Los productos de pasta (tallarines) tales como espaguetis y macarrones suelen hacerse con sémola o harina de trigo duro o de trigo blando o ambos. El trigo tiene la propiedad singular de formar una masa extensible, elástica y cohesiva cuando se mezcla con agua. A las harinas de sorgo y mijo les faltan esas propiedades cuando se emplean solas. El sorgo es inferior al trigo para hacer pasta debido a que no contiene gluten y también a que su temperatura de gelatinización es superior a la del trigo FAO, Roma (1995). Miche *et al.*,(1977) elaboraron pasta de mezclas de sorgo con trigo. Llegaron a la conclusión de que para obtener productos con buena calidad de cocción, era necesario agregar algún almidón gelatinizado a la harina de sorgo antes de la extrusión. En la calidad de la pasta influye tanto la calidad de la harina de sorgo como la

del almidón. Es preferible el sorgo blanco para los productos de pasta y conviene tener un sorgo que dé un color análogo al de la harina de trigo. Una harina compuesta consistente en un 70 por ciento de trigo y un 30 por ciento de sorgo producía una pasta aceptable.

Bebidas tradicionales

Chevassus-Agnes *et al.*, (1976) mencionan que, aunque las bebidas no constituyen grandes alimentos, sirven de fuente de energía en varios países. Es común preparar gachas delgadas fermentadas, que se emplean como bebidas en países africanos. Se consideran alimentos y aportan importantes nutrientes. La cerveza tradicional llamada ambga y un vino denominado affouk, que se preparan con sorgo en el Camerún, se consideran nutricionalmente superiores a la harina de sorgo. Obilana, (1985) observó en sorgo que se puede también hacer cerveza dorada. En Nigeria, se ha ensayado el sorgo como sustituto de la malta de cebada para producir cerveza. Se ha logrado producir cerveza mezclando a partes iguales sorgo y cebada. Okafor y Aniche, (1987) mencionan que se ha hecho cerveza dorada de la malta de sorgo empleando el método de decocción trifásico y un 30 por ciento de sucrosa como elemento adjunto. En Rwanda se produce un nuevo tipo de cerveza empleando sorgo y cebada del país. Iyakaremye y Twagirumukiza, (1978) comprobaron que puede mezclarse sorgo hasta en un 40 por ciento con malta de cebada y se logra así una cerveza aceptable.

El sorgo puede dar una mayor estabilidad oxidativa debido a su composición de ácidos grasos. Puede también producirse alcohol con las modificaciones convenientes y el sorgo puede tener grandes posibilidades industriales. En China se produce alcohol a base de sorgo, donde la industria de bebidas alcohólicas es un gran consumidor de grano de sorgo.

Chitsika y Mudimbu, (1992) observaron que en varios países de Africa es una bebida muy conocida la cerveza opaca tradicional. Para esta cerveza sirven de materias primas valiosas el sorgo y los mijos. La cerveza se denomina chibuku en Zimbawe, impeke en Burundi, dolo en Malí y Burkina Faso y pito en Nigeria. Las características principales de este producto son: su breve conservación, pues dura sólo una semana; su bajo contenido de alcohol, su sabor ácido; los sólidos que lleva en suspensión; su sabor y color característicos

MEJORAMIENTO DEL LA CALIDAD NUTRICIONAL.

Con los conocimientos actuales y recién obtenidos en estas materias, seria posible mezclar o enriquecer productos alimenticios con otras sustancias, estas mezclas enriquecida que por consiguiente ha mejorado su calidad nutricional y la aceptación, que es necesaria por parte del consumidor FAO (1995).

Okeiyi y Futrell, (1983) han ensayado varias combinaciones de sorgo con leguminosas y evaluado su calidad proteínica. Estas combinaciones comprendían harinas de sorgo, trigo y soja, la cual satisfacía las necesidades de aminoácidos que se sugieren en el modelo de la FAO. Mas del 25 por ciento de la energía de la dieta era aportada por grasa y un 10 por ciento de la energía lo era por proteína según lo recomendado por el grupo asesor de proteínas de las Naciones Unidas para la formulación de alimentos de alto contenido proteínico para niños. La FAO menciona que en Burundi se ha empleado el sorgo como alimento para niños y adultos tras su enriquecimiento con harinas de maíz y soja.

ANALISIS INMEDIATO O PROXIMAL.

Este análisis de los materiales vegetales consiste en determinar las principales clases de componentes químicos: Humedad, proteína cruda, grasa cruda, fibra, ceniza y extracto no nitrogenado. En muchas sustancias alimenticias, incluso el sorgo, la proteína se calcula por aproximación, multiplicando el análisis de nitrógeno de Kjeldahl por el factor 6.25. La grasa cruda se mide como éter etílico o material extractable por éter de petróleo. La fibra cruda se refiere a la materia orgánica combustible no soluble en soluciones diluidas de ácido sulfúrico en caliente o hidróxido de sodio. La ceniza se determina por incineración de muestras. La fracción no proteínica (extracto no nitrogenado) es la diferencia entre la suma de los constituyentes antes nombrados y el peso de la muestra seca original. La Association of Official

Agricultural Chemists (1965) y la American Association of Cereal Chemists (1962) dieron a conocer métodos rápidos, reproducibles y uniformes. El análisis proximal proporciona una buena información inicial del valor nutritivo relativo y la utilidad de un producto agrícola, y brinda una base de comparación entre diferentes especies, partes de plantas y condiciones de cultivo. (Ross 1975)

VARIANTES EN LA COMPOSICIÓN DEL GRANO.

El salvado de sorgo es bajo en proteínas y ceniza y rico en componentes fibrosos. El germen del sorgo es rico en ceniza, proteína y aceite pero muy pobre en almidón. Mas del 68 por ciento de la materia mineral total y del 75 por ciento del aceite del grano entero se halla localizado en la parte del germen. Su aportación a la proteína del grano es solo del 15 por ciento. El germen del sorgo también es rico en vitaminas B. El endospermo que es la parte mayor del grano, es relativamente pobre en minerales, ceniza y contenido oleaginoso; en cambio, es un gran aportador de otros componentes pues contribuye al 80 por ciento de la proteína, al 94 por ciento del almidón y al 50-75 por ciento de las vitaminas B del grano entero.(FAO 1995).

Frey, (1977) menciona que los factores genéticos desempeñan una gran función a la hora de determinar la composición del grano, los factores ambientales modifican también esta composición en granos de varios cereales, sobre todo de sorgo, se ha observado una correlación inversa entre el rendimiento en grano y el contenido de proteína. Subramanian y Jambunathan,

(1982) mencionan que el contenido proteínico del grano también guarda una notable correlación inversa con el peso del grano y su contenido amiláceo. En cambio, el contenido en ceniza y proteína del grano de sorgo están positivamente correlacionados entre sí. Deosthale *et al* 1972 mencionan que la composición del grano es afectado por factores ambientales, en particular por las practicas agronómicas. Warsi y Wrigt (1973) señalaron que la aplicación de fertilizantes nitrogenados aumentaba el rendimiento del grano y su proteína.

Además se menciona que otros elementos como la densidad de población de plantas, la temporada, la escasez de agua contribuyen también a la variación en la composición del grano. FAO, Roma (1995). Deosthale *et al.*, (1972) por otra parte señalaron que aumentando los niveles de fertilizantes fosfatados, el contenido mineral del sorgo aumenta. Deosthale y Belavady (1978),mencionan que el lugar del cultivo influye más que la variedad en la composición del grano de sorgo en minerales.

CARBOHIDRATOS.

El almidón es la principal forma de almacenaje de carbohidratos en el sorgo y mijo. El almidón del sorgo consiste en amilopectina, un polímero de cadena ramificada de la glucosa, de amilosa, un polímero de cadena lineal. La digestibilidad del almidón en el grano determina el contenido energético disponible, lo que depende de su hidrólisis por las enzimas pancreáticas. En la Utilización del grano con métodos como el hervido, la cocción a presión, la

exfoliación en hojuelas su inflamiento o la micronización del almidón, aumenta la digestibilidad del almidón del sorgo. Lo cual se atribuía a una liberación de granos amiláceos sin la matriz proteínica pero que los hace más susceptibles a la digestión enzimática (McNeill *et al.*, 1975; Harbers, 1975).

Freeman *et al.*, (1968) mencionan que los almidones de grano registran por lo general una escasísima absorción de agua a temperatura ambiente y también es pequeño su potencial de hinchamiento. La absorción de agua aumenta a temperaturas superiores y los gránulos de almidón se desploman dando lugar a la solubilización de la amilosa y de la amilopectina para formar una solución coloide. Es la fase de gelatinización, factores genéticos y ambientales los que influyen en la temperatura de gelatinización del almidón del grano.

El tratamiento térmico del almidón en una cantidad reducida de agua produce el hinchamiento de los gránulos con escasísima pérdida de material soluble, produciéndose una desglatinización parcial del almidón. Al cocer, el almidón gelatinizado suele pasar de un estado soluble, disperso y amorfo a un estado cristalino insoluble. Este fenómeno se conoce como retrogresión o retroceso, que se intensifica a temperatura baja y con una elevada concentración de almidón. La amilosa, que es el componente lineal del almidón, tiene una mayor tendencia a la retrogresión FAO Roma 1995. Ring *et al.*, (1982) mencionan que factores tanto genéticos como ambientales influyen en el contenido de amilasa del sorgo

PROTEINAS.

Hulse *et al.*, (1980). Jambunathan *et al.*, (1984) observaron una gran variabilidad en la composición de la proteína del sorgo en cuanto a aminoácidos esenciales. Ahuja *et al.*, (1970) en su estudio sobre la composición aminoácidos de las fracciones de proteína demostraron que las fracciones de albúmina y glubulina contienen cantidades elevadas de lisina y triptófano y en general estaban equilibradas en su composición de aminoácidos esenciales. Mertz *et al.*, (1984) en estudios *in vitro* realizados en sorgo extraído encontraron que con el proceso de extrucción del grano había mejora en la digestibilidad de la proteína y, por lo tanto su valor nutritivo aumentaba. Por otra parte Graham *et al.*, (1986) señalaron que también se mejora la digestibilidad de la proteína de sorgo después de convertir el grano en nasha, una pasta delgada y fermentada que se utiliza como alimento para niños en Sudan. Manclean *et al.*, (1983) mencionan que en estudios llevados a cabo en niños de corta edad alimentados con producto de sorgo descortezado y extruído, registraban una mejora en la digestibilidad de la proteína que pasaba del 46 por ciento al 81 por ciento y la cantidad de Nitrogeno. retenida en una dieta a base de sorgo de grano entero se reforzaba del 14 al 21 por ciento. Bachknudsen *et al.*, (1988); Whitaiker y Taner, (1989) mencionan que en algunas variedades de sorgo, los polifenoles condensados con los taninos presentes en los granos constituyen otro factor que influye desfavorablemente en la digestibilidad de las proteína y aminoácidos disponibles.

Estudios realizados en seres humanos por Kurien *et al.*, (1960) en muchachos de 10-11 años de edad, mostraron que una sustitución progresiva del arroz por sorgo, en una dieta predominantemente vegetariana, producía una disminución progresiva de la digestibilidad de la proteína, que pasaba del 75 por ciento al 55 por ciento y una retención manifiesta de nitrógeno que del 4.5 por ciento bajaba al 2.1 por ciento. También se realizaron observaciones análogas en muchachas de 10-11 años de edad alimentadas con proteínas de sorgo y se mantuvieron resultados similares.

Los estudios realizados por Nicol y Phillips (1978) han mostrado una mejor retención del N cuando a hombres nigerianos de tipo normal se les alimentaba con sorgo machacado en casa con un contenido de fibra dietética reducido. Estas observaciones pusieron de relieve la importancia de la elaboración del grano para mejorar el valor nutritivo del sorgo. Según Hamaker *et al.*, (1996), la menor digestibilidad de la proteína en el sorgo cocido se debía a la reducción de la solubilidad de la prolamina y a su digestibilidad por la pepsina.

Álvarez y Castellanos (1997) establecen que la relación de eficiencia de proteína indica mejoramiento nutritivo con la germinación, por lo tanto dice que el brote es un proceso práctico y simple para mejorar el valor nutritivo de sorgo para el consumo humano.

LIPIDOS.

El contenido de grasa cruda de sorgo es del 3 por ciento, lo cual es superior al del trigo y arroz pero inferior al del maíz. Las capas de germen y aleurona son los principales determinantes de la fracción de lípidos, el germen en si aporta un 80 por ciento de la grasa total (Rooney y Serna-Saldivar, 1991). Rooney, (1978), menciona que los ácidos oléico y linoléico guardaban una correlación negativa entre sí. La composición de ácidos grasos de las grasa de sorgo 49 por ciento de ácido linoleico, 31 por ciento de oleico, 14 por ciento de palmitico, 2.7 por ciento de linolénico y 2.1 por ciento de ácido estearico. Jambunathan, (1980) señala que la grasa del grano se halla mayormente localizada en el germen, en los mutantes del sorgo con la gran fracción del embrión, el contenido de grasa es superior (5,8 a 6,6 por ciento) al normal.

MINERALES.

La composición mineral de los granos de sorgo y de los mijos es muy variable . Más que los factores genéticos, son más bien las condiciones ambientales que predominan en la región de cultivo las que determinan su contenido de minerales (Sankara Rao *et al.*, 1980)

Hubbard *et al.*, (1950) llegaron a la conclusión de que en el grano de sorgo, la materia mineral esta distribuida desigualmente y se halla más concentrada en germen y en el revestimiento de la semilla. Pedersen y Eggum (1983) demostraron que en las harinas de sorgo se verifica una reducción en los contenidos de minerales como fósforo, hierro, zinc y cobre en relación a los

índices cada vez más bajos de extracción. Mbofung y Ndjouenkeu (1990) observaron que el porcentaje del hierro soluble e ionizable era superior en los productos preparados por sorgo descascarillado mecánicamente que en las preparadas con grano molido en forma tradicional basándose en mortero y mano, ésta mayor disponibilidad se atribuía a la eliminación de la cascara rica en fitato en la molienda mecánica y también en parte a una mayor destrucción del fitato durante el remojo de los granos antes de su descascarillado.

Agrawal y Chitnis (1998) evaluaron los efectos en diferentes tratamientos de sorgo con la disponibilidad de hierro fósforo, potasio y el contenido de tanino con respecto al contenido de proteína. Comprobaron que mojando con agua los granos 16 horas y la germinación durante 72 horas aumenta la disponibilidad de hierro arriba de 126 por ciento. Se observó una correlación positiva entre taninos y contenido crudo de proteínas, por lo tanto se observó una disminución considerable en el contenido de tanino de los granos tratados de sorgo con un aumento correspondiente en la digestibilidad de proteína. Van Heerden (1989) observó que la cerveza hecha con adición de sorgo más que con sémola de maíz era una fuente concentrada no sólo de vitaminas como tiamina y ácido nicotínico sino también de varios minerales, en particular cobre, manganeso, hierro, magnesio, potasio y fósforo. Con cantidades apreciables de proteína y almidón, la cerveza de sorgo con ningún fitato detectable en ella constituiría una fuente importante que contribuiría a la ingesta diaria de vitaminas y minerales en las poblaciones africanas.

VITAMINAS.

El cultivo del sorgo es generalmente rico en vitamina B. Algunas variedades de endospermo amarillo de sorgo contienen beta-caroteno, que podría ser convertida en vitamina A por el cuerpo humano. Así como también se han encontrado en el grano cantidades detectables de otras vitaminas liposolubles como son D,E, y K. (FAO, 1995). Hulse *et al.*, (1980) reportaron que, entre la vitamina B, las concentraciones de tiamina, riboflavina y niacina que hay en el sorgo son comparables a las del maíz. Otras vitaminas B presentes en el sorgo en cantidades notables por 100 g son la vitamina B6 (0,5 mg), la folacina (0,02 mg), el ácido pantoténico (1,25 mg) y la biotina (0,042 mg) (United States National Research Council/ National Academy of Sciences, 1982).

FIBRA DIETETICA.

Se emplea la expresión fibra dietética para describir una variedad de polisacáridos vegetales indigestibles, en particular la celulosa, las hemicelulosas, las pectinas, los oligosacáridos, las gomas y varios compuestos lignificados. Según la definición modificada de Trowell (1976), la fibra dietética se define como la suma de la lignina y polisacáridos que no están hidrolizados por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano.

Kamath y Belavady (1980) observaron que el principal componente de fibra insoluble del sorgo era la celulosa y variaba del 1.19 al 5.23 por ciento en las variedades de sorgo. En cualquier material de semilla hay dos fuentes de fibra alimentaria a saber; la cáscara o el pericarpio y los componentes

estructurales de la pared celular. Las paredes de las células vegetales contienen muchos componentes no carbohidratados además de lignina como proteína, lípidos y material inorgánico, que modifican las propiedades de los polisacáridos

La fibra dietética tiene algunos efectos desfavorables sobre la disponibilidad de determinados nutrientes. Estudios efectuados en ratas por Ali y Harland (1991), han demostrado que en las dietas a base de sorgo ricas en fibra dietética y fitato, la concentración de zinc y hierro en la tibia de las ratas era considerablemente inferior respecto de una dieta no basada en sorgo con bajo contenido de fibra dietética. El descortezamiento del grano es uno de los métodos utilizados para eliminar la fibra.

Cornu y Delpeuch (1981), llegaron a la conclusión de que en una dieta compuesta de sorgo al 80 por ciento, la digestibilidad aparente del Nitrógeno en adultos se reducía del 65.4 al 60.5 por ciento cuando el sorgo descascarillado de la dieta se sustituía por grano integral. La materia fecal total en una dieta a base de sorgo de grano entero era superior. El Nitrogeno y el material insoluble en ácido fórmico aumentaba también en las heces. Karim y Rooney (1972) señalaron que el contenido de pentosano del sorgo variaba de 2.51 a 5.57 por ciento. Los pentosanos tal como se dan en las paredes celulares de los granos de cereales son una mezcla heterogénea de polisacáridos, muchos de los cuales contienen proteínas.

Earp *et al.*, (1983) identificaron en el pericarpio, la aleurona y el endospermo del sorgo beta-glucanes enlazados y mezclados. Estos beta-glucanes son hidrosolubles y constituyen soluciones viscosas y pegajosas. Esta propiedad es importante para el malteado del sorgo y para hacer cerveza.

INHIBIDORES NUTRICIONALES Y FACTORES TOXICOS.

Al igual que con otros productos alimenticios, en los granos de sorgo van asociados algunos inhibidores nutricionales y sustancias tóxicas. Estos elementos pueden clasificarse en líneas generales como aquellos que están naturalmente presentes en los granos y los que se hacen presentes por la contaminación.

FITATO.

El fitato presenta una clase compleja de compuesto fosfórico que se dan en la naturaleza y que pueden influir notablemente en las propiedades funcionales y nutricionales de alimentos. El fósforo del ácido fítico sirve de almacén principal de fósforo en las semillas duras..

Wang *et al.*, (1959) estudiaron la distribución del fósforo de fitina en el grano de sorgo. Hallaron que en el germen había un mayor porcentaje de ácido fítico que en el salvado y que era mínimo en el endospermo. En el descascarillado puede quedar eliminado de un 40 a un 50 por ciento tanto de fitato como de fósforo total.

Radhakrishnan y Sivaprasad, (1980) encontraron que la biodisponibilidad de hierro en el sorgo para los seres humanos estaba más influenciada por el fósforo de fitina que por el contenido de tanino de los granos. Sankara Rao y Deosthale, (1980) demostraron que al pelar el grano de sorgo, existe gran aumento en el contenido del hierro ionizable y de zinc soluble lo que indicaba una mejor biodisponibilidad de estos dos micronutrientes. Lo anterior se atribuía en parte a la eliminación del fitato de la fibra y del tanino junto con la porción de salvado en el pelado del grano de sorgo

POLIFENOLES.

Los polifenoles se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas, algunos compuestos polifenólicos desempeñan una función como productos químicos de defensa y protegen a la planta contra los ataques de predadores de herbívoros, hongos patogénicos y hierbas parasitarias. Los compuestos fenólicos del sorgo pueden clasificarse en ácidos fenólicos, flavonoides y fenoles poléricos condensados, conocidos como taninos.

TANINOS

Los ácidos fenólicos, libres o enlazados como ésteres, se encuentran en las capas exteriores del grano e inhiben el crecimiento de microorganismos y probablemente lo hacen resistente al moho. Salunkhe *et al.*, (1990) mencionan que la presencia de taninos, aunque ofrecen la ventaja agronómica de hacer a la planta resistente a las aves, repercuten desfavorablemente en la calidad nutricional del grano. Butler *et al.*, (1984) observaron retrasos en el crecimiento

de pollos alimentados con sorgo de alto contenido de taninos. Los taninos del grano de sorgo dan un sabor astringente que repercute en la comestibilidad, reduce la ingesta alimentaria y por lo tanto el desarrollo corpóreo. Según Asquith y Butler, (1986) y, Griffiths, (1985) los taninos se combinan con proteínas exógenas y endógenas, inclusive con enzimas del tracto digestivo, por lo tanto afectan la utilización de las proteínas. Singleton y Kratzer, (1973) mencionan que no hay testimonios directos de los efectos antinutricionales de taninos alimentarios en seres humanos aunque se ha atribuido al contenido alto de taninos alimentarios el tener algún efecto carcinogénico.

Price *et al.*, (1980) han observado que el contenido de tanino de la harina del sorgo se reducía cuando se mezclaba formando la masa y que todavía se reducía más con la cocción. Selunkhe *et al.*, (1990) estudiaron diferentes métodos para inactivar o detoxificar los taninos en sorgo como es el descascarillado, el malteado encontrando reducción de tanino. Aguedelo y alarcon (1998) mencionan que humidificando los granos con ácido acético al 1% y almacenando por 7 días a 20 °C, se reduce el contenido de taninos y aumenta el contenido de proteína.

Chibber *et al.*, (1978) Comprobaron en sus investigaciones que los taninos y los polifenoles asociados se concentran en la testa o revestimiento de la semilla por debajo del pericarpio del grano de sorgo y pueden eliminarse con la molturación. Sin embargo, el método tradicional de molienda a base de mortero y mano así como la molturación mecánica ocasionaba grandes

pérdidas de nutrientes y la harina resultante era de escaso rendimiento así como de pobre calidad nutricional. Mwasaru *et al.*, (1988) mencionan que el procedimiento de molturación sea comercialmente económico, es necesario se desarrollen variedades de sorgo con granos redondos y endospermo duro, que contengan el mínimo porcentaje de tanino y caracteres agronómicos convenientes.

MATERIALES Y METODOS.

Área de estudio.

El trabajo experimental se llevó acabo en la localidad de Derramadero, Coahuila en el ciclo primavera-verano de 2000. Las coordenadas geográficas de esta localidad son 25° 115´ 9" latitud norte y 101° 13´ 4" longitud oeste del meridiano de Greenwich, con altitud de 1840 msnm; de acuerdo con la clasificación de koeopen modificado por García; al área le corresponde el clima B W h W" (e), el cual es muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco extremoso con temperaturas medias entre 18 y 22° C. El tipo de suelo es xerosol de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla, lo cual le ocasiona baja susceptibilidad a la erosión.

La precipitación promedio anual en esta localidad es de 300 a 400 milímetros; con un régimen de lluvias en los meses de abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre; los vientos prevalecientes tienen una dirección noreste con velocidades de 22.5 kilómetros por hora; la frecuencia anual de heladas es de 40 a 60 días, y granizadas de 1 a 2 días, los meses prácticamente libres de heladas son Abril a Septiembre, presentándose con mayor incidencia en los meses de Noviembre a Marzo y ocasionalmente en Octubre.

Material Genético.

Para la realización del presente trabajo fueron utilizadas 14 líneas de sorgo para grano; son líneas seleccionadas en 1996 en la localidad de Celaya, Guanajuato; de una población original de 1800 líneas establecidas en 1993 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” para ser utilizadas con doble propósito en la alimentación humana como grano y como forraje para la alimentación animal, ya que presentan la característica de permanecer en verde aun después de la maduración fisiológica del grano.

La genealogía de los genotipos se describen en el cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Genealogía de 14 genotipos de sorgo en evaluación.

TRATAMIENTOS	GENEALOGIA
1	Cel95N-312
2	Cel95N-744
3	Cel95N-745
4	Cel95N-746
5	Cel95N-750
6	Cel95N-752
7	Cel95N-754
8	Cel95N-755
9	Cel95N-756
10	Cel95N-757
11	Cel95N-758
12	Cel95N-812
13	Cel95N-898
14	Cel95N-997

Desarrollo del experimento.

Preparación del terreno.

Se realizaron labores de preparación del terreno las cuales fueron: barbecho, rastreo, surcado, para una buena cama de siembra y buena germinación.

Siembra.

La semilla de cada material se sembró en surcos de 5 mts a chorrillo; sembrándose 2 surcos por por tratamiento. La siembra se realizó en seco y posteriormente se aplicó un primer riego.

Fertilización.

La fórmula de fertilización utilizada fue de 140-60-00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra; y la otra mitad del nitrógeno al momento del primer riego de auxilio.

Labores culturales.

Se aplicaron 3 riegos al cultivo de acuerdo a las necesidades hídricas de las plantas, tratando de evitar fuertes condiciones de estrés, se mantuvo libre de malezas durante todo su ciclo vegetativo la presencia de plagas y enfermedades fue mínima por lo cual no se requirió aplicar ningún producto químico.

Diseño de campo

Los genotipos se sembraron bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones; La parcela experimental constó de 2 surcos por genotipo de 5 metros de largo a una distancia entre surcos de 0.80 metros, la cosecha se hizo en forma manual cuando el grano presentó su madurez fisiológica, tomando como muestra dos metros lineales de la parte central del surco de la parcela experimental.

Análisis estadísticos.

Se efectuaron análisis de varianza individuales, con el propósito de detectar diferencias estadísticas entre los genotipos en estudio; bajo el siguiente modelo:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor de la i- j- ésima variable

μ = Media general

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

B_j = Efecto del j- énesimo bloque

E_{ij} = Error experimental

Para obtener el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula.

$$C. V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación.

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental.

X. = Media general.

Se efectuaron comparaciones de las medias de los tratamientos utilizando la prueba de rango múltiple (DMS) con la siguiente fórmula.

$$DMS = t_{\alpha / 2, g l e} \sqrt{\frac{2 CMEE}{r}}$$

Donde:

G.L.E. = Grados de libertad del error experimental.

C.M.E. = Cuadrado medio del error experimental.

r = Repeticiones

Para el estudio de las correlaciones entre las variables, se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación.

$(X - \bar{X})$ = x , desviación de la variable X con respecto a su media.

$(y - \bar{Y})$ = y , desviación de la variable Y con respecto a su media.

$\sum xy$ = Suma de los productos de las desviaciones.

$\sum X^2$ = Suma de los cuadrados de las desviaciones de X .

$\sum Y^2$ = Suma de los cuadrados de las desviaciones de Y .

Variables Evaluadas en Campo.

Días a floración. Para este carácter se considero los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas en cada parcela tenían la mitad superior de la panoja en antesis.

Altura de planta. Medidas en centímetros de la planta; considerando desde la superficie del suelo hasta la punta de la panoja.

Excursión de la panoja. Se midió en centímetros y fue la distancia de la unión de la lámina de la hoja bandera con tallo a base de la panoja.

Tamaño de panoja. De 10 plantas tomadas al azar se midió esta longitud en centímetros desde la base de esta, hasta su ápice.

Rendimiento. De la parcela útil se obtuvo la muestra que fueron dos metros lineales para cada uno de los tratamientos y posteriormente se llevo a bodega donde se peso cada muestra, después se convirtió en Kg./ha, mediante un factor de corrección.

Peso de 1000 granos. Se contaron y pesaron 1000 granos por tratamiento, los granos contados se tomaron al azar de la muestra experimental.

Variables evaluadas en laboratorio

Proteína cruda (%). Se determinó el Contenido de Proteína por el método de Kjeldahl en el Laboratorio de Fitoquímica del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Las siguientes variables se determinaron en los Laboratorios de GRUPO LALA Alimentos S. A de C. V. Ubicados en Gómez Palacio Durango México; bajo la técnica o método: Decoloración de Hipoclorito de sodio e Hidróxido de Potasio.

Humedad. Se determinó el porcentaje de humedad en base húmeda.

Proteína cruda. Se determinó el porcentaje de materia cruda en base húmeda.

Grasa. Se determinó el contenido de grasa en base húmeda.

Fibra Cruda. Se determinó el ácido detergente en base húmeda.

Porcentaje de tanino. Se determinó el contenido de tanino.

T. D. N. Estimado Se determinó el total de nutrientes digestibles en el grano

Análisis realizados al forraje de los materiales en estudio.

Proteína Digestible. Porcentaje en base húmeda.

Minerales: Porcentaje en base húmeda.

- Calcio (Ca)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)



RESULTADOS Y DISCUSION.

Altura de planta.

Los resultados de la medición de altura de planta de los materiales evaluados se presentan en el cuadro 4.1

Cuadro 4.1 Altura de planta determinado a 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Altura de planta. (m).
Cel95N-750	1.53
Cel95N-756	1.45
Cel95N-746	1.38
Cel95N-757	1.35
Cel95N-812	1.33
Cel95N-754	1.30
Cel95N-997	1.30
Cel95N-312	1.28
Cel95N-745	1.25
Cel95N-758	1.21
Cel95N-752	1.20
Cel95N-755	1.16
Cel95N-744	1.16
Cel95N-898	1.08

Podemos observar en el cuadro 4.1 que el material Cel95N-750 fue el mas alto con 1.53 m., seguido de Cel95N-756 con 1.45 m., Cel95N-746 con 1.38 m., y Cel95N-757 con 1.33 m. El material mas bajo fue Cel95N-898 con 1.08 m., en el cuadro 4.13 podemos observar un rango de 0.45 m. y una media general para esta variable de 1.28 m. Los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro 4.2 se observa diferencia significativa al 5 % de probabilidad lo que indica la existencia de variabilidad genética entre los materiales evaluados, el coeficiente de variación fue de 10.6 por ciento lo que indica una buena confiabilidad del experimento.

Cuadro 4.2 Análisis de varianza para el carácter Altura de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	0.56196	0.04322	2.29 *	0.0350
Bloques	2	0.012261	0.006130	0.32	0.7252
Error	26	0.491071	0.01888		
Total	41	1.06529			

C.V.= 10.6 %

*: diferencia significativa al 0.05

En los materiales evaluados se tienen alturas medias de 1.20 m., a 1.30 m., Olmos (1989) menciona que la altura de planta de este cultivo es de importancia dentro de los sorgos productores de grano, de tal manera que las plantas de porte intermedio o bajo facilitan la cosecha mecánica y sobre todo permiten aumentar la densidad de población por unidad de área, y por consecuencia directa aumenta el rendimiento. Poehman (1983), menciona que el porte final de la planta así como la maduración del periodo vegetativo esta determinado por el tiempo transcurrido hasta el momento en que inicie la yema floral.

Floración

En el cuadro 4.3 se presentan los días requeridos por cada uno de los genotipos para alcanzar la etapa de floración, como podemos observar el material con mas días a floración (tardío) es el Cel95N-898 con 89 días, seguido de Cel95N-997 con 88 días, Cel95N-745, Cel95N-812 y Cel95N-744 con 85 días, entre los intermedios encontramos a Cel95N-750, Cwl95N-758, Cel95N-755, Cel95N-756, Cel95N-757, Cel95N-746, y Cel95N752 con 83 días y entre los de menos días a floración (Precoz) están Cel95N-312 y Cel95n-754 con 77

y 78 días a floración respectivamente. En el cuadro 4.13 podemos observar para esta variable un rango de 12 días y una media general de 83 días .

Cuadro 4.3 Días requeridos por los 14 genotipos de sorgo para alcanzar la etapa de floración, evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Días a Floración. (días).
Cel95N-898	89.0
Cel95N-997	88.0
Cel95N-745	85.0
Cel95N-812	85.0
Cel95N-744	85.0
Cel95N-750	83.0
Cel95N-758	83.0
Cel95N-755	83.0
Cel95N-756	83.0
Cel95N-757	83.0
Cel95N-746	83.0
Cel95N-752	83.0
Cel95N-754	78.0
Cel95N-312	77.0

Los resultados del análisis de varianza de la variable días a floración muestran diferencia altamente significativa al 0.01 por ciento (Cuadro 4.4) lo cual nos indica variabilidad genética entre los materiales evaluados, el coeficiente de variación para esta variable fue de 0.328 lo cual nos da una confiabilidad muy buena del experimento.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para la variable floración.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	416.476	32.0366	426.63**	0.0001
Bloques	2	0.471	0.02388	0.32	0.7311
Error	26	1.952389	0.07509		
Total	41	418.4761			

C.V. = 0.328 %

Nivel de Significancia al 0.01

En los materiales tenemos un rango de 12 días entre los 14 materiales para alcanzar la floración, Hurse (1982) citado por Medina (1996) Menciona que el cultivo del sorgo retiene su crecimiento cuando las condiciones ambientales edáficas, hídricas y de nutrientes no le son muy favorables, pero si las condiciones le favorecen la planta continua su desarrollo normalmente, por lo que aquí se deduce que, cuando la planta satisface las necesidades en forma secuencial llega mas rápido a su fase reproductiva. Gutiérrez (1977) citado por Azuara (1999) Comprobó que el aspecto floración se ve influenciado por efectos de fotoperiodo y temperaturas el cual alarga y acorta el ciclo vegetativo.

Excursion

Los resultados de la medición de excursión se presenta en el cuadro 4.5. y se puede observar que el material Cel95-898 presenta el valor mas alto con 8.56 cm, a continuación tenemos a Cel95N-752 con 8.33 cm, Cel95N-756 con 7.63 cm, el material mas corto de excursion fue Cel95N-744 con 2.2 cm. En el cuadro 4.13 podemos observar que el rango y la media general para esta variable fueron de 6.36 y 5.35 respectivamente.

Cuadro 4.5. Medición de excersión de planta realizada a 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Excersión (cm)
Cel95N-898	8.56
Cel95N-752	8.33
Cel95N-756	7.63
Cel95N-754	7.63
Cel95N-746	6.60
Cel95N-745	6.50
Cel95N-758	5.75
Cel95N-750	5.20
Cel95N-997	4.66
Cel95N-812	3.90
Cel95N-312	2.80
Cel95N-757	2.70
Cel95N-755	2.43
Cel95N-744	2.20

4.6.- Análisis de varianza para la variable excersión.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	201.75833	15.51987	254.78**	0.00001
Bloques	2	0.38285	0.191428	3.14	0.0599
Error	26	1.5838	0.06091		
Total	41	203.72500	203.7250		

C. V. = 4.61 %

Significancia al 0.01 de probabilidad.

El análisis de varianza (Cuadro 4.6) presenta diferencia alta significancia al 0.01 entre materiales lo cual nos indica variabilidad genética entre materiales, el coeficiente de variación para esta variable resultado de 4.61 por ciento lo que nos indica un buen manejo del experimento. La excersión es una característica agronómica de relativa importancia, puesto que se considera junto con la altura de planta, aspectos para establecer materiales de porte adecuado con buena excersión de aproximado 8 a 10 cm de longitud que permita la cosecha mecánica y que ésta resulte lo más libre posible de basura (pedazos de hoja, tallos y espiguillas).

Tamaño de panoja

Podemos observar en el cuadro 4.7 que los genotipos de mayor tamaño de panoja fueron Cel95N-746 con 16.66 cm seguido del Cel95N-812 con 15.93 cm, Cel95N-312 con 15.53 cm y a Cel95N-745 con 15.20 cm. Tenemos un rango para esta variable de 4.16 centímetros y una media de 14.41 cm (Cuadro 4.13). El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre materiales, Se desearía tener un tamaño de panoja grande ya que esta característica es componente de rendimiento pero en ocasiones el llenado de grano es fundamental para el rendimiento no así para el tamaño de panoja.

Cuadro 4.7 Medición del tamaño de panoja a 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Tamaño de panoja. (cm)
Cel95N-746	16.66
Cel95N-812	15.93
Cel95N-312	15.53
Cel95N-745	15.20
Cel95N-997	14.93
Cel95N-757	14.86
Cel95N-754	14.80
Cel95N-750	14.73
Cel95N-758	14.13
Cel95N-755	14.00
Cel95N-752	13.26
Cel95N-744	12.73
Cel95N-898	12.60
Cel95N-756	12.40

Peso de 1000 granos.

Podemos observar en el cuadro 4.8 que los materiales Cel95N-744 y Cel95N-746 fueron los que presentaron el mayor peso con 33.73 g seguidos de Cel95N-898 con 33.43 g., y Cel95N-752 con 32.33 g., el de menor peso fue para Cel95N-750 con 28.03 g. En el Cuadro 4.13 podemos observar para esta variable un rango de 5.7 gramos y la media general de 31.06 gramos. El análisis de varianza nos indicó que no existe significancia entre materiales, el coeficiente de variación fue de 12.16 es un valor aceptable, el cual los datos obtenidos concuerdan con Puerseglove, (1972) que menciona que los granos son por lo general esféricos, pero varían en dimensión y forma, por lo cual el peso de 1000 granos tiene un amplio margen de variación que va de 3 a 80 gramos, pero en la mayoría de las variedades varía de 25 a 30 gramos.

Por el objetivo de nuestro trabajo de investigación coincidimos con lo dicho por Castañon (1986); el cual menciona que el peso del grano es importante, ya que si se tiene un peso mayor por consiguiente el grano será mas grande y así será su endospermo, por lo tanto para alimentación humana es de vital importancia ya que ahí se encuentra el mayor contenido nutricional del grano.

Cuadro 4.8. Peso de 1000 granos (g) de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Peso de 1000 Granos. (g)
Cel95N-744	33.73
Cel95N-746	33.73
Cel95N-898	33.46
Cel95N-752	32.33
Cel95N-755	31.86
Cel95N-756	31.83
Cel95N-997	30.70
Cel95N-754	30.60
Cel95N-745	30.46
Cel95N-312	30.46
Cel95N-758	29.90
Cel95N-812	29.20
Cel95N-757	29.03
Cel95N-750	28.03

Rendimiento grano.

En el cuadro 4.9 podemos observar que el genotipo Cel95N-750 con 5.274 ton/ha reporto el rendimiento mas alto, seguido de Cel95N-757 con 4.348 Ton/ha, Cel95N-812 con 4.310 Ton/ha; y el material con menor rendimiento fue Cel95N-744 con 1.793 Ton/ha en rendimiento intermedio se reportaron a Cel95N-898 y Cel95N-754 3.332 ton/ha y 3.20 ton/ha respectivamente. En el cuadro 4.13 podemos observar que el rango para esta variable fue de 3.480 Ton/ha así como una media general de 3.758 Ton/ha., los resultados obtenidos en el presente trabajo en comparación con lo de Azuara (1999) los cuales evaluó los mismos materiales se tiene un aumento del 70% de nuestros materiales así también media general de los 14 materiales en el presente trabajo superaron a la media nacional de este cultivo que es de 3.306 Ton/ha y

también a la media de producción en estado de Coahuila que es de 2.141 Ton/ha (SAGAR 1999.)

Cuadro 4.9 Rendimiento de grano de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Rendimiento Grano. (Ton/ha)
Cel95N-750	5.274
Cel95N-757	4.348
Cel95N-812	4.310
Cel95N-312	4.196
Cel95N-755	4.047
Cel95N-746	4.015
Cel95N-752	4.075
Cel95N-756	3.671
Cel95N-758	3.526
Cel95N-997	3.512
Cel95N-745	3.404
Cel95N-898	3.332
Cel95N-754	3.207
Cel95N-744	1.793

El análisis de varianza para esta variable (Cuadro 4.10) nos muestra alta significancia por lo que deducimos que existe variabilidad genética entre materiales, el coeficiente de variación fue de 20.08 porciento lo cual es aceptable para variables evaluadas en campo.

4.10.- Análisis de varianza para la variable rendimiento grano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	23.795201	18.3040	3.21**	0.0055
Bloques	2	10.00428	50.0214	0.88	0.4278
Error	26	14.8223	57.0088		
Total	41	39.6179			

C.V. = 20.08 %

**.: Significancia al 0.01 de probabilidad.

Rendimiento de Forraje

En el cuadro 4.11 Se muestran el rendimiento de forraje de los 14 genotipos evaluados, como mas sobresalientes tenemos a Cel95N-750 con 23.917 Ton/ha, seguido por Cel95N752, con 23.5 Ton/ha y Cel95N312 con 22.91 Ton/ha., los genotipos que presentaron bajo rendimiento fueron Cel95N-755 con 16.87 ton/ha y Cel95N-745 con 14.25 Ton/ha el genotipo el genotipo que mostró el rendimiento mas bajo fue Cel95N-898 con 14.20 ton/ha.

En el cuadro 4.13 podemos observar para esta variable un rango de 9.70 Ton/ha, así como una media general de 19.802 Ton/ha de forraje; los resultados abtenidos no son altos en comparación de otros cultivos forrajeros (Maiz Forrajero, Sorgo Forrajero, Alfalfa, etc) donde la cosecha se realiza en llenado de grano masoso lechoso en cambio en este experimento el corte del forraje se realizó después de la cosecha del grano, y posteriormente se llevo a bodega donde transcurridos algunos días se procedió a pesar dichas muestras, en este tiempo perdió peso. Está información nos da mas elementos para cumplir con el doble propósito del cultivo, el grano para alimentación humana y el forraje para alimentar a los animales.

Cuadro 4.11.- Rendimiento de forraje de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Rdto. Forraje. (Ton/ha.)
Cel95N-750	23.917
Cel95N-752	23.500
Cel95N-312	22.917
Cel95N-812	21.521
Cel95N-754	21.333
Cel95N-746	21.042
Cel95N-997	20.878
Cel95N-756	20.750
Cel95N-757	19.208
Cel95N-744	19.125
Cel95N-758	17.167
Cel95N-755	16.875
Cel95N-745	14.792
Cel95N-898	14.208

En el cuadro 4.12 se muestra el análisis de varianza lo cual nos indica alta significancia entre materiales a través de ello se deduce la presencia de variabilidad genética entre materiales evaluados lo cual es importante para proyectos de selección para procesos de mejoramiento y producción, el coeficiente de variación de 7.34 porciento lo cual nos da una confianza aceptable del experimento.

4.12.- Análisis de varianza para la variable rendimiento de forraje.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	36.57241	28.1326	13.30**	0.0001
Bloques	2	17.87933	89.39665	4.23	0.0257
Error	26	54.98856	21.49444		
Total	41	43.85920			

C.V. 7.344

** Significancia al 0.01 de probabilidad.

NOTA:

FIGURA 4.1 Relación proteína y rendimiento de los 14 genotipos en evaluación.

Se encuentra en archivo de excel Graficas.

Cuadro 4.13 Variables agronómicas de los 14 genotipos evaluados en P-V de 2000 en la localidad Derramadero Coahuila.

Variable. Genealogía	Días a Floración	Altura. de Planta (m.)	Excursión (cm)	T. de Panoja. (cm)	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento grano (Ton/ha)	Rdto de Forraje Ton/ha.
Cel95N-312	77.0	1.283	2.80	15.53	30.46	4.19	22.91
Cel95N-744	85.0	1.166	2.20	12.73	33.73	1.79	19.12
Cel95N-745	85.0	1.250	6.50	15.20	30.46	3.40	14.79
Cel95N-746	83.0	1.383	6.60	16.66	33.73	4.01	21.01
Cel95N-750	83.0	1.533	5.20	14.73	28.03	5.27	23.91
Cel95N-752	83.0	1.200	8.30	13.26	32.33	3.97	23.50
Cel95N-754	78.0	1.300	7.63	14.80	30.60	3.20	21.33
Cel95N-755	83.0	1.166	2.45	14.00	31.86	4.04	16.87
Cel95N-756	83.0	1.450	7.63	12.40	31.33	3.67	20.75
Cel95N-757	83.0	1.350	2.70	14.86	29.03	4.34	19.20
Cel95N-758	83.0	1.216	5.75	14.13	29.90	3.52	17.16
Cel95N-812	85.0	1.333	3.90	15.93	29.20	4.31	21.52
Cel95N-898	89.0	1.083	6.50	12.60	33.46	3.33	14.20
Cel95N-997	88.0	1.300	4.66	14.93	30.70	3.51	20.87
Media \bar{x}	83.0	1.280	5.35	14.41	31.06	3.75	19.80
Rango.	12.0	0.450	6.36	4.26	5.7	3.48	9.70
C. V.	0.328 %	10.67 %	4.61 %	12.66 %	12.16 %	20.08 %	7.34 %
N.Signif.	**	*	**	N.S.	N.S.	**	**

Proteína estimado por dos métodos.

Los resultados del contenido de proteína por el método Kjeldahl se concentran en el cuadro 4.14 en el cual podemos observar que el mayor contenido de proteína fue para el genotipo Cel95N-744 con 12.25 porciento seguido de los genotipos Cel95N-756, con 11.44 porciento, Cel95N-898 con 11.00 porciento, de los materiales con resultados bajos se identificaron a Cel95N-312 y Cel95N-812 con 9.78 y 9.50 porciento respectivamente el genotipo que presento el menor contenido de proteína fue el Cel95N750 con 9.49 porciento, en el cuadro 4.22 podemos identificar un rango de 2.757 y una media general de 10.358 porciento.

Asi como los resultados por el método de decoloración de hidróxido de potasio se muestran en el cuadro 4.15 donde se observan datos mayores como Cel95N-744 con 13.156 %, Cel95N-756 con 13.006%, Cel95N-752 con 11.960% y Cel95N-898 con 11.923 % de los materiales con menor porcentaje se menciona a Cel95N-746, el Cel95N-757 con 11.062 y 10.9262 respectivamente el de menor contenido de proteina lo reportó el genotipo Cel95N757 con 10.87 porciento, en el cuadro 4.22 podemos observar un rango de 2.28 porciento y una media general para este método de 11.66 porciento.

Cuadro 4.13 Contenido de proteína (%) del grano de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila (Método Kjendahl.)

Genealogía.	Proteína (%)
Cel95N-744	12.25
Cel95N-756	11.44
Cel95N-898	11.00
Cel95N-754	10.81
Cel95N-752	10.55
Cel95N-745	10.29
Cel95N-758	10.29
Cel95N-755	10.11
Cel95N-746	9.85
Cel95N-997	9.81
Cel95N-757	9.80
Cel95N-312	9.78
Cel95N-812	9.50
Cel95N-750	9.49

El análisis de varianza para esta variable en ambos métodos (cuadro 4.15 y Cuadro 4.17) mostraron alta significancia lo cual nos indica la existencia de variabilidad genética entre materiales, de los coeficientes de variación se tienen resultados de 6.86 por ciento y 5.45 por ciento respectivamente para cada método.

4.15 Análisis de varianza para la variable proteína.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------

Materiales	13	24.47176	1.88244	3.72**	0.0021
Bloques	2	0.0951570	0.04757785	0.09	0.9105
Error	26	13.143182	0.50550		
Total	41	37.710110			

C.V. 6.863

** : Diferencia significativa al 0.01 de probabilidad.

La eficiencia de la producción se ha enfocado a la obtención de mayores rendimientos, en los últimos años se ha reconocido la necesidad de considerar la calidad del producto pensando en términos de alimentación humana, los datos obtenidos concuerdan con las investigaciones de Singh y axtell (1973) los cuales mencionan que el sorgo normal cultivado en condiciones análogas contenía un 12 por ciento de proteína.

Asi como Jambunathan y subramanian (1988) y Roodney Sernasaldivar (1991) han señalado que existe amplias variaciones en la composición del grano de estos cereales, especialmente en el caso del sorgo y mijo perla, que los factores genéticos y ambientales modifican la composición del grano en este caso el contenido de proteína; ellos experimentaron a través de genotipos de sorgo tomados de la colección de germoplasma del ICRISAT y concluyeron que en proteína se tenían resultados altos de 21.1 por ciento, con resultados bajos de 4.4 por ciento, y con una media de 12.1 por ciento en los genotipos mencionados.

Cuadro 4.16 Contenido de proteína del grano de los 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Proteína (%)
Cel95N-744	13.156
Cel95N-756	13.006
Cel95N-752	11.960
Cel95N-898	11.923
Cel95N-756	11.860
Cel95N-755	11.763
Cel95N-754	11.516
Cel95N-312	11.400
Cel95N-750	11.320
Cel95N-997	11.243
Cel95N-745	11.243
Cel95N-746	11.066
Cel95N-812	10.926

Cel95N-757	10.870
------------	--------

Cuadro 4.16. Análisis de varianza para la variable proteína.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	18.9852	1.4604	3.60**	0.0026
Bloques	2	7.43634	3.718173	9.18	0.0010
Error	26	10.535852	0.40522		
Total	41	36.95744			

C.V. 5.45

** : Diferencia Significativa al 0.01 de probabilidad.

La Fig. 4.1 Presenta el contenido de proteína (%) y rendimiento de grano de 14 genotipos de sorgo, donde se observa a Cel95N-750 y a Cel95N-755 como unos de los materiales sobresalientes en relación a estas dos variables.

Tanino.

Los resultados de contenido de tanino en grano fueron negativos y se muestran en el apéndice, con esto podemos decir que no existe tanino en los granos de sorgo de los genotipos evaluados.

Humedad

Los resultados del contenido de humedad para grano se muestran en el cuadro 4.18 como valores mayores tenemos a Cel95N-758 con 11.933 por ciento seguido de Cel95N-745 con 11.860%, Cel95N-898 con 11.843 % y Cel95N-752 con 11.843 por ciento, el Cel95N754 y Cel95N-997 con 10.946 % y 10.846 respectivamente, el menor contenido lo reporto el genotipo Cel95N-812 con 10.54. En el cuadro 4.22 podemos observar para esta variable un rango de 1.39 por ciento y una media general de 11.35 por ciento, por lo que se menciona que todos los cereales el contenido de humedad oscila entre 11-13 por ciento de humedad, conforme este aumenta existe desventajas por ejemplo en el aspecto nutricional, el deterioro de carbohidratos comienza a un contenido de humedad del 15 por ciento así como la presencia de hongos e insectos. (CCDTS, UAAAN 2000)

Cuadro 4.18 Contenido de humedad del grano de los 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Humedad (%)
Cel95N-758	11.933

Cel95N-745	11.860
Cel95N-898	11.843
Cel95N-752	11.750
Cel95N-756	11.726
Cel95N-750	11.583
Cel95N-744	11.433
Cel95N-757	11.306
Cel95N-746	11.163
Cel95N-755	11.046
Cel95N-312	10.970
Cel95N-754	10.946
Cel95N-997	10.846
Cel95N-812	10.540

GRASA.

En el Cuadro 4.19 se muestran los resultados de contenido de grasa, los que varían de 2.92 a 3.483 por ciento. El genotipo Cel95N-997 con 3.483% fue el mayor seguido por Cel95N-898. El menor contenido lo reporto el genotipo Cel95N- 750 con 2.92 por ciento. En el cuadro 4.22 se muestra para esta variable el rango de 0.56 y una media general de 3.25 por ciento, así como un coeficiente de variación de 8.43, lo cual es aceptable y no se detectó por medio del análisis de varianza significancia entre materiales. Los resultados obtenidos varían mínimamente con lo reportado por Eggum *et al.*, (1983) que al realizar análisis de sorgo entero y descortezado encontró que el sorgo tiene un porcentaje de grasa de 3.8 por ciento para grano entero para la

variedad Daba. Algo parecido reporto Ibar, A. (1984) señala que el porcentaje de grasa de sorgo oscila entre 3.7 por ciento +/- 0.5, por otra parte menciona que el contenido de aceite en la totalidad del grano para este cultivo es de 3.5 por ciento.

Cuadro 4.20 Contenido de grasa en grano de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Grasa (%)
Cel95N-997	3.483
Cel95N-898	3.446
Cel95N-744	3.38
Cel95N-754	3.34
Cel95N-755	3.33
Cel95N-756	3.32
Cel95N-752	3.28
Cel95N-758	3.28
Cel95N-745	3.24
Cel95N-812	3.18
Cel95N-757	3.17
Cel95N-312	3.14
Cel95N-746	2.99
Cel95N-750	2.92

En la Fig. 4.2 Se relaciona los rendimientos (Ton/ha) y contenido de grasa (%) de los 14 genotipos aquí nos damos cuenta como en todo contenido nutricional que a mayor rendimiento menor valor nutricional, los mejores materiales para esta relación se tiene a Cel95N-757 y Cel95N-812 que se relacionan de manera positiva aumentando sus valores de rendimiento y contenido de grasa.

Fibra cruda.

Los resultados del contenido de fibra cruda se concentran en el Cuadro 4.19 los contenidos varían de 3.46 a 4.033 %, en donde podemos observar que los valores mas altos fueron para Cel95N-744 con 4.033 % seguido de Cel95N-754 con 3.903 %, Cel95N-812 con 3.840 %; los genotipos que reportaron contenidos bajos fueron Cel95N-757, Cel95N-997 y el Cel95N-758 con 3.462 por ciento. En el cuadro 4.22 podemos observar para esta variable un rango de 0.57 por ciento y una media general de 3.68 por ciento. Nuestros valores superan a los de Eggum *et al.*, (1983) quienes en análisis de la composición química de los sorgos de las variedades Tetron, Dabar y Feterita encontraron valores de 2.1, 2.0, 2.2 respectivamente de fibra cruda; como también Ibar Albiñana (1984) en sus investigaciones reporto un promedio de 2.8 por ciento de fibra cruda en el cultivo de sorgo. Esto indica que los materiales de sorgo en esta investigación superan en calidad a los de los autores señalados.

Cuadro 4.19 Contenido de fibra cruda en grano de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Fibra Cruda (%)
Cel95N-744	4.033
Cel95N-754	3.903
Cel95N-812	3.840
Cel95N-745	3.820
Cel95N-312	3.806
Cel95N-750	3.796
Cel95N-755	3.753
Cel95N-756	3.626

Cel95N-752	3.596
Cel95N-746	3.526
Cel95N-898	3.483
Cel95N-757	3.466
Cel95N-997	3.460
Cel95N-758	3.460

La Fig. 4.3 Representa la relación de fibra cruda con rendimiento, donde podemos apreciar valores altos como el de Cel95N-750, Cel95n-757 y Cel95N-755 entre otros, la relación con rendimiento se hizo pensando que la calidad de un cultivo debe de correlacionarse con la cantidad del mismo.

Taninos.

Con respecto al analisis de contenido de tanino que se le realizo al grano, este resultado negativo para todos los materiales, los resultados hechos por el laboratorio se muestran en el apendice.

NOTA:

Fig 4.2 Relación de grasa y rendimiento de los 14 genotipos.....lo encontramos en archivos de EXCEL (Graficas ex).

NOTA:

Fig. 4.3 Relación de fibra cruda y rendimiento esta figura se encuentra en archivo graficas del programa Excel.

Total de Nutrientes Digestible.

Se presenta en el Cuadro 4.21. los resultados de Total de Nutrientes Digestibles (TDN) se observa una variación de 69.6 a 70.5 por ciento los genotipos Cel95N-812 y Cel95N997 presentan el contenido mas alto con 70.5 por ciento. Siete genotipos presentan contenido de 70.0 a 70.5 % y el resto se encuentra en el rango de 69.6 a 69.79 % el que reporta el menor contenido es el genotipo Cel95N-758 con 69.616 por ciento.

En cuadro 4.22 podemos observar que esta variable presenta un rango de 0.913 por ciento y una media general de 69.97 por ciento, resultados muy parecidos a los obtenidos por Keating *et al.*, (1965) citado por Ross (1975) quienes mencionan que en un híbrido de sorgo y cebada en Texas, de variedad no determinada cultivada en la zona, el contenido Total de Nutrientes Digestibles fue de 74.0 por ciento y los datos fueron para sorgo 74.0 por ciento de Total Nutrientes Digestibles (TDN) y cebada 84 por ciento.

Por otra parte investigaciones de la estación agropecuaria de Arizona se compararon tres híbridos de sorgo en estudio de digestibilidad el Total de Nutrientes Digestibles (TND) fue 83.7 porciento para el híbrido Funk 3758, mientras que para AMAK R10-R12 fue de 77.3 porciento y el Funk 766 produjo cifras intermedias.

Cuadro 4.22 Resultados de análisis bromatológico de grano de 14 genotipos de sorgo evaluados en P-V de 2000 en localidad Derramadero Coahuila.

Variables Genealogía	Proteína. (%)	Proteína. (%)	Humedad (%)	Grasa (%)	Fibra Cruda (%)	
Cel95N-312	9.782	11.400	10.970	3.146	3.806	70.183
Cel95N-744	12.251	13.156	11.433	3.383	4.033	69.680
Cel95N-745	10.295	11.243	11.860	3.243	3.820	69.796
Cel95N-746	9.853	11.066	11.163	2.993	3.526	70.066
Cel95N-750	9.494	11.320	11.583	2.923	3.796	69.703
Cel95N-752	10.552	11.960	11.750	3.286	3.596	69.686
Cel95N-754	10.818	11.516	10.946	3.346	3.903	70.156
Cel95N-755	10.110	11.763	11.046	3.330	3.753	70.166
Cel95N-756	11.441	13.006	11.726	3.320	3.626	69.686
Cel95N-757	9.809	10.870	11.306	3.170	3.466	70.126
Cel95N-758	10.290	11.860	11.933	3.280	3.460	69.616
Cel95N-812	9.504	10.926	10.540	3.186	3.840	70.530
Cel95N-898	11.006	11.923	11.843	3.446	3.483	69.680
Cel95N-997	9.815	11.243	10.846	3.483	3.460	70.503
Media x	10.358	11.661	11.353	3.252	3.683	69.970
Rango.	2.757	2.286	1.393	0.560	0.573	0.913

C. V.	6.86	5.45	5.14	8.43	11.558	0.835
N.Signif.	**	**	NS	NS	NS	NS

Cuadro 4.21 Porcentaje de total de nutrientes digestibles del grano de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	TDN (%)
Cel95N-812	70.530
Cel95N-997	70.503

Cel95N-312	70.183
Cel95N-755	70.166
Cel95N-754	70.156
Cel95N-757	70.126
Cel95N-746	70.066
Cel95N-745	69.793
Cel95N-750	69.700
Cel95N-756	69.680
Cel95N-752	69.680
Cel95N-898	69.680
Cel95N-744	69.680
Cel95N-758	69.616

Proteína Digestible en forraje.

En el cuadro 4.23 se muestran los contenidos porcentuales de proteína digestible de los 14 genotipos de sorgo, lo cual presenta un rango de variación de 1.05 a 3.756 por ciento se observa que el genotipo Cel95N-744 con 3.756 por ciento presenta valor mayor seguido por Cel95N-758 con 2.616 % y a Cel95N-812 con 2.096 % el menor contenido lo presentó los genotipos Cel95N-746 con 1.050 por ciento, valores aproximados a la media lo reportan los genotipos Cel95N-812, Cel95N-752 y Cel95N-750 con 1.81 %, 1.77 %, y 1.712 % respectivamente.

En el Cuadro 4.29 podemos observar el rango para esta variable de 2.706 por ciento y una media general de 1.697 por ciento. Tomando en cuenta que la digestión de la proteína es la hidrólisis de los enlaces peptídicos lo cual tiene lugar en el

estómago y parte superior del intestino delgado, en si la proteína digestible es la aprovechada por el organismo para sus diferentes funciones, lo cual esta relaciona con los desechos de heces fecales las cuales no son nutrientes asimilables por los animales (LLoyd 1982). Comparando los resultados con los de otras investigaciones los nuestros son inferiores en un 50 por ciento esto se podría atribuir al hecho de que el análisis en el forraje se realizó en la etapa de maduración del follaje, incluso después de haber cosechado el grano. Esto concuerda con lo mencionado por Hughes *et al.*, (1966) quienes afirman que en las leguminosas así como en las gramíneas es mas digestible la proteína cuando se encuentran las plantas en sus primeras fases de crecimiento que cuando han madurado completamente; lo mismo dice Brownin y Lusk (1960) y citado por Hughnes *et al.*, (1966) los cuales mencionan que la digestibilidad de la proteína cruda generalmente disminuye con la maduración de la planta.

Cuadro 4.23 Contenido de proteína digestible del forraje de 14 genotipos de Sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Proteína Digestible (%)
Cel95N-744	3.756
Cel95N-758	2.616
Cel95N-812	2.096
Cel95N-898	1.816
Cel95N-752	1.770
Cel95N-750	1.710
Cel95N-997	1.410
Cel95N-746	1.376
Cel95N-754	1.360
Cel95N-755	1.296
Cel95N-745	1.263
Cel95N-312	1.150

Cel95N-757	1.090
Cel95N-746	1.050

En el cuadro 4.24 se presenta el análisis de varianza para proteína digestible en forraje, podemos observar que existe diferencias entre genotipos al 0.05 lo que indica variabilidad genética en los materiales en estudio.

Cuadro 4.24 Análisis de varianza para la variable proteína digestible.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	21.0021	1.61554	2.53*	0.0214
Bloques	2	3.90423	1.95211	3.05	0.0644
Error	26	16.6226	0.6393		
Total	41	41-5290			

C.V. = 47.10 %

* Significancia al 0.05 nivel de probabilidad.

Contenido de Calcio, Fósforo y Potasio en forraje.

Los resultados del contenido de calcio lo podemos observar en el cuadro 4.25, los contenidos varían de 0.146 % a 0.333 % los genotipos Cel95N-746 con 0.536 % ,Cel95N-745 con 0.530 % , Cel95N-757 con 0.5133% , Cel95N-754 con 0.5066 % , con valores mayores; y con menor valor a Cel95N-758 con 0.243 por ciento, en el Cuadro 4.29 podemos ver el rango que es de 1.156 % y una media de 0.455 % los datos concuerdan con los de Dogget (1980) que obtuvo resultados de 0.46 por ciento de

calcio, en cultivo sorgo. Lloyd y McDonald (1982) mencionan en su libro de fundamentos de nutrición que en harina de soya el contenido de calcio fue de 0.36 %, con la diferencia de alfalfa planta entera reportó 1.72 % en donde las hojas contienen 2.36% y tallos 0.89 por ciento de calcio.

Los resultados del contenido de fósforo en el forraje se encuentran ordenados en el cuadro 4.26 el rango de variación es de 0.146 a 0.33 % podemos observar a los genotipos con altos contenidos a Cel95N-744 con 0.333 %, Cel95N-758, con 0.310 %, y Cel95N-750 con 0.220 % y el de menor porcentaje de este mineral está Cel95N-898 con 0.146 %. Entre los genotipos con valores intermedios tenemos a Cel95N-997, Cel95N-812, y Cel95N-755 con 0.213 y 0.203 respectivamente.

En el cuadro 4.29 podemos observar el rango de esta variable de 0.187 y una media de 0.209 por ciento. Con respecto a la variable fósforo Lloyd y McDonald (1982) realizaron los mismos análisis en el cultivo de maíz forrajero, alfalfa planta entera, hojas y tallos, arrojaron resultados de 0.31, 0.31, 0.29, y 0.22 % respectivamente; el contenido real de minerales varía mucho de una muestra a otra, de los materiales procedentes de plantas, por ejemplo calcio y fósforo siempre que no pertenezcan a la semilla, esta variación influye el suelo sobre el que ha crecido lo cual repercute en la proporción de hojas a tallos.

Cuadro 4.25 Contenido de calcio en forraje de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila.

Genealogía.	Calcio (%)
Cel95N-746	0.536
Cel95N-745	0.530
Cel95N-757	0.513
Cel95N-754	0.506
Cel95N-752	0.506
Cel95N-755	0.486
Cel95N-812	0.483
Cel95N-898	0.466
Cel95N-312	0.460
Cel95N-744	0.440
Cel95N-997	0.433
Cel95N-756	0.423
Cel95N-750	0.343
Cel95N-758	0.243

Cuadro 4.26 Contenido fósforo en el forraje de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000.

Genealogía.	Fósforo (%)
Cel95N-744	0.333
Cel95N-758	0.310

Cel95N-750	0.220
Cel95N-997	0.213
Cel95N-812	0.203
Cel95N-755	0.203
Cel95N-745	0.193
Cel95N-757	0.193
Cel95N-746	0.193
Cel95N-754	0.186
Cel95N-312	0.186
Cel95N-752	0.173
Cel95N-756	0.170
Cel95N-898	0.146

En el análisis de varianza (cuadro 4.27) para la variable fósforo mostró diferencia significancia entre genotipos al 0.05 lo que indica variabilidad genética en los materiales evaluados, el coeficiente de variación para esta variable fue de 40.12 porciento es relativamente alto tratándose de variables evaluadas en laboratorio.

Cuadro 4.27. Análisis de varianza para la variable fósforo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Materiales	13	0.1028285	0.007909	1.12 *	0.3838
Bloques	2	0.0695776	0.034788	4.94	0.0151
Error	26	0.1829571	0.007036		
Total	41	0.3553619			

C.V. = 40.12

* Significancia al 0.05 de probabilidad.

Potasio.

En el cuadro 4.28 se muestran los valores obtenidos en la variable potasio de donde se tienen valores extremos a genotipos como Cel95N-744 con 2.686, seguido de Cel95N-745 con 2.413, Cel95N-746 con 2.336 y a Cel95N-755 con 2.330 por ciento; de los genotipos con menor valor se tienen a Cel95N-756 con 1.530, Cel95N-898 con 1.683 Cel95N312 con 1.856, Cel95N-752 con 1.883 y a Cel95N750 con 1.950 por ciento respectivamente; en el cuadro 4.29 podemos ver el rango para esta variable de 1.156 y un coeficiente de variación de 26.31 lo cual es muy alto para ser una variable evaluadas en laboratorio, así como el análisis de varianza no mostró significancia entre materiales.

Cuadro 4.28 contenido de potasio en forraje de 14 genotipos de sorgo evaluados durante el ciclo P-V de 2000 en Derramadero Coahuila

Genealogía.	Potasio (%)
Cel95N-744	2.6867
Cel95N-745	2.4133
Cel95N-746	2.3367
Cel95N-755	2.3300

Cel95N-757	2.2700
Cel95N-758	2.2500
Cel95N-754	2.1667
Cel95N-997	2.0700
Cel95N-812	2.0533
Cel95N-750	1.9500
Cel95N-752	1.8833
Cel95N-312	1.8567
Cel95N-898	1.6833
Cel95N-756	1.5300

Cuadro 4.29 Contenido de Proteína digestible, calcio, fósforo y potasio en forraje de 14 genotipos de sorgo evaluados en P-V de 2000 en Derramdero Coahuila.

Variables Genealogía	Proteína Digestible. (%)	Fosforo (%)	Calcio (%)	Potasio. (%)
Cel95N-312	1.150	0.1866	0.460	1.856
Cel95N-744	3.756	0.333	0.440	2.686
Cel95N-745	1.263	0.193	0.530	2.413
Cel95N-746	1.376	0.193	0.536	2.336
Cel95N-750	1.710	0.220	0.343	1.950
Cel95N-752	1.770	0.193	0.506	1.883
Cel95N-754	1.360	0.186	0.506	2.166
Cel95N-755	1.296	0.203	0.486	2.330
Cel95N-756	1.050	0.170	0.423	1.530
Cel95N-757	1.090	0.193	0.513	2.270
Cel95N-758	2.616	0.310	0.243	2.250
Cel95N-812	2.096	0.203	0.483	2.053
Cel95N-898	1.816	0.146	0.466	1.683
Cel95N-997	1.410	0.213	0.433	2.070
Media x	1.697	0.209	0.455	2.105
Rango.	2.706	0.187	1.156	1.156

C. V.	47.106	40.127	23.13	26.31
N.Signif.	*	*	NS	NS

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Los resultados de las correlaciones correspondientes a los caracteres agronómicos y nutritivos se presentan en el cuadro 4.30 a través de este análisis se encontró una correlación negativa entre proteína y humedad ($r=-0.74$), a mayor humedad menor proteína, con respecto a la correlación de excersión con proteína tenemos resultados positivos y significativos ($r= 0.58$), a mayor longitud de excersión mayor contenido de proteína, en la correlación de peso de 1000 granos con humedad se observa una correlación negativa y significativa, cuando aumenta el peso de 1000 granos disminuye el contenido de humedad

Una correlación positiva y altamente significativa la tenemos entre el contenido de grasa y humedad ($r=0.70$) donde nos indica que a mayor porcentaje de humedad mayor porcentaje de grasa. Con respecto a proteína y días a floración la correlación resulto positiva y significativa, por lo cual deducimos que a mayor días a floración mayor contenido de proteína, esto quizá se deba

al tiempo de llenado de grano Olmos (1989) menciona que a mayor tiempo de llenado de grano mayor porcentaje de proteína. Al respecto Jhonson Robinson y comstock (1955) citado por Azuara (1999) consideran que el porcentaje de proteína y/o porcentaje de aceite, tienen poco valor como indicadores de rendimiento.

En diversos estudios se han encontrado correlaciones negativas entre rendimiento de grano y contenido nutricional. De ahí que varios autores hayan considerado que estos resultados dificultan la obtención de variedades con buen rendimiento y alta calidad nutritiva.

Dogget (1979) menciona que algunos componentes de rendimiento no están correlacionadas significativamente entre si, porque dependerá de la influencia del medio ambiente en la expresión fenotípica de la variedad. Según Loya (1986) citado por Azuara (1999) menciona que algunos tenderán a causar una correlación positiva y otras veces negativa.

CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrollo la presente investigación se concluye lo siguiente.

De los materiales que sobresalieron en aspectos agronómicos podemos seleccionar a los siguientes; Cel95-750 Cel95N-997, Cel95N754, Cel95N812, Cel95N-812, Cel95n-755 y Cel95N-756, esto es en orden de importancia.

De los materiales sobresalientes en el valor nutritivo en grano podemos seleccionar a Cel95N-755, Cel95N-756, Cel95N-758, Cel95N-750 y Cel95N-754; se menciona en el orden de importancia, ya que presentaron niveles nutritivos aceptables y rendimiento de grano que sobrepasan la media de 3.75 ton/ha. excepto Cel95N-754 que resulto inferior con 3.20 Ton/ha.

De los materiales sobresalientes en base a valor nutritivo en forraje podemos señalar como mejores a los siguientes genotipos Cel95N-752, Cel95N-312, Cel95N-745, Cel95N-744 y Cel95N898, se menciona en el orden de importancia y sobresalen en rendimiento de materia verde con valores superiores de 19.82 Ton/ha.

De los genotipos evaluados y tomando en cuenta caracteres agronómicos y contenido nutricional en grano se seleccionaron los mejores materiales y son los siguientes: Cel95N-750, Cel95N-754, Cel95N-755, y Cel95N-756 respectivamente.

De los materiales evaluados podemos decir que existe potencial agronómico y nutritivo para alimentación humana, y características genéticas para utilizar como progenitores en híbridos o variedades.

BIBLIOGRAFÍA CITADA.

Ahuja, V.P., Singh, J. and Naik, M.S. 1970. Aminoacid balance of proteins of maizc and sorghum. Indian .1. Genet. Plant Breed. 30: 727-731.

Aguadelo, R.A; Alarcon O.M 1998. El eliminación de taninos y el mejoramiento de la digistestabilidad de proteína del sorgo. Laboratorio de tecnologia de alimentos, Escuela de Nutrición, universidad de los Andes Merida Venezuela. Journal of Science 1998.25: 105-123

Agrawual P; y Chitnis O; (1995). Los efectos de diferentes tratamientos sobre potacio, fosforo, taninos y digestibilidad de proteína in vitro de grano de sorgo. Departamento de ciencia domestica Universidad de agricultura y tecnologia, Kapur India. 46: 350 -358.

- Ali, H.I. and Harland, B.F. 1991. Effects of fibre and phytate in sorghum flour in weaning rats: a pilot study. *Cereal Foods World* 36: 254. (Resumen).
- Almeida-Dominguez, H.D., Serna-Saldivar, S.O. and Rooney, L.W. 1991. Properties of new and commercial sorghum hybrids for use in alkaline-cooked foods. *Cereal Chem.* 68: 25-30.
- Alvarez Venegas R; y Castellanos Molina R. 1998. Cambios en algunos factores antifisiologicos y nutritivos de las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) durante la germinación. Centro de investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Dpto de Biotecnología y bioingeniería, México. *Jurnal of Science* 1998, 28: 36-39.
- Asquith, T.N. and Butler, L.C. 1986. Interaction of condensed tannins with selected proteins. *Phytochemistry.* 25: 1591-1593.
- Au, P.M. and Fields, M.L. 1981. A research note on nutritive quality of fermented sorghum. *J. Food Sci.*, 46: 652-654.
- Azuara Hervert F. J. (1999) Evaluación de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con potencial para alimentación humana. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. p 14-65
- Axtell, J.D., Kirleis, A.W., Hassen, M.M., D'Croz Mason, N., Mertz, E.T. and Munck, L. 1981. Digestibility of sorghum proteins. *Proc . Natl. Acad. Sci . USA*, 78: 1333-1335.
- Bach Knudsen, K.E., Munck, L. and Eggum, B.O. 1988. Effect of cooking, pH and polyphenol level on carbohydrate composition and nutritional quality of a sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) food, ugali. *Br. J. Nutr.*, 59: 31-47.
- Bureng, P.L., Badi, S.E.N.M. and Monawar, L.Y. 1987. Hullu-murr production. Khartoum. Soudan, Food Research Centre. 10 p.

- Butler, L.G., Riedl, D.J., Lebryk, D.G. and Blytt, H. J. 1984. Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism, specificity and significance. *J. Am Oil Chem. Soc.*, 61: 916-920
- Caster, J.P.J., de Paepe, G., Willems, H., Goffings, G. & Noppen, H. 1977. Bread from starchy tropical crops. II. Bread production from pure millet and sorghum flours, using cereal endosperm-cellwall-pentosan as a universal baking factor. In Proceedings of a symposium on sorghum and millets for human food, D.A.V. Dendy, éd. Vienne, 11-12 Mai 1976, p 127-131. Londres, Institut des produits tropicaux.
- Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS UAAAN 2000) Curso Manejo de Poscosecha p. 60 -72
- Castañón, M. D. (1986). Estudios de correlación y parámetros de estabilidad en 10 materiales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis de licenciatura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chandrashekar, A. and Desikachar, H.S.R. 1986 Sorghum quality studies Part 11. Suitability for making dumpling (mudde). *J. Food Sci. Technol.*, 23: 7-10.
- Chandrashekar, A. and Kirleis, A.W. 1988 Influence of protein on starch gelatinization sorghum *Cereal Chem.* 65: 457-462.
- Chevassus-Agnes, S., Favier, J.C. and Joseph, A. 1976 Traditional technology and nutritive value of sorghum beer in Cameroon. *Cah. Nutr. Diet.* 11: 89-104
- Chibber, B.A.K., Mertz, E.T. and Axtell, J.D. 1978. Technologie traditionnelle et valeur nutritive des «bières» de sorgho du Cameroun [Effects of dehulling on tannin content protein distribution and quality of high and low tannin sorghum *J. Agric Food Chem.*, 26: 679-683.
- Chitsika, J.M. and Mudimbu, M.W. 1992. Quality criteria for opaque beer in Zimbabwe In Utilization of sorghum and millets M.I. Gomez, L R. House, L W. Rooney and D.A V. Dendy, éd. p. 151-155 Patancheru, Inde ICRISAT.
- Choto, C.E., Morrad, M.M. and Rooney, L.W. 1985 The quality of tortillas containing whole sorghum and pearled sorghum alone and blended with yellow maize *Cereal Chem.* 62: 51-55.
- Cornu, A. and Delpeuch, F. 1981 Effect of fibre in sorghum on nitrogen digestibility *Am J. Clin. Nutr.* 34: 2454-2459.

- Dada, I.O. and Dendy, D.A.V. 1988. Cyanide content of germinated cereals and influence of processing techniques. In Improving young child feeding in eastern and southern Africa D. Alnwick, S. Moses and O.G. Schmidt, éds.p. 359-365. Nairobi, Kenya, Centre de recherche pour le développement international.
- Deosthale, Y.G. and Belavady, B. 1978. Mineral and trace element composition of sorghum grain: effect of variety, location and application of the nitrogen fertilizer. Indian J. Nutr. Diet. 15: 302-308.
- Deosthale, Y.G., Visweswar Rao, K. & Pant, K.C. 1972. Influence of the levels of N fertilizer on the yield, protein and amino acids of pearl-millet (*Pennisetum typhoides* (Burm. f.) Stapf and C.E. Hubb.). Indian J. Agric. Sci. 42: 872-876.
- Desikachar, H.S.R. and Chandrashekar, A. 1982. Quality of sorghum for use in Indian foods. In. Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality L.W. Rooney and D.S. Murty, éds, Hyderabad, Inde, 28-31 octobre 1981, p. 262-268. Patancheru, Inde, ICRISAT.
- Dewalt, K.M. and Thompson, K.S. 1983. Sorghum and nutritional strategies in southern Honduras. Pract.Anthropol., 5: 5-16. de Wit, J.P. and Schweigart, F. 1970. The potential role of pearl millet as a food in South Africa.. S. Afr. Med. J. 44: 364-366.
- Doggett, H. 1988. Sorghum Scientific and Technical. Londres longman p 5: 120-133.
-----1970 the Sorghum Editorial Longmans p. 213-217
- Earp, C.F., Doherty, C.A., Fulcher, R.G. and Rooney, L.W. 1983. Beta-Glucans in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L) Moench. Food Microstruc. 2: 183-188.
- Eastman, P. 1980. An end to pounding. A new mechanical flour milling system in use in Africa. Ottawa, Canada, Centre de recherche pour le développement international. 63 p.
- Eggum, B.O., Monowar, L., Bach Knudsen, K.E., Munck, L. and Axtell, J. 1983. Nutritional quality of sorghum and sorghum foods from Sudan. J. Cereal Sci.1: 127-137.

- Freeman, J.E., Kramer, N.W. and Watson, S.A. 1968. Gelatinization of starches from corn (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Effects of genetic and environmental factors. *Crop. Sci.* 8: 409-413.
- Frey, K.J. 1977. Protein of oats. *Z. Pflanzenzücht.* 78: 185-215.
- Graham, G.G., MacLean, W.C. Jr, Morales, E., Hamaker, B.R., Kirleis, A.W., Mertz, E.T. and Axtell, J.D. 1986. Digestibility and utilization of protein and energy from Nasha, a traditional Sudanese fermented sorghum weaning food. *J. Nutr.* 116: 978-984.
- Griffiths, D.W. 1985. The inhibition of digestive enzymes by polyphenolic compounds. *Exp. Biol. Med.* 199 504-516.
- Hamaker, B.R., Kirleis, A.W., Mertz, E.T. and Axtell, J.D. 1986. Effect of cooking on the protein profiles and in vitro digestibility of sorghum and maize. *J. Agric. Food Chem.* 34: 647-649.
- Hubbard, J.E., Hall, H.H. and Earle, F.R. 1950. Composition of the component parts of the sorghum kernel. *Cereal Chem.* 27: 415-420.
- Hughes Healt y Metcalfe R. (1966) Forrajes Editorial Continental S.A. p. 386-395.
- Hulse, J.H., Laing, E.M. and Pearson, O.E. 1980. Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. New York, Academic Press. 997 p.
- Ibar A. L. 1984. El sorgo cultivado y aprovechamiento Editorial. Aedos Barcelona p. 136-138.
- Iyakaremye, C. and Twagirumukiza, E. 1978. Note on the brewing value of sorghum. *Bull. Agric. Rwanda.* 11: 35-41.
- Jambunathan, R. 1980. Improvement of the nutritional quality of sorghum and pearl millet. *Food Nutr.: Bull.* 2: 11-16
- Jambunathan, R., Singh, U. and Subramanian, V. 1984. Grain quality of sorghum, pearl millet, pigeonpea and chickpea. In *Interfaces between agriculture nutrition and food science. Proceedings of a workshop, Patancheru, Index, 10-12 novembre 1981* K.T. Achaya, éd. p. 4760. Tokyo, Japon, Université des Nations Unies.

- Jambunathan, R. and Subramanian, V 1988. Grain quality and utilization of sorghum and pearl millet. In Biotechnology in tropical crop improvement. Proceedings of the International Biotechnology Workshop, Patancheru, India, 12-15 Jan 1987, p. 133-139. Patancheru, INCRISAT.
- Kamath, M.V. and Belavady, B. 1980. Unavailable carbohydrates of commonly consumed Indian foods. J. Sci. Food Agric., 31:194-202.
- Karim, A. and Rooney, L.W. 1972. Characterization of pentosans in sorghum grain. J. Food Sci., 37: 369-371.
- Kazanas, N. and Fields, M.L. 1981. Nutritional improvement of sorghum by fermentation. J. Food Sci., 46: 819-821.
- Kebede-B; Urga-K. 1995 Los efectos de metodos tradicionales de preparación alimentaria sobre el acido fitico en el grano de sorgo. Sinet, an Ethiopia Journal of Science. 1995,18; 2, 207-220;
- Kurien, P.P., Narayanarao, M., Swaminathan, M. & Subrahmanyam, V. 1960. The metabolism of nitrogen, calcium and phosphorus in undernourished children. 6. The effect of partial or complete replacement of rice in poor vegetarian diets by kaffir corn (*Sorghum vulgare*). Br. J. Nutr. 14: 339-345.
- MacLean, W.C. Jr, López de Romana, G., Gastanaduy, A. and Graham, G.G. 1983. The effect of decortication and extrusion on the digestibility of sorghum by preschool children. J. Nutr. 113: 2071-2077.
- Medina Villareal M.A 1986 Estudios de interaccion genotipo-ambiente para rendimiento y peso de 1000 granos en 81 materiales de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L Moench) Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, Mexico. p. 74-79
- Mbofung, C.M.F. and Ndjouenkeu, R. 1990. Influence of milling method and peanut extract on in vitro iron availability from maize and sorghum flour gruels. J. Food Sci., 55: 1657-1659,
- McNeill, J.W., Potter, G.D., Riggs, J.K. and Rooney, L.W. 1975. Chemical and physical properties of processed sorghum grain carbohydrates. J. Anim. Sci., 40: 335-341.
- Mertz, E.T., Hassen, M.M., Cairns-Whittem, C., Kirleis, A.W., Tu, L. and Axtell, J.D. 1984. Protein digestibility of proteins in sorghum and other major cereals. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 81: 1-2.

- Miche, J.C., Alary, R., Jeanjean, M.F. and Abecassis, J. 1977. Potential use of sorghum grains in pasta processing. In Proceedings of a symposium on sorghum and millets for human food, D.A.V. Dendy, éd. Vienne, 11 - 12 mai 1976. Londres, Institut des produits tropicaux.
- Muindi, P.J. and Thomke, S. 1998. The nutritive value for rats of high- and low-tannin sorghums treated with Magadi soda. *J. Sci. Food Agric.*, 32: 139-145.
- Murty, D.S. and Subramanian, V. 1982. Sorghum roti. 1. Traditional methods of consumption and standard procedures for evaluation. In Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality L.W. Rooney & D.S. Murty, édés. Hyderabad, Inde, 28-31 octobre 1981, p 73-78. Patancheru, Inde, ICRISAT.
- Mwasaru, M.A., Reichert, R.D. and Mukuru, S.Z. 1988. Factors affecting the abrasive dehulling efficiency of high-tannin sorghum. *Cereal Chem.* 65: 171-174.
- Lloyd I.e.; Mcdonal a.(1982). *Fundamentos de Nutrición*. Editorial ACRIBIA. p 280-300
- Ross M. W., and Wall S. Jodeph (1975) *Producción y usos del sorgo*. Editorial Hemisferio sur. Pag. 69-101.
- Nicol, B.M. and Phillips, P.G. 1978. The utilization of proteins and amino acids in diets based on cassava (*Manihot utilissima*) rice or sorghum (*Sorghum sativa*) by young Nigerian men of low income. *Bn. J. Nutr.*, 39: 271-287.
- Obilana, A.T. 1985. Sorghum for industrial use: approach towards crop improvement in an economically changing Nigeria. Paper presented to the Food Industrialists at Cadbury Nigeria Ltd, Lagos, Nigéria, p. 35-39.
- Ohiokpehai y Kebile 1998. Estudios sobre producto de sorgo en Botswana Africa. Edittorial SADC-ICRISAT , 235-247; 21
- Orizoba, I.C. and Atii, J.V. 1991. Effect of soaking, sprouting, fermentation and cooking on nutrient composition and some anti-nutritional factors of sorghum (*Guinesia*) seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* 41: 203-212.
- Okafor, N. and Aniche, G.N. 1987. Studies on the brewing of lager beer from Nigerian sorghum. *J. Food Sci. Technol.*, 24: 131-134.

- Okeiyi, E.C. and Futrell, M.F. 1983. Evaluation of protein quality of formulations of sorghum grain flour and legume seeds. *Nutr. Rep. Int.* 28: 451-461.
- Olatunji, O., Adesina, A.A. and Koleoso, O.A. 1989. Use of sorghum as compasite lour in baking Paper presented at the Symposium on the Current Status and Potential of Industrial Uses of Sorghum in Nigeria, Kano, Nigéria, 4-6 décembre. P. 158-164.
- Olmos Torres O. 1989 Estimación de las correlaciones fenotipicas entre 9 características en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moech) Tesis de nivel licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. p 68-70
- FAO, Roma. 1995. El Sorgo y el mijo en la nutrición humana In: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. FAO (ed) Alimentación Nutrición No. 27, ISBN92-5-303381-9 Código FAO: 80 AGRIS S01.
- Panasiuk, O. And Bilis, D.D. 1984. Cyanide content of sorghum sprouts. *J Food Sci.* 49: 791-793.
- Pedersen, B. and Eggum, B.O. 1983. The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 6. Sorghum. *Qual Plant. Plant Foods Hum. Nutr.* 33: 313-326.
- Price, M.L., Hagerman, A.E. and Butler, L.G. 1980. Tannin in sorghum grain: effect of cooking on chemical assays and on antinutritional properties in rats. *Nutr. Rep. Int.* 21: 761-767.
- Purseglove, J.W (1972) *Tropical crops: monocotiledons*, Vol. 1 Londres, Longman Group limited. p. 334-336
- Pushpamma, P. 1990. Importance of sorghum as food in Asia. In. *Proceedings of the International Conference an Sorghum Nutritional Quality* G. Ejeta, E.T. Mertz, L.W. Rooney, R. Schaffert and J. Yohe, éds. 26 février - 1er Mars 1990, p.229-241. West Lafayette, Indiana, Etats-Unis, Purdue University.
- Radhakrishnan, M.R. and Sivaprasad, J. 1980. Tannin content of sorghum varieties and their role in iron bioavailability. *J. Agric. Food Chem.* 28: 55-57.

- Ring, S.H., Akingbala, J.O. and Rooney, L.W. 1982. Variation in amylose content among sorghums. In Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality L.W. Rooney and D.S. Murty, eds. Hyderabad, Inde, Octobre 1981, p. 269-279.. Patancheru, Inde, ICRISAT.
- Rizley, N.F. and Suter, D.A. 1977. Sorghum tortillas: process and product attributes. J. Food Sci. 42: 1435-1438.
- Rooney, L.W. 1978. Sorghum and pearl millet lipids. Cereal Chem. 55: 584-590.
- Rooney, L.W., Kirleis, A.W. and Murty, D.S. 1986. Traditional foods from sorghum: their production, evaluation and nutritional value. Adv. Cereal Sci. Technol. 8: 317-353.
- Rooney, L.W. and Serna-Saldivar, S.O. 1991. Sorghum. In Handbook of cereal science and technology p. K.J. Lorenz & K. Kulp, eds.. 233-269. New York, Marcel Dekker.
- Ross M. William y Wall S. Joseph. 1975 Producción y usos del sorgo. Editorial Hemisferio Sur. Primera Edición 1975. p 69-70. Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural.(SAGAR) Revista Mensual Claridades Agropecuaria. Producción de sorgo. 1999.
- Salunkhe, D.K., Chavan, J.K. and Kadam, S.S. 1990. Dietary tannins: consequences and remedies.. Boca Raton, Floride, Etats-Unis, CRC Press. p 122-123
- Sarita-Srivastava (1998). El uso del malteado de sorgo en harina como aliemento suplementario para niños. Crop Sci: 28: 220-251
- Sankara Rao, D.S. and Deosthale, Y.G. 1980. Effect of pearling on mineral and trace element composition and ionizable iron content of sorghum. Nutr. Rrp. Int., 22: 723-728
- Singh, R. And Axtell, J.D. 1973^a. High lysine mutant gene That improves protein quality and biological value of grain sorghum. Crop Sci. 13: 535-539.
- Singleton, V.L. and Kratzer, F.H. 1973. Plant phenolics. In Toxicants p. 309-345. Washington, DC, National Research Council, National Academy of Sciences.

- Subramanian, V. And Jambunathan, R. 1982. Properties of sorghum grain and their relationships to roti quality. In Proceedings at the International Symposium on Sorghum Grain Quality L.W. Rooney and D.S Murty, eds. Hyderabad, India, 28-31 October 1981, p. 280-288. Patancheru, India, ICRISAT.
- Trowell, H. 1976. Definition of dietary fiber and hypothesis that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 417-427.
- United States National Research Council/National Academy of Sciences. 1982. United States Canadian tables of food composition. Washington, DC, National Academy Press. 3e rev.
- Wang, D.H., Deyoe, C.W. and Smith, F.W. 1967. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. *Crop Sci.*, 7: 367-368.
- Wang, C., Mitchell, H.C. and Barham, H.N. 1959. The phytin content of sorghum grain. *Trans. Kans. Acad. Sci.* 62: 208-211.
- Warsi, A.S. and Wright, B.C. 1973. Effects of rates and methods of nitrogen application on the quality of sorghum grain. *Indian J. Agric. Sci.*, 43: 722-726.
- Whistler, R.L. and Paschall, E.F., . 1967. Starch chemistry and technology, Vol. 2, 321-332 Industrial aspects. New York et Londres, Academic Press.
- Whitaker, M.E. and Tanner, M. 1989. Methods of determining the bioavailability of amino acids for poultry. In. Absorption and utilization of amino acids, M. Friedman, éd Vol. 3, p. 129-141 Boca raton, Floride, Etats-Unis, CRC Press.

Cuadro 4.30 Correlación de caracteres Agronómicos evaluados de 14 genotipos de Sorgo en el ciclo P-V de 2000 en la localidad de Derramadero Coahuila.

	FLOR	APT	EXS	TNJ	SEM	RDM	PRT	HUM	PRT2	GRA	FIB	TDN
FLOR	1.00000	0.00000	-0.08239	0.04237	-0.07471	0.24454	-0.13497	-0.01993	0.61734*	-0.44422	-0.42272	0.1930
APT		1.00000	-0.19868	0.12429	-0.17461	0.11739	-0.17203	0.03837	-0.10508	0.04890	0.21535	-0.1785
EXS			1.00000	-0.01137	0.38900	-0.08860	0.58890*	-0.49808	0.02278	-0.24238	-0.37554	-0.1334
TNJ				1.00000	-0.16702	0.12723	-0.03826	0.14139	-0.23619	0.06857	0.07762	-0.1346
SEM					1.00000	-0.15889	0.40152	-0.56961*	0.15767	-0.39382	-0.20303	0.1709
RDM						1.00000	-0.23042	0.16684	-0.10959	-0.14076	0.06521	0.0705
PRT							1.00000	-0.74796**	0.06626	-0.40009	-0.42554	-0.1741
HUM								1.00000	-0.17211	0.70656**	0.33854	0.12657
PRT2									1.00000	-0.45611	-0.51544	0.14333
GRA										1.00000	0.43959	0.02301
FIB											1.00000	-0.2162
TDN												1.00000

Donde:

Flor= Días a Floración.
APT = Altura de Planta.
EXS = Exersion.
TNJ = Tamaño de Panoja.
SEM = Peso de 1000 Granos.
RDM = Rendimiento Grano.
PRT = Proteína
HUM = Humedad
PRT2= Proteína.
GRA = Grasa.
Fib = Fibra.
TDN = Total de Nutrientes
Disponibles

* Correlación Significativa al 0.05
** Correlación Altamente Significativa= 0.01
N S. No significativo.