

FALLA DE ORIGEN
EN SU TOTALIDAD

00361

70
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DE (1) GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) Y MAIZ (*Zea mays* L.) EN CONDICIONES DE TEMPORAL Y (2) SU USO PARA CONSUMO HUMANO, EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEL RINCON, GTO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
BIOL. FLORA MARIA CORNEJO OVIEDO

DIRECTOR DE TESIS:
M.C. ING. LUIS ANTONIO PARRA NEGRETE

MEXICO, D. F

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

Con base en la información obtenida en 1987 y 1988 por el Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato, se experimentaron 6 variedades experimentales de sorgo: UGTO 103, UGTO 107, UGTO 108, UGTO 109, UGTO 110 y UGTO 62641 y dos híbridos comerciales de sorgo: NK 308 y DK D-55, para hacer su comparación con dos variedades criollas de maíz: Vaqueroño y Jesús del Monte y dos híbridos comerciales de maíz: 117 WR y AN 430R en el rancho del Centro de Investigación y Difusión Agropecuaria Loyola ubicado en Jesús del Monte, municipio de San Francisco del Rincón, Gto.

Bajo condiciones de agricultura de temporal, con una precipitación pluvial acumulada de julio a diciembre de 460.9 milímetros, una temperatura media del ciclo de 17.35 grados centígrados, en suelos predominantemente arcillosos, con alcalinidad de ligera a moderada (pH de 7.2 a 8.2) y salinidad de ligera (2.15 mmhos/cm) a moderada (7.07 mmhos/cm).

Se cuantificaron variables morfológicas y de comportamiento agronómico, analizándose bromatológicamente los granos de los genotipos, el contenido de taninos en sorgo y se elaboró la tortilla para hacer la prueba de evaluación sensorial.

Al hacer la separación por variedades e híbridos por especie, para rendimiento biológico y rendimiento de grano, las variedades experimentales de sorgo presentaron diferencia altamente significativa, mientras que los híbridos comerciales de sorgo, las variedades criollas de maíz y los híbridos comerciales de maíz, no presentaron diferencia significativa para las dos variables.

En las comparaciones ortogonales, las variedades experimentales de sorgo fueron superadas por los híbridos comerciales de sorgo, para rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha. En su confrontación con las variedades criollas de maíz no hubo significancia estadística, y con los híbridos comerciales de maíz no presentó diferencia estadísticamente significativa para rendimiento de grano e índice de cosecha.

Se determinó que en cuanto a rendimiento de grano, la variedad experimental de sorgo blanco UGTO 110 fue de 3.279 ton/ha, en el híbrido comercial de sorgo rojo DK D-55 fue de 3.905 ton/ha, en la variedad criolla de maíz Jesús del Monte fue de 2.284 ton/ha y en el híbrido comercial de maíz 117 WR su rendimiento de grano fue de 2.713 ton/ha, no teniendo diferencias entre sus medias en el análisis *per se*.

Respecto a la cantidad de proteína la variedad experimental de sorgo blanco UGTO 103 presentó un 12.36 %, mientras que la variedad criolla de maíz Vaqueroño presentó un 8.98 %.

El contenido de taninos en las variedades experimentales de sorgo UGTO 110 y UGTO 108 fue bajo (0.03 mg de catequina/100 mg de sorgo).

En la elaboración de la tortilla al hacer la prueba de evaluación sensorial, la mezcla (1:1) de maíz 117 WR + sorgo UGTO 110 no hubo diferencia significativa con la tortilla elaborada a base solo de maíz.

Se concluye que la variedad experimental de sorgo blanco UGTO 110 presentó un uso más eficiente bajo las condiciones del ambiente mencionadas. Y que el consumo de tortillas elaboradas con la mezcla de sorgo y maíz son una fuente de energía y proteína, pudiendo ser un complemento al consumo alimentario en zonas con temporal deficiente o bien cuando la disponibilidad del maíz no es suficiente.

FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

A MIS PADRES

ELADIO CORNEJO LUGO

MARIA GUADALUPE OVIEDO DE CORNEJO

A LA UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA - PLANTEL LEON

**Arq. Carlos Velasco Arzac.
Ing. David Martínez Mendizábal.
Sra. Martha Vega Velasco (q.e.p.d.)
Ing. Juana María Torres Reyna.
M. C. Biol. Mario Figueroa Trujillo.
Ing. Martha Mora Cantoral.
Dr. Vicente de Alba Monroy.**

A LA ESCUELA DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.

**Dr. José Luis Barrera Guerra.
Ing. M.C. Luis Antonio Parra Negrete.
Ing. Eiba Rosa Barbosa Jaramillo.**

A LA COMUNIDAD DE JESUS DEL MONTE

Clementina y Sara Gamño.

**Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la
realización de este trabajo.**

AGRADECIMIENTOS

ESPECIALMENTE A:

**DR. DAVID FLORES ROMAN
M.C. ING. LUIS ANTONIO PARRA NEGRETE**

A LOS MIEMBROS DE LA H. COMISION DICTAMINADORA

**M. en C. NICOLAS AGUILERA HERRERA
DRA. NORMA EUGENIA CALDERON GARCIA
DR. DAVID FLORES ROMAN
M. en C. MIGUEL ORTIZ OLGUIN
M. C. ING. LUIS ANTONIO PARRA NEGRETE
M. en C. ROSALIA RAMOS BELLO
M. en C. MARIA DEL SOCORRO GALICIA PALACIOS**

A LA FACULTAD DE CIENCIAS

Y A LA

U. N. A. M.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	I
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	
2.1 Clasificación taxonómica del sorgo.	4
2.2 Características generales del sorgo.	4
2.3 Comparación entre una variedad y un híbrido.	6
2.4 Adaptación y adaptabilidad de variedades e híbridos.	7
2.5 Evaluación precedente de los genotipos utilizados.	8
2.6 Análisis proximal del grano de sorgo.	9
2.6.1 Hidratos de carbono.	10
2.6.2 Proteínas.	11
2.6.3 Lípidos.	12
2.6.4 Polifenoles.	13
2.6.5 Vitaminas y minerales.	14
2.7 Sorgo como alimento humano.	15
2.8 Productos elaborados en la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.	16
2.9 Pruebas sensoriales de productos alimenticios.	18
2.10 Descripción general de la zona de estudio.	20
III. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Genotipos utilizados.	23
3.2 Planeación de la investigación.	24
3.2.1 FASE 1: Evaluación agronómica.	24
3.2.2 FASE 2: Análisis proximal de los granos obtenidos.	31
3.2.3 FASE 3: Prueba de nivel de agrado.	32

	Página
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	
4.0 Datos climáticos, evaluación de muestras de suelo, germinación <i>in vitro</i> , emergencia en campo y cobertura de parcela.	37
4.1 Evaluación de variables morfológicas y de comportamiento agronómico de los 12 genotipos <i>per se</i> .	46
4.2 Evaluación de variables morfológicas y de comportamiento agronómico separando por especie: sorgo y maíz.	60
4.3 Evaluación de comparaciones ortogonales de Rendimiento Biológico, Rendimiento Económico (o de grano) e Índice de Cosecha.	62
4.4 Evaluación de Rendimiento Biológico, Rendimiento Económico e Índice de Cosecha, por especies.	63
4.5 Evaluación de los genotipos según tipo de consumo.	65
4.6 Evaluación del análisis proximal de harinas de los granos según tipo de consumo.	67
4.7 Evaluación sensorial del alimento elaborado.	73
V. CONCLUSIONES	78
VI. LITERATURA CITADA	82
VII. APENDICE	86
FASE 1	
A.1 Análisis de Varianza y Prueba de Tukey de las variables analizadas de los 12 tratamientos <i>per se</i>	89
A.2 Análisis de varianza y Prueba de Tukey por tipo de especie.	97
A.3 Análisis de varianza y Prueba de Tukey por variedad o híbrido.	107
A.4 Análisis de varianza y Prueba de Tukey por tipo de consumo.	111

	Página
A.5 Comparaciones ortogonales para Rendimiento Biológico. Rendimiento de Grano e Índice de Cosecha.	114
FASE 2	
A.6 Análisis de Varianza del Análisis Proximal.	117
A.7 Comparaciones Ortogonales del % de Proteína.	122
FASE 3	
A.8 Análisis de Varianza de 2 vías de la Prueba de Agrado.	123
A.9 Diferencia Mínima Significativa.	124

INDICE DE CUADROS

	Página
2.1 Características de variedades experimentales e híbridos comerciales de sorgo evaluados con anterioridad.	9
2.2 Composición química de granos de sorgo.	10
2.3 Promedio de los principales constituyentes en algunos cereales.	10
2.4 Fraccionamiento por solubilidad de la proteína del sorgo comparada con la del maíz.	12
2.5 Contribución de los ácidos grasos a los lípidos de los cereales de sorgo y maíz.	13
2.6 Promedio de las composiciones de vitaminas en los granos enteros de sorgo, fracciones y del maíz.	14
2.7 Composición mineral y elementos traza del germoplasma de 99 sorgos seleccionados y del maíz.	15
3.1 Clasificación por ciclo biológico de los genotipos de sorgo y maíz evaluados en el Centro de Investigación y Difusión Agropecuaria Loyola en 1992.	23
3.2 Matriz de las comparaciones ortogonales para Rendimiento Biológico, Rendimiento de Grano e Índice de Cosecha de los genotipos evaluados.	29
R.1 Síntesis meteorológica en el sitio experimental, durante el ciclo biológico.	38
R.2 Análisis físico y químico del suelo en el sitio experimental.	40
R.3 Pruebas de germinación <i>in vitro</i> , emergencia en campo, días a floración, cobertura de parcela, tipo de panoja y color de grano.	43
4.0 Significancia estadística del Análisis de Varianza para variables morfológicas y de comportamiento agronómico de los 12 genotipos <i>per se</i> .	48
4.1 Medias de las variables analizadas y Prueba de Tukey.	48
4.2 Significancia estadística del Análisis de Varianza para las variables analizadas, separando por especies.	60
4.3 Medias de las variables analizadas y Prueba de Tukey.	61
4.4 Significancia estadística del Análisis de Varianza para las comparaciones ortogonales de Rendimiento biológico, Rendimiento de grano e Índice de Cosecha.	63
4.5 Significancia estadística del Análisis de Varianza, separando en variedades e híbridos por especies.	64
4.6 Medias de las variables de Rendimiento biológico, Rendimiento de grano e Índice de cosecha, separando por variedades e híbridos y Prueba de Tukey.	64

	Página
4.7 Significancia estadística del Análisis de Varianza para Rendimiento biológico, Rendimiento de grano e Índice de cosecha separando los genotipos por tipo de consumo.	66
4.8 Medias de las variables anteriores y comparación con la Prueba de Tukey.	66
4.9. Significancia estadística del análisis proximal según tipo de consumo.	68
4.10 Significancia estadística de las comparaciones ortogonales del porcentaje de proteína.	69
R.4 Promedio del análisis proximal de los granos.	70
R.5 Determinación semicuantitativa de Taninos, contenido y calificación en harina integral de sorgo "blanco" y "rojo".	70
4.11 Criterios de selección de muestras para el producto elaborado.	73
4.12 Significancia estadística del Análisis de Varianza de dos vías y Diferencia Mínima Significativa para la prueba de agrado del producto elaborado (tortilla).	74
R.6 Rendimiento de grano, Valor de la producción y Valor real estimado.	76
R.7 Promedios del porcentaje de proteína, rendimiento de grano, valor real estimado y contenido de taninos.	77
R.8 Genotipos seleccionados para la elaboración de tortilla.	77

INDICE DE FIGURAS

	Página
1 Zona de estudio. Municipio de San Francisco del Rincón, Gto.	22
2 División del área experimental para la obtención de muestras de suelo.	25
3 Condiciones climáticas en el sitio experimental.	39
4 % de germinación in vitro y % de cobertura de parcela.	44
5 Días a floración (por genotipos).	45
6 Excursión (genotipos de sorgo).	50
7 Longitud de panoja (genotipos de sorgo).	51
8 Altura total de planta (por genotipos).	52
9 Calificación de planta (por genotipos).	53
10 Sanidad foliar (por genotipos).	54
11 Número de tallos/Parcela Util (por genotipos).	55
12 Número de panojas-mazorcas/Parcela Util (por genotipos).	56
13 Peso de panojas-mazorcas/P.U. y Rendimiento de grano o económico ton/ha (por genotipos).	57
14 Rendimiento biológico o biomasa kg/P.U. (por genotipos).	58
15 Índice de cosecha (por genotipos).	59
16 % de Proteína (por genotipos).	71
17 Contenido de taninos (genotipos de sorgo).	72

I. INTRODUCCION

En México, la base de la alimentación humana la constituye principalmente el maíz. Sin embargo en los últimos años se ha tenido un déficit en la producción de este cereal, el que se ha cubierto mediante la importación de grano o de harina. Siendo su importación de 4,102.44 ton con un costo de \$435,346.00 dólares y la superficie cosechada de 265,622 ha, con una producción de 408,406 ton y un rendimiento de 1,540 ton/ha (INEGI,1991).

Más del 50 % del maíz en México, se cultiva en grandes áreas de escasa precipitación pluvial y/o de distribución irregular que no satisfacen las necesidades mínimas de humedad para que la planta se desarrolle bien, ocasionando que las condiciones de vida de un gran número de habitantes de esas áreas sean bastantes precarias (Betancourt,1983). Por otro lado, el agricultor sabe que el sorgo es un cultivo que resiste más que el maíz condiciones limitantes de humedad, sin embargo tiene definido en sus patrones culturales que el grano de sorgo es solo para consumo animal.

Por su parte, la introducción del cultivo de sorgo a México en la década de los 60's, tuvo como principal finalidad, contar con un cultivo resistente a la sequía para zonas que tienen una precipitación pluvial limitada o mal distribuida, suelos pobres en nutrientes y tolerantes a ciertas concentraciones de sales, lo que se presenta en muchas regiones áridas y semiáridas de nuestro país. Sin embargo, la producción de sorgo ha ocupado las mejores tierras; así observamos que las regiones más productivas del país como Tamaulipas, Sinaloa y el Bajío ahora son sembradas con sorgo.

En esta década ocurrió una expansión acelerada del cultivo de sorgo en superficie y producción: el incremento de la superficie se debió a la gran demanda de este cultivo por parte de la industria pecuaria y a su extraordinaria adaptación que va desde 0 hasta los 1,800 mm (Robles,1983).

Así para el estado de Guanajuato, INEGI (1991) reporta que la superficie cosechada de sorgo (1989) fue de 152,188 ha, con una producción de 1,035,350 ton y un rendimiento de 6,800 ton/ha. Siendo su importación de 2,859.73 ton con un costo de \$ 331,293.00 dólares.

En otros países, como es señalado por Rooney y Murty (1982), el sorgo se ha constituido como un sustituto del maíz por ser fuente de calorías y proteínas, usándose en la preparación de diversos alimentos cuando la disponibilidad del maíz no es suficiente.

Alrededor del 75 % del sorgo producido en el mundo es usado para alimentación humana (de Geus,1973) y está colocado en importancia después del arroz, el maíz y el trigo, en términos de consumo mundial. Además el mismo autor señala que, es usado como alimento básico en África, Asia, India, Pakistán, China, Honduras, El Salvador y Guatemala. Alimentos como pan sin levadura (roti, tortilla), pan con levadura (injera, kiswa, dosai), gachas -atole- densas (to, tuwo, ugali), gachas aguadas (ogi, ugi), productos cocidos al vapor (couscous), grano hervido (soru), alimentos de bocadillo (palomitas de sorgo, abarrote, rosquito) y bebidas con y sin alcohol (burkutu, ing, cerveza, vino) son consumidos en los países mencionados (de Geus, op.cit.).

Debido a su gran adaptación en las zonas templadas de México, comparada con la del maíz, se ha propuesto como un complemento en la producción de alimentos para consumo humano; con la ventaja de que en ciertas condiciones limitantes, se obtienen mayores rendimientos por hectárea sembrada que en el maíz, además de ser un cultivo que presenta mayor resistencia a las condiciones críticas de la agricultura de temporal, y puede representar una alternativa para las limitaciones económicas de los agricultores o campesinos de estas zonas (Paul, 1983). Es así que en dichas zonas donde la cosecha del maíz puede ser errática o ser insuficiente, el campesino podría disponer de otro cereal para su consumo.

Valladares (1990) menciona que México ocupa el quinto lugar del mundo con áreas de riego (más de 5 millones de hectáreas), sin embargo el país sigue importando buena parte de sus alimentos de subsistencia básica y agrandando su dependencia alimentaria.

Para cubrir la demanda actual del país y evitar importaciones se necesita incrementar la superficie actual, lo cual es factible abriendo nuevas áreas al cultivo o desplazando otros cultivos, sobre todo bajo condiciones de temporal. Además como menciona Aguilera (1989), las características del suelo ejercen gran influencia sobre la ecología vegetal, edáfica, animal y en el ser humano; en donde estas características y sus efectos sobre las plantas varían en el espacio, en el tiempo y por las condiciones del medio ambiente.

En este sentido y ante la demanda de granos, en el mercado no existen híbridos o variedades de sorgo formadas exprofeso para ser sembradas en tierras marginales, por lo que el uso de variedades de polinización libre para las condiciones señaladas podrían ayudar a tener un uso más eficiente de esos ambientes (Vega, 1983).

La Escuela de Agronomía y Zootecnia (E.A.Z.) de la Universidad de Guanajuato, realiza desde 1978 investigaciones sobre mejoramiento genético de líneas de polinización libre de sorgo con buenas características en calidad de grano; a la fecha se ha ensayado la elaboración de algunos productos comestibles a base de este grano, como son tortillas, tamales y atole, con resultados que indican la factibilidad de su aprovechamiento (Parra, 1993).

Por otro lado, particularmente en México como recomienda Valladares (1990), hay que considerar que existen elementos que contribuyen a desacreditar todo tipo de alimentos que se salen del esquema ortodoxo de alimentación en Occidente, como son la carga ideológica (educación formal y la publicidad de esquemas alimentarios monolíticos) además del desconocimiento de especies que pueden ser aprovechadas por la población rural.

Aunado a lo anterior, el descenso en los niveles reales de ingreso de la población y su impacto en la alimentación ha ocasionado los siguientes fenómenos: disminución en los promedios de su ingesta calórica y proteica; transformación de carácter regresivo en los patrones de consumo de alimentos; profundización de la desnutrición en los sectores marginados de las ciudades y el campo, y creciente vulnerabilidad ante enfermedades de las personas más débiles (niños, mujeres embarazadas, enfermos y ancianos).

FALLA DE ORIGEN

Además, la crisis y la inflación han engendrado cambios regresivos en la estructura del consumo de alimentos de los mexicanos, en especial de la población rural, ya que si en 1960 el consumo de alimentos provenía de alimentos de origen vegetal, ya para 1982 derivaba de productos de origen animal. Ahora se puede señalar que nuevamente, ante el deterioro salarial, crecientes segmentos de la población se han visto obligados a optar nuevamente por la proteínas vegetales frente a las de origen animal. (Romero, 1991).

La presente investigación, fué planteada con base en lo descrito anteriormente, partiendo de la siguiente hipótesis y objetivos.

Hipótesis

Algunos de los genotipos de sorgo evaluados con características de calidad de grano formados en la E.A.Z. de la U. de Gto., permitirán un uso más eficiente de las condiciones de la agricultura de temporal en la zona de estudio, además dichos genotipos podrían ser una alternativa de consumo alimentario como complemento del maíz para los habitantes de comunidades marginadas.

Objetivo general

Evaluar características morfológicas, de comportamiento agronómico, bromatológicas y organolépticas de variedades experimentales de sorgo formadas en la E.A.Z. de la U. de Gto., híbridos comerciales de sorgo, variedades criollas de maíz e híbridos comerciales de maíz, en una localidad bajo condiciones de agricultura de temporal.

-Objetivos específicos

1. Identificar las variedades e híbridos de sorgo y de maíz de mejor rendimiento en la zona de estudio.
2. Valorar las variedades e híbridos con mejor calidad de grano y elaborar productos alimenticios a base de sorgo solo o combinado con maíz.
3. Diagnosticar a través de la evaluación sensorial, el o los productos elaborados que pudieran tener aceptación en la comunidad.

-Objetivos secundarios

1. Aportar información para contribuir a la inscripción, registro y liberación de alguna(s) variedad(es) experimental(es) de sorgo formadas y obtenidas en la E.A.Z. de la U. de Gto. para su utilización por agricultores de la región.
2. Proporcionar a comunidades marginadas aledañas al municipio de San Francisco del Rincón, Gto., una alternativa de complementación en su dieta alimentaria, mediante el sorgo con características para consumo humano.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica del sorgo.

En 1753, Linneus describió en su "Species Plantarum" tres especies de sorgo cultivado: *Holcus sorghum*, *H. saccharatus*, y *H. bicolor*. En 1794 Moench distinguió el género *Sorghum* del género *Holcus*; en 1805 Persoon creó el nombre *Sorghum vulgare* para *H. sorghum* (L.) y en 1961, Clayton consideró *Sorghum bicolor* (L.) Moench, como el nombre específico correcto de los sorgos cultivados (Compton, 1990).

El género *Sorghum* spp. pertenece a la División Spermatophyta, Clase Angiospermae, Subclase Monocotiledoneae, Orden Graminales, Familia Gramineae, Subfamilia Panicoideae y Tribu Andropogoneae (Benson, 1979).

de Wet en 1978 mejoró las clasificaciones realizadas por Snowden en 1936 y por Doggett en 1970, y reconoce cinco secciones del género *Sorghum*: *Stiposorghum*, *Parasorghum*, *Sorghum*, *Heterosorghum*, y *Chaetosorghum*.

La sección *Sorghum* la divide en tres especies: *S. halepense*, *S. propinquum* y *S. bicolor* (L.) Moench. Esta última la divide en tres subespecies *bicolor*, *drummondii* y *arundinaceum*.

Harlan y de Wet en 1972 dividen a la subespecie *bicolor* en cinco razas básicas, *bicolor*, *caudatum*, *durra*, *guinea* y *kafir*, y 10 razas híbridas que combinan las características de por lo menos dos de las razas básicas. Las razas básicas se pueden identificar por su tipo de espiguilla.

A diferencia de la clasificación de Snowden en la que examina varias categorías, como son: secciones, subsecciones, series, subseries - *drummondii*, *guineensis* (*shallu*), *nervosa* (*Acualiangs*), *bicoloria*, *cafra* (*kafir*, *leteritas*) y *durra* -, especies cultivadas, especies silvestres y variedades, que toman el nombre de acuerdo a las diversas zonas del mundo en donde se ha cultivado el sorgo; siendo la clasificación de de Wet la más útil en la práctica.

2.2 Características generales del sorgo.

El sorgo es una planta con las siguientes características, según lo señalan Wall y Ross (1975).

Maduración. Las variedades difieren en el periodo de madurez, ya que responden en forma distinta al fotoperiodo y a la temperatura. El sorgo puede ser precoz, intermedio y tardío. Cada uno tiene sus ventajas y depende de la fecha de siembra, pero en general los tardíos rinden más que los intermedios y éstos que los precoces. En condiciones limitantes de humedad, los granos precoces pueden tener mayor producción en la parte final del ciclo biológico.

Altura. En la mayoría de las zonas donde se siembra sorgo se prefiere la mayor altura, pero en las regiones donde el grano se cosecha mecánicamente se requiere una talla reducida, que puede oscilar entre 1.0 y 1.5 m.

Color del grano. Cambia según la variedad, desde el blanco hasta un castaño rojizo muy intenso, con matices intermedios de rosa, rojo, amarillo, castaño, gris y otros. El color del grano está determinado por la pigmentación del pericarpio, la testa y el endospermo.

Las variedades de semilla castaña se usan para hacer cerveza, se ha considerado a la pigmentación como un inconveniente por su gusto amargo. Sin embargo, resisten a los hongos que las atacan durante su maduración en los climas húmedos, y el sabor amargo repele a los pájaros, de modo que estas características resultan convenientes en ciertas regiones.

Para consumo humano y para ciertos niveles de calidad en la preparación de alimentos se prefiere el sorgo de grano blanco.

En México, el grano rojo se produce en mayor abundancia y se usa como alimento para ganado y aves de corral.

Color de la planta. Las partes verdes de la planta de sorgo, incluyendo hojas, tallo y glumas, se pigmentan cuando maduran, al sufrir daño o cuando se marchitan. La coloración que tomen (púrpura, roja y pajiza) está determinada principalmente por un loci con series alélicas y esto mismo es lo que controla la pigmentación del grano. Así, en hojas y vainas foliares de las variedades de semilla roja hay un pigmento de este color (que está relacionado con el contenido de ac. cianhídrico), pero falta en las variedades de semilla blanca que poseen bajo contenido de taninos y por lo tanto tienen mejor calidad de grano.

Endospermo. Comprende la porción mayor (80 al 85 %) del grano de sorgo, por lo que sus características son de importancia para determinar la calidad del grano. El endospermo está constituido principalmente por almidón de dos clases: amilosa y amilopectina. La mayor parte de las variedades llamadas comúnmente de endospermo "amiláceo" tienen una mezcla de ambos hidratos de carbono, lo cual les da la coloración purpúrea característica con la prueba del yodo. Ciertas variedades en las que predomina la amilopectina tienen almidón "ceroso", que con yodo se tinte de rojo a púrpura-rojizo. Las propiedades gelatinosas de estos dos tipos de almidones son distintas.

Los granos pueden ser muy duros o muy blandos y harinosos. Algunos son tan córneos que se preparan como el maíz para hacer palomitas; otros tipos son tan blandos que se deterioran si se les deja en el campo después de haber madurado. El color de los endospermos de los granos de sorgo por lo general es blanco, pero hay algunos amarillos (xantofilas y carotenos), y el contenido de xantofila no es suficientemente elevado como para obtener la pigmentación amarilla ideal en la piel de las aves de corral.

Tamaño del grano. Por lo general conviene utilizar un grano grande para la alimentación animal y la elaboración de alimentos, pero la mayoría de los híbridos que se utilizan son de similar tamaño. Sin embargo, existiría una relación inversamente proporcional entre el tamaño y la cantidad de semillas.

Resistencia a las enfermedades. Muchos programas de cruzamiento han tenido como finalidad el desarrollo de líneas resistentes a las enfermedades, pues se sabe que existe una resistencia hereditaria a algunas de ellas. En la región del Bajío las principales enfermedades que pueden ocasionar daño al sorgo son: la roya de la hoja *Puccinia purpurea* Cooke, el tizón de la hoja *Helminthosporium turcium* Pass., el carbón de la panoja *Sphaelotheca reiliana* (Kuhn) Clinton, el mildiú *Peronosclerospora sorghi* y el tizón de la panoja *Fusarium moniliforme* Sheldon (Williams, et al., 1978).

Resistencia a los insectos. El sorgo es atacado por muchos insectos, se han observado diferencias variables de resistencia a la chinche *Blissus leucopterus*. Las observaciones indican diferencia entre las variedades en su resistencia a la mosca del sorgo *Contarinia sorghicola*. Los granos más cónicos acusan los daños en un tiempo más largo que los de endospermo harinoso, y las semillas pequeñas son menos perjudicadas que las grandes.

La resistencia al gusano de la cápsula *Heliothis armigera* depende aparentemente del tipo de panoja ya que las variedades con panoja compacta son un refugio para las larvas, mientras que en las variedades de panoja abierta los gusanos son destruidos por sus depredadores. En el Bajío las plagas más comunes son: gusano soldado *Pseudaletia unipuncta*, el pulgón verde *Schizaphis graminum* y la chinche café *Oebalus pugnax*.

Resistencia a los pájaros. Muchas especies de pájaros se alimentan con los granos en desarrollo o maduros. Las panojas que tienen pedúnculos encorvados, son tan compactas que los pájaros sólo pueden comer las semillas más superficiales. Los tipos con semillas de color castaño, no son palatables en estado lechoso, pero cuando están maduras pueden ser ingeridas por las bandadas de pájaros migratorios. Los tipos con panoja abierta, no brindan suficiente apoyo a los pájaros y por ello no lo ingieren.

Los pájaros tampoco consumen los granos cuando las glumas son largas y las aristas son grandes, que corresponden a su preferencia por el color.

2.3. Comparación entre una variedad y un híbrido.

Wall y Ross (1975) citan que es de esperarse que variedades e híbridos por su origen presenten diferencias importantes en las características de la planta y el grano, y en las respuestas fisiológicas a los factores ambientales.

Gardner (1985) define a un híbrido de cualquier especie vegetal, como el descendiente de dos o más progenitores homocigóticos que difieren en uno o más genes y Brauer (1969), menciona que una variedad es un grupo de individuos homocigóticos de una misma especie, que difieren en caracteres menores al resto de la especie, por lo que es heterogéneo.

En la actualidad se producen comercialmente sorgos híbridos que manifiestan heterosis como consecuencia del cruzamiento de líneas diferentes entre sí. Donde Romero y Guiragossian (1984), consideran que un híbrido es bueno, cuando muestra una heterosis superior al 20 % en relación con la mejor línea progenitora.

En el caso del maíz en México, del sorgo en la India y de algunos países de África, actualmente la productividad de un híbrido ha desplazado al mosaico de variedades tradicionales que permiten la variación del germoplasma, y puede limitarlo cuando se enfrenta a ambientes diversos (Barkin y Suárez, 1983).

Santoyo (1991) menciona que en las especies que se reproducen por autopolinización, la homocigocidad se presenta en la mayoría de los genes, debido a que los mutantes recesivos son deletéreos y por lo tanto son eliminados; entonces las autofecundaciones no exhiben una disminución en vigor. Para el sorgo, la heterosis se ha evaluado en las características morfológicas (en etapa madura); Hernández en 1988, citado por Santoyo (1991) evaluó 20 variedades de polinización libre de sorgo en siete ambientes de temporal con precipitaciones pluviales menores de 550 mm en Guanajuato; de las cuales los híbridos comerciales de sorgo fueron: Dekalb 55, Wac 696 y NK 308 y otros híbridos propios del INIFAP. Concluyendo que en las variedades de polinización libre existe un potencial de rendimiento semejante a los híbridos comerciales.

El INIA (1981) reporta que el uso a gran escala de semilla nacional que llegara a sustituir a los híbridos importados con menor adaptación y rendimiento, podría originar una producción de grano sustancialmente mayor y se podría tener un futuro potencial que pueda abastecer a la gran demanda de productos para el consumo humano y para la alimentación animal.

2.4. Adaptación y adaptabilidad de variedades e híbridos.

El estudio de poblaciones de diferente constitución genética, permite conocer las relaciones que se establecen entre los individuos de esas poblaciones; así, sobrevivirán los individuos que según su genoma les de la posibilidad de adaptarse a los cambios del ambiente.

Entonces la adaptación de una especie estará relacionada con la competencia intraespecífica e interespecífica.

Respecto a las variedades Miller et al (1962) mencionan que tienen una respuesta diferencial cuando crecen en ambientes distintos y en cuanto a los híbridos de maíz Kannenberg (1974) citado por Trujillo (1985) relaciona que su rendimiento es inversamente proporcional a la densidad de siembra.

Por lo que para existir, una población debe de adaptarse a su medio inmediato, es decir los individuos de la población deben poseer genotipos y fenotipos que les permitan vivir en las condiciones dominantes (Mettler y Gregg, 1979). Dobzhansky (1964) citado por Mettler y Gregg (1979) considera la carga genética en términos de adaptación de las poblaciones; basada en el promedio de aptitud de los individuos heterocigóticos, siendo mayor en éstos que en los homocigóticos.

Allard y Bradshaw (1964) señalan que la respuesta de adaptabilidad al medio de los genotipos, puede ser por:

1) Amortiguamiento individual: los individuos por sí mismos pueden ser buenos amortiguadores, así cada miembro de la población tiene una amplia adaptación en una gama de ambientes, como las poblaciones homogéneas de líneas puras y cruza simples.

2) Amortiguamiento poblacional: una variedad al estar compuesta de un número de genotipos diferentes, en la cual cada genotipo está adaptado a una gama distinta de ambientes. El amortiguamiento surgirá de la interacción de los diferentes genotipos.

En las poblaciones heterogéneas puede presentarse ambos tipos de amortiguamiento. Así, la diversidad genética promueve la adaptación ante fluctuaciones ambientales.

Clay y Allard (1969) mencionan que poblaciones heterogéneas (variedades) producidas por mezclas de diferentes genotipos tienen ciertas ventajas como son:

- a) rendimiento muy alto, por un uso más eficiente del ambiente debido a las interacciones positivas intergenotípicas.
- b) estabilidad grande de rendimiento en diferentes ambientes.
- c) baja incidencia de enfermedades.

Cabe aquí puntualizar que los híbridos son cultivares modernos completamente homogéneos porque desde el punto de vista estético o por el uso de maquinaria, el agricultor así lo prefiere. Dichos cultivares presentan un genoma limitado, debido a la selección artificial y a que han sido sometidos de manera intensa y unidireccional a condiciones ambientales más favorables.

A medida que la variabilidad genética disminuye en las plantas cultivadas, como los híbridos con genotipo heterocigótico y fenotipo homogéneo, son menos capaces de responder a las presiones del ambiente. Por lo que las variedades (mezclas de genotipos) presentan algunas ventajas al ser genotípicamente homocigóticas y fenotípicamente heterogéneas, adaptándose de una forma más eficiente a las variaciones ambientales (Tong, 1980).

Como menciona Parra (1993) en sorgo, las variedades de polinización libre pueden ser inferiores en rendimiento de grano en comparación con los híbridos, pero pueden resultar con ciertas ventajas para el agricultor debido a su gran adaptabilidad a condiciones cambiantes del ambiente, como presencia de enfermedades, salinidad, sequía, pedregosidad y que además puede conseguirlas a bajo costo, o reproducirlas, mientras que en el caso de los híbridos, año con año tiene que comprar su semilla.

Así, las variedades presentan características fenotípicas heterogéneas respondiendo con un comportamiento más amortiguado ante ambientes diversos, debido a mayores recombinaciones frecuentes durante las polinizaciones en comparación con los híbridos que tienen fenotipos homogéneos.

2.5. Evaluación precedente de los genotipos utilizados.

El cuadro 2.1 concentra los datos reportados en dos trabajos de tesis y los de un folleto de una compañía comercial, en donde aparecen algunas de las variedades experimentales de sorgo y un híbrido comercial de sorgo, que se emplearon en este trabajo.

FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2.1 Características de variedades experimentales e híbridos comerciales de sorgo evaluados con anterioridad.

	UG - 110 *	UG - 103 *	UG - 107*	D - 55 **
R.G. (kg/ha)	7,071	6,960 (3,130)	7,055 (2,302)	3000 - 5000 (3,561)
D.F. (días)	80	88 (101)	90 (103)	75 (83)
A.T.P. (m)	1.30	1.27 (1.12)	1.51 (1.24)	1.35 (1.23)
E. (cm)	6	14 (3.6)	11 (3.9)	18 (13)
L.P. (cm)	23	22 (23)	26 (26.4)	28 (28.6)
T.P.	C	SC	SC	SC
C.G.	2	1	3	3
S.F.	2	3	3	
R.B. (kg/ha)	35,138	44,066	46,886	
I.C.	0.20	0.16	0.15	

* Datos promedio de 19 localidades y 3 años (Santoyo, 1991).

** Rango reportado en folleto demostrativo de compañía comercial.

() Datos reportados por Castañón, 1993.

En donde:

R.G. kg/ha = rendimiento de grano en kilogramos por hectárea. D.F. = días a floración. A.T.P. = altura total de plantas en metros. E cm = exersión en centímetros. L.P. cm = longitud de panoja en centímetros. T.P. = tipo de panoja (C= compacta; SC= semicompacta). C.G. = color de grano (1= blanco, 2= blanco cremoso, 3= rojo claro). S.F. = sanidad foliar (2 = ligero daño, 3= intermedio). R.B. kg/ha = rendimiento biológico o biomasa en kilogramos por hectárea. I.C. = índice de cosecha.

2.6. Análisis proximal del grano de sorgo.

El conocimiento de la composición química de los alimentos nos permite su utilización en una forma racional. Cuando se emplean cuadros de composición tienen limitaciones ya que indican únicamente promedios; además de existir variaciones en la composición química por diferencias entre especies, localización geográfica, sistemas de recolección procesos industriales y sistemas agrícolas (Tejada, 1985).

Como el maíz y el trigo, el grano de sorgo tiene bajo contenido en fibra y ceniza, su nivel proteico es un poco más elevado que el del maíz o el del arroz. Su contenido de aceite es menor que el del maíz o avena, pero más alto que el del arroz, trigo o cebada. El contenido de cenizas del sorgo es inferior al de los cereales que tienen glumas fijas; entre los cereales más comunes, luego del maíz, es el que tiene mayor cantidad de energía total.

Con el desarrollo de variedades e híbridos mejorados de sorgo granifero, de riego y fertilización, el grano ha aumentado de tamaño y mejorado su contenido amiláceo y se ha reducido el contenido proteico.

También la diversidad en la composición del grano puede derivarse de diferencias en sus distintas partes: endosperma córneo y endosperma harinoso.

En los siguientes cuadros se pueden observar algunos componentes químicos del sorgo

Cuadro 2.2. Composición química de granos de sorgo.

Constituyente	No. de genotipos	Rango	Media	D.E. ±
Proteína %	10,479	4.4 - 21.1	11.40	0.10
Prot. soluble en agua %	80	0.3 - 0.9	0.60	0.01
Lisina (g/16gN)	412	1.6 - 3.64	2.09	0.09
Almidón %	160	55.6 - 75.2	69.50	2.36
Amilosa %	80	21.2 - 30.2	26.90	0.88
Azúcares solubles %	160	0.7 - 4.2	1.20	0.03
Azúcares reductores %	80	0.05 - 0.53	0.12	0.004
Fibra Cruda %	100	1.0 - 3.4	1.90	0.03
Grasa %	160	2.1 - 7.6	3.30	0.06
Cenizas %	160	1.3 - 3.3	1.90	0.01

Tomado de: Salunkhe, et al. 1984.

Cuadro 2.3. Promedios de los principales constituyentes en algunos cereales.

	SORGO	MAIZ	TRIGO	ARROZ
-PESO SECO-	(10.5)	(10.6)	(16.3)	(11.10)
Proteína %	7.1 - 14.2 (12.4)	10.0 (10.5)	11.5 (13.7)	8.0 (10.4)
Lípidos %	2.4 - 6.5 (3.6)	4.5 (4.7)	2.0 (2.4)	1.5 (1.6)
Hidratos de carbono %	70.0 - 90.0 (79.7)	71.0 (80.1)	70.0 (77.1)	77.0 (86.05)
Fibra %	1.2 - 3.5 (2.7)	2.0 (2.8)	2.0 (2.7)	0.5 (0.75)
Cenizas %	(1.7)	(1.85)	(1.86)	(1.20)

Tomado de: Hulst et al. 1980.

() datos reportados por Kent, 1987.

2.6.1 Hidratos de carbono

El almidón en el grano de sorgo como en todos los cereales es importante por su contenido energético. Se ha comprobado que constituye entre el 32 y 79 % del grano, según la variedad (El Tinay et al. 1979).

Respecto al contenido de amilosa y amilopectina, en variedades de sorgo granífero, el contenido de amilosa en el almidón oscila entre el 21 y el 34 %, el resto es amilopectina (Miller y Burns, 1970). En las variedades cerosas de sorgo, todo el almidón está constituido por amilopectina (Hoseney et al. 1981).

El contenido de azúcar de los granos maduros oscila entre 0.9 y 6.0 % (Neucere y Sumrell, 1980) mientras que en las muestras inmaduras contienen aproximadamente 13 % (Kersting et al., 1961). se han identificado a la rafinosa, estaquiosa, sucrosa, fructuosa y glucosa.

Según Wall y Blessin (1970) citados por Kent (1987) reportan que la cantidad de azúcares totales en el grano del cereal de sorgo es de 2.0 g/100 g peso seco, mientras que Hirata y Watson (1967) apud. Kent, reportan para azúcares totales en la harina del grano de sorgo 1.1 g/100 g peso seco, disminuyendo principalmente la sacarosa.

2.6.2. Proteínas.

El sorgo tiene proteínas que presentan distintas propiedades físicas, actividades biológicas y valores nutritivos. La calidad de proteína depende de los niveles de los aminoácidos esenciales, en general los sorgos muestran una variación amplia entre los cultivares.

El contenido y la composición de la proteína del endospermo del sorgo están influenciados en primer lugar por el genotipo en cuanto a la eficiencia en la absorción de nitrógeno y su translocación a la semilla y en segundo lugar por el ambiente, principalmente la fertilidad del suelo en cuanto a la forma del nitrógeno aplicado al suelo (Waggle et al., 1967).

El nitrógeno conduce más a menudo a un rendimiento más alto de grano que a un contenido más elevado de proteína en el grano. El nitrógeno foliarmente aplicado, resulta en un mayor contenido de proteína en el grano, que el nitrógeno aplicado al suelo (Hulse et al., 1980).

En cuanto al contenido de aminoácidos tanto Wall y Ross (1975) como Salunkhe (1984) y Kent (1987), difieren en la cantidad de los mismos, además de identificar aminoácidos diferentes en el mismo grano de sorgo y de las fracciones proteicas de albúmina, globulina, prolamina y glutelina.

Los aminoácidos del sorgo son usualmente altos en ácido glutámico (29.75 %), leucina (16.58 %), alanina (12.58 %), prolina (10.31 %) y ácido aspártico (6.25 %). Lisina es el aminoácido más limitante, la metionina es deficiente en sorgos altos en polifenoles; pero han sido identificados algunos genotipos altos en lisina y triptófano (Singh y Axtell, 1973; Hassen et al., 1986; Hoseney et al., 1987).

Salunkhe et al., (1984) mencionan que la calidad de proteína está asociada con las diferentes fracciones en el grano, como son: a) proteínas solubles, albúminas y globulinas (15 %) adecuadas para la panificación, b) proteínas insolubles, prolaminas (26 %) y glutelinas (44 %) del nitrógeno total en el grano. Wall y Ross (1975), determinaron que el contenido proteico del sorgo granífero en diferentes variedades, tiene una variación de 9.94 a 19.00 %, en donde los promedios de las fracciones son: albúmina 5.04 %, globulina 6.46 %, prolamina 47.04 % y glutelina 30.48 %.

Dentro de las fracciones insolubles de la proteína, la prolamina parece ser la menos digerible (Hulse et al., 1980).

Cuadro 2.4. Fraccionamiento por solubilidad de la proteína del sorgo comparada con la del maíz.

% Proteína (N X 6.25)	Porcentaje de proteína			
	-- Proteína soluble --		-- Proteína insoluble --	
	Albumina	Globulina	Prolamina	Glutelina
Sorgo 10 - 19	1 - 3	2 - 9	32 - 59	19 - 37
Maíz 7 - 13	2 - 10	10 - 20	50 - 55	30 - 45

Tomado de: Kent, 1987.

2.6.3. Lípidos.

El contenido de grasa en sorgo tiene un rango de 2.1 a 7.6 %. Los ácidos grasos en las semillas de cereales son principalmente insaturados e incluyen los ácidos oleico, linoleico y linolénico. Los dos últimos son esenciales ya que el organismo humano no los puede sintetizar (Huise et al. 1980).

El contenido de lípidos es más alto en el embrión y más bajo en el endospermo. Aproximadamente el 80 % de los lípidos en el sorgo son no-saturados y los ácidos oleico y linoleico forman el 76 % de todos los ácidos grasos (Neucere y Sumrell, 1980). Se han identificado un gran número de esteroides y ésteres de sorgo; la fracción triptenica incluye lupanol, multiforenol, alfa-amirin e isoarborinol (Palmer y Bowden, 1977).

Estudios en sorgo híbrido comercial, las fracciones de lípidos comprendían al germen (52% de grasa), almidón (1% de grasa), gluten (7% de grasa) y fibra (3% de grasa). Las grasas del gluten y del germen tenían cantidades aproximadamente similares de ácidos oleico y linoleico, pero el gluten contenía mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados. Las grasas del gluten y la fibra contenían hasta el 10 % de ácidos grasos no saponificables y alrededor del 20 % de ácidos grasos libres.

Los lípidos del almidón influyen sobre la claridad de la pasta y la insolubilidad del almidón. Los ácidos grasos libres constituyen el 90 % de la grasa del almidón. La composición de las grasas en el almidón de sorgo es similar a la del maíz.

El grano de sorgo contiene aproximadamente 0.25 % de cera o sea 50 veces más que la del maíz. Los fosfolípidos (lecitina 95% y cefalina 5%) representan alrededor del 5 % del total de los lípidos (Wall y Ross, 1975).

FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2.5 Contribución de los ácidos grasos a los lípidos de los cereales de sorgo y maíz.

	SORGO %*	MAIZ %**
SATURADOS		
- Mirístico (C _{14:0}) %	0.4	---
- Palmítico (C _{16:0}) %	13.2	14.0
- Estéarico (C _{18:0}) %	2.0	2.0
NO SATURADOS		
- Palmito-oleico (C _{16:0}) %	1.3	---
- Oleico (C _{18:1}) %	30.5	33.4
- Linoléico (C _{18:2}) %	49.7	49.8
- Linolénico (C _{18:3}) %	2.0	1.5

Tomado de: * Neucere y Sumrell, 1980. ** Thornton et al. 1969. Citados por Kent, 1987.

2.6.4. Polifenoles.

Todos los sorgos contienen polifenoles que afectan al sabor, apariencia, color y valor nutritivo del grano y sus productos (alimentos y piensos derivados del sorgo). Pueden interferir en la digestión y absorción (biodisponibilidad de nutrimentos), hasta hacerlos tóxicos, especialmente en los sorgos forrajeros ya que forman complejos con las proteínas y las enzimas digestivas (Hoseney et al., 1987).

Los polifenoles presentes en sorgos con contenido alto de taninos, afectan adversamente la disponibilidad y digestibilidad de la proteína (Guragossian et al., 1978). La digestibilidad de la proteína del sorgo es aproximadamente de 50 % (el trigo tiene un 77 %) y es altamente variable entre genotipos.

En el grano de sorgo, los ácidos fenólicos están concentrados en las capas externas (pericarpio, testa y capa de aleurona). Pueden formar colores indeseables bajo ciertas condiciones (alcalinas) de preparación de los alimentos, como en la elaboración de tortillas, aunque la calidad del producto no es afectada adversamente (Rooney y Miller, 1982).

La mayoría de los sorgos contienen flavonoides como son las antocianinas, catequinas y leucoantocianinas. En donde el color del pericarpio es atribuido a una combinación de los pigmentos antocianina, antocianidina (pericarpio rojo) y el flavonoide eriodictol (pericarpio amarillo-limón).

Respecto a los taninos, éstos reducen el valor biológico, la palatabilidad y aumentan la excreción de nitrógeno fecal (Butler et al., 1984). Sus efectos nocivos pueden ser reducidos o eliminados, seleccionando genotipos que no tienen testa y son bajos en taninos (menos de 0.05 mg <100 mg >⁻¹ equivalente de catequina); un análisis de 10 genotipos de sorgo café, indicó que los taninos estimados como catequina varían de 0.13 a 7.22 % siendo de colores similares. La hidrólisis alcalina o el descortezamiento abrasivo que remueve pericarpio y testa, ayudan a reducir estos efectos nocivos.

Hahn et al (1983) afirman que granos de sorgo sin una testa pigmentada, no tienen taninos condensados y que los valores equivalentes de catequina para niveles de taninos en el pericarpio, se originan de componentes flavonoides no-taninos del grano.

La dosis de 0.5 a 3.5 mg/kg de ácido cianhídrico (HCN) se considera letal para el ser humano, debido a que bloquea la citocromo oxidasa impidiendo la respiración celular y produce muerte por anoxia; el humano lo puede consumir a través de glucosidos cianogénicos, que son compuestos formados por D-glucosa a la que se une un glucagón en C₁, que al liberarse por la acción de una B-glucosidasa produce HCN, el cual también se encuentra en frijoles, almendras, en tubérculos de yuca y otros alimentos; los principales son la amigdalina, durrina, faseunatina y prunasina (Badui, 1988).

Es reconocido que la presencia de taninos en sorgos rojos disminuye su valor nutritivo; identificándose menores ganancias en peso de animales -pollos y ratas- alimentados con sorgos altos en taninos que en otros alimentados con sorgos bajos en taninos (Tejada, 1985).

El análisis proximal de los granos, depende del grado de madurez, es decir la presencia de taninos está asociada con una susceptibilidad disminuida a la germinación antes de la cosecha y variedad del cereal; aunque en menor grado, de las prácticas agrícolas empleadas en su cultivo.

2.6.5. Vitaminas y minerales.

La mayoría de las vitaminas del grupo B se encuentran en el germen del grano del sorgo. Los contenidos de tiamina, niacina y riboflavina, son reducidos con la remoción del pericarpio, durante la molienda y la cocción (tiamina y riboflavina).

El contenido de niacina es aproximadamente 2.9 a 6.4 mg <100g>⁻¹, lo cual se considera adecuado para la alimentación humana (Hulse et al., 1980).

Cuadro 2.6 Promedio de las composiciones de vitamina en los granos enteros de sorgo, fracciones y del maíz. Contenido vitamínico en microg/g.

Sorgo*	Niacina	Ac. panto- ténico	Ribo- flavina	Biotina	Piri- doxina	Tia- mina	Vit. C	Colina
Grano entero	45.3	10.4	1.3	0.20	4.7	3.3	21.0	420
Endospermo	43.7	8.7	0.9	0.11	4.0	--	---	---
Germen	80.7	32.2	3.9	0.57	7.2	--	---	---
Afracho	44.0	10.0	4.0	0.35	4.4	--	---	---
<hr/>								
Maíz**								
Grano entero	19.0	5.3	1.1	0.10	5.3	4.0	---	445

Tomado de: * Wall y Ross, 1975. ** Kent, 1987.

El contenido de ceniza (minerales) del sorgo varía de 1.2 a 2.2 % (Neucere y Sumrell, 1980), aunque Salunkhe et al (1984) reportan un rango de 1.3 a 3.3 % y para fibra cruda los valores van de 1.0 a 3.4 %.

La composición de minerales y elementos traza indican que el sorgo es un buen recurso de éstos, sin embargo lo anterior puede ser influenciado por las condiciones del ambiente (Deosthale y Belavady, 1978).

Los principales minerales son fósforo y potasio, el fósforo (hasta 70%) está en forma de fitato de fósforo, el cual puede interferir con la absorción del calcio. La aplicación de P_2O_5 como fertilizante puede aumentar significativamente los niveles de Ca, Mg, P, Fe y Mn del grano.

Su contenido de hierro es mayor que el del maíz y el del trigo (Watt y Merrill, 1963); pero puede ser reducido por la remoción del pericarpio. Estudios nutricionales muestran evidencia de deficiencias de los elementos Ca, Fe y Zn (Hulse et al., 1980).

Cuadro 2.7 Composición mineral y elementos traza (mg/100 g) del germoplasma de 99 sorgos seleccionados.

Elemento	Rango	Promedio	D.E. \pm
Fósforo	388 - 756	526	4.8
Magnesio	167 - 325	212	3.0
Potasio	363 - 901	537	10.3
Hierro	4.70 - 14.05	8.48	0.24
Cobre	0.39 - 1.58	0.86	0.05
Zinc	2.49 - 6.78	3.91	0.14
Manganeso	0.68 - 3.00	1.75	0.07

Salunkhe, et al., 1984.

2.7. Sorgo como alimento humano.

El sorgo de grano (determinado por calidad y tamaño de sus semillas - hasta 2000 semillas por panícula-) constituye el alimento básico de muchas partes de África, Asia (India y Pakistán), América Central, China y países árabes del Este Medio.

Los diferentes tipos de sorgo de grano cultivados están compuestos por el cereal *kaffir*, *milo* y *durra* (África), *teteritas* (Sudán), *shallu*, *jowar* y *cholum* (India) y *kaoliang* (China), en donde más de 1000 millones de habitantes dependen del sorgo para su sustento.

Del total de la producción mundial de sorgo (64 millones de toneladas en 1978), el 61 % se consumió en alimentación humana, 5 % como semilla y 34 % en alimentación animal y en la industria. El consumo humano de harina de sorgo en algunos países se considera que supera los 30 kg/per cápita/año ó 82 g/per cápita/día.

Por el contrario, en Europa Occidental, Australia, Canadá, Japón, E.U.A. y otros países desarrollados, del 98 al 100% del sorgo fué destinado para alimentación animal (Kent, 1987).

La calidad del grano de sorgo está determinada por varios factores, tales como calidad visual (aspecto), calidad nutricional que incluye digestibilidad y biodisponibilidad de nutrientes, contenido de taninos, características del procesamiento, calidad de la cocción y aceptación del consumidor (Salunkhe, et al., 1984).

Los alimentos tradicionalmente preparados con sorgo (de grano claro preferentemente) pueden ser clasificados en 8 categorías generales que utilizan técnicas similares y producen productos esencialmente semejantes.

Las categorías son: panes no fermentados, panes fermentados, atoles duros o firmes, atoles delgados, productos cocinados a vapor, sorgos hervidos, botanas o boquitas y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. El sorgo puede ser usado para la producción de productos manufacturados incluyendo cervezas, botanas, cereales de desayuno, productos de panadería, pastas, almidón y azúcares.

En general, las variedades de sorgo utilizadas para la elaboración de productos deben tener buenas características molineras y ser de color claro, pericarpio blanco sin testa pigmentada y un endospermo entre intermedio y córneo. Los granos de sorgo sin testa, con textura intermedia, pericarpio incoloro y contenido bajo de polifenoles, producen las mejores tortillas (Iruegas et al., 1982). Harinas instantaneas para tortilla pueden ser producidas de sorgos descascarados y son producidas por procesos térmicos.

Así, el uso del sorgo en productos procesados podría servir para complementar el abasto de maíz (Rooney, 1983).

También se han hecho mezclas de sorgo con maíz para producir tortillas de color, palatabilidad y textura más aceptables. Otras mezclas fueron consideradas por Devadas et al (1974), los que encontraron que el alimento suplementado con sorgo, garbanza (*Cicer arietinum* L.), cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) y azúcar crudo, fue igual de eficaz y menos caro que una mezcla importada de maíz-soya-leche.

Se necesita combinar al sorgo con leguminosas y otras fuentes de proteína de buena calidad, debido a su más baja palatabilidad y digestibilidad que el maíz, el arroz y el trigo; especialmente durante el periodo de crecimiento y de gestación humana, cuando existen demandas altas de una buena nutrición (Hoseney et al., 1987).

2.8. Productos elaborados en la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.

La Escuela de Agronomía y Zootecnia de la U. de Gto. realiza desde 1978 investigaciones sobre mejoramiento genético de líneas adaptadas de sorgo con buena calidad de grano, evaluando variedades de polinización libre que permitan un uso más eficiente de ambientes marginales.

A la fecha ha ensayado la elaboración de algunos productos comestibles a base de este grano, como atole, postres, sopas, galletas y tamales, habiéndose obtenido resultados que indican la factibilidad de su aprovechamiento.

A continuación se describen algunas recetas a base de sorgo para consumo humano, que han sido realizadas en la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.

I. ATOLE DE SORGO CON LECHE

1/4 kg de harina nixtamalizada de sorgo se disuelven en 1 litro de leche. Por separado se diluye 1/4 kg de piloncillo en agua caliente con canela (al gusto). Estas dos mezclas se juntan, se ponen a fuego bajo, agitando constantemente por 5 minutos o más. En caso de quedar muy espeso se puede añadir la leche necesaria. Sirva caliente.

II. SORGO AL ESTILO "ARROZ CON LECHE"

Se pone a remojar 250 g de grano de sorgo por 20 minutos, enseguida cocer el grano en poca agua, ya con el grano blando se añade 1 lata de leche clavel, canela en raje al gusto, 100 g de pasas de uva, 1 cucharada de extracto de vainilla y 250 g de azúcar. Se deja a que se consuma un poco hasta que quede espeso. Al servir se puede agregar canela en polvo ya sea frío o caliente.

III. SORGO AL ESTILO "SOPA DE ARROZ"

Calentar 1 taza de caldo de pollo o agua con un cubo de concentrado de pollo. Aparte en aceite caliente (el necesario), se acitrona 1 cebolla mediana en rodajas finas junto con 250 g del grano de sorgo. Añadir 1/2 lata chica de puré de tomate (dejar sofreír un poco) y se incorpora el caldo de pollo caliente. Tapar y esperar a que se cueza. Probar de sal y se puede añadir hojas de epazote, cilantro u orégano para condimentar. Servir caliente acompañado con rodajas de huevo cocido y chícharos.

IV. SOPA DE SORGO ESTILO "JULIANA"

Cocer 2 tazas de grano de sorgo en 1 litro de agua (o caldo de pollo) o más si se requiere. En otro recipiente poner un poco de aceite y media cebolla picada para acitronar, añadir puré de tomate al gusto. Ya blando el grano, vaciarlo al recipiente donde está la cebolla y el jitomate, añadir las verdura (1/2 taza de cada verdura en cuadrillos de calabacitas, papas, zanahorias, chayotes, ejotes, elotes y chícharos) y el cubo de concentrado de pollo si se cocinó en agua. Con la verdura a punto de cocer añadir 250 ml de leche, se deja hervir a fuego bajo. Ya cocida agregar queso en cuadrillos o desmoronado al gusto (200 g). Probar y condimentar. Servir caliente, para adornar con una cucharada de crema o mayonesa al centro del plato o con el queso es suficiente.

V. GALLETAS DE SORGO.

Se forma una mezcla con 1 kg de harina nixtamalizada de sorgo (ó 1/2 kg de minsa y 1/2 kg de sorgo), 1 cucharadita de polvo de hornear, 500 g de azúcar, 500 g de manteca vegetal (o margarina) y 4 huevos. Si se desea, se puede añadir algún saborizante (canela o vainilla). Agregar agua caliente (la necesaria) hasta que se incorpore bien la mezcla. Moldear las galletas en figuras colocándolas en charolas previamente engrasadas, precalentar el horno a 180 °C y meter al horno a 200 °C el tiempo necesario.

VI. TAMALES DE SORGO

Nixtamalizar * 1 1/2 kg de grano de sorgo, de la misma manera que el grano de maíz, dándole el mismo punto de suavidad, se restriega y se muele en molino o en metate. A la masa se le agrega 250 g de manteca de cerdo, 2 cucharadas de polvo de hornear y sal al gusto. Batir hasta que la mezcla sea homogénea. En las hojas para tamal colocar capas delgadas de la masa y combinar como se desea con carne de pollo o de puerco (costilla, lomo, pierna) o rajitas de chile poblano y/o queso y salsa verde o roja al gusto. Enrollar la hoja y acomodar en la vaporera. Se ponen a cocer hasta llegar a su punto (cuando el tamal se despega de la hoja) y se sirven calientitos.

* a) nixtamal de sorgo: cocer el grano en una suspensión de agua y cal (al 1% de cal -10 g- del peso de sorgo usado). El tiempo depende de la velocidad de absorción de agua por el grano y está influenciado por el tipo de endospermo, dureza y tamaño de grano, así como el daño físico que presente el pericarpio. El cocido óptimo es juzgado subjetivamente por presión individual del grano entre el índice y el pulgar.

b) nixtamal de maíz cocer el maíz en una suspensión de agua y cal (al 1% de cal, del peso de maíz usado) hasta la parcial gelatinización del almidón del maíz.

c) separar el agua de coimiento (nejayote) del nixtamal de sorgo y del maíz. Lavar perfectamente el grano con agua para eliminar la cubierta.

d) moler por separado 1 kg de sorgo (o la mezcla 1/2 kg de sorgo, 1/2 kg de maíz) en molino de piedra, adicionando pequeñas cantidades de agua para obtener una buena consistencia.

2.9 Pruebas sensoriales de productos alimenticios.

Pedrero et al (1989), mencionan que la calidad, sabor y textura en productos naturales, no siempre se mantienen iguales en el proceso de elaboración de alimentos, ya que influyen variables como son: temperatura, composición del suelo, cantidad de agua y luz que el cultivo recibe durante su crecimiento.

En el caso del producto elaborado, existe la exigencia por parte del consumidor de obtener siempre un mismo producto, a pesar de las distintas épocas del año en que sean elaborados.

La ciencia sensorial está recibiendo mayor reconocimiento y aplicación en laboratorios gubernamentales, universitarios e industriales, preferentemente en los países en desarrollo, donde el mayor interés radica en producir y obtener cantidades suficientes de alimentos para el consumo básico.

Así, la evaluación sensorial mide y cuantifica las características de un producto, que son percibidas por los sentidos humanos. Por lo mismo, para observaciones confiables debe haber lineamientos definidos respecto a las reacciones del consumidor al efectuar las pruebas.

Estas características son, en orden de importancia (Pedrero, op.cit.):

1. **Apariencia:** color, tamaño, forma, conformación y uniformidad.
2. **Olor:** determinado por componentes aromáticos volátiles
3. **Gusto:** dulce, amargo, salado y ácido.
4. **Textura:** dureza, viscosidad y granulosidad.
5. **Sonido:** relacionado con textura (crujido, tronido, efervescencia).

Dicha evaluación permite cuantificar, analizar e interpretar las características de un alimento percibidas por los sentidos humanos (vista, olfato, gusto, tacto y oído), tomando en cuenta que las respuestas sensoriales son más complejas debido a la integración simultánea de las 5 características mencionadas.

El análisis sensorial observa un control del proceso y variables involucradas, para obtener respuestas confiables y reproducibles que ayuden a la toma de decisiones.

Los métodos de evaluación sensorial son:

I. Métodos analíticos

I.I Métodos sensitivos.

a) Pruebas de Umbral (de límites, de error promedio o por ajuste y de frecuencia.

b) Pruebas de Diferenciación (de comparación por pares, dúo-trío y triangular).

I.II Métodos cuantitativos:

a) Gradientes (prueba de ordenación, de intervalos y de estimación por magnitudes o proporciones).

b) Prueba de Duración (de tiempo intensidad).

I.III Métodos cualitativos:

a) Análisis descriptivo (pruebas del perfil del sabor, por dilución, de textura, cuantitativo y comparativo).

II. Métodos afectivos.

II.I Prueba de aceptación.

II.II Prueba de preferencia.

II.III. Prueba de nivel de agrado (prueba hedónica).

En el caso de los métodos afectivos a nivel del consumidor (individuos o consumidores habituales), los que finalmente emplearán el producto, sirven para comprender la importancia de las propiedades sensoriales de aceptación/rechazo cuando no hay opciones, así como de preferencia o selección entre dos o más productos y el nivel de agrado -que fué la utilizada en este trabajo-, en relación con los atributos del mismo producto.

Pedrero et al (1989), afirman que entre dichos atributos se puede mencionar, además de la aceptabilidad sensorial, el valor nutritivo, precio, empaque y la publicidad entre otros.

Considerándose en el presente trabajo, principalmente el valor nutritivo (% de proteína) la publicidad a niveles comunitarios (através de la elaboración de productos alimenticios básicos) y en diferentes foros con productores e investigadores de diversas instituciones.

2.10 Descripción general de la zona de estudio.

El municipio de San Francisco del Rincón está ubicado en la provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia del Bajío Guanajuatense que presenta llanuras de aluviones profundos y llanuras con tepetate.

Limitado al norte y al este con el municipio de León, al sureste con el municipio de Romita, al sur con el municipio de Manuel Doblado y al oeste con el municipio de Purísima del Rincón. Con una extensión municipal de 517.70 km², equivalente al 1.69 % de la superficie total del Estado. En general el terreno del municipio es plano y las elevaciones que tiene son conocidas como cerros y su altura promedio es de 2.900 msnm.

La edad geológica es del Cenozoico, periodo Terciario, encontrándose lutitas, limonitas, conglomerados y areniscas. El suelo predominante es el vertisol pélico y háptico con clase textural fina en los 30 cm superficiales (DGGTENAL, 1980). En cuanto a la estructura de los suelos es en bloque angular con consistencia de firme a muy firme, la textura es arcillo-limosa a arcillo-arenosa, un pH de 6.8 a 8.9 y su origen es aluvio coluvial.

Respecto a la hidrografía al ser terreno plano presenta inundaciones. En cuanto a las presas, al norte está la de San Juan, al sur la de Silva y la Ciénega del Enmedio. El río Santiago es el que lleva mayor caudal, recibiendo las del río Lerma.

El tipo de clima reportado para el área por Izaguirre y Domínguez (1987) es un (A) C (wo) (w) a (e) g, en donde: (A) C - es un clima semicálido, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual mayor de 18 °C y la del mes más frío es menor de 18 °C. (wo) - es el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano: (w) - tiene un porcentaje de lluvia invernal menor de 5.0 de la lluvia anual. a - con verano cálido y temperatura media del mes más caliente mayor de 22 °C; (e) - extremoso en general con oscilación entre 7 °C y 14 °C, el indicativo de extremoso no debe tomarse como tal, sino que llegan a presentarse temperaturas con esa diferencia pero no es sistemática ni prolongada; g - el mes más caliente del año es antes del mes de junio.

Con datos promedio de: altura media del suelo municipal de 1800 msnm, temperatura máxima de 37 °C, temperatura mínima de -0.03 °C, temperatura media anual de 19.4 °C (isoterma de 20 °C y precipitación pluvial anual de 767 mm (isoyeta de 700 mm).

En cuanto a la actividad agrícola en áreas irrigadas se produce principalmente: alfalfa *Medicago sativa*, camote *Ipomea batatas*, lechuga *Lactuca sativa*, cacahuete *Arachis hypogaea*, calabacita *Cucurbita pepo*, cebada *Hordeum spp.*, cebolla *Allium cepa*, col *Brassica oleracea*, chile verde *Capsicum annuum*, jitomate *Lycopersicon esculentum*, ajo *Allium sativum*, maíz *Zea mays*, sorgo *Sorghum spp.* y trigo *Triticum spp.*; en áreas de temporal se produce maíz y frijol *Phaseolus vulgaris*. El área reportada como agricultura de temporal tiene una capacidad de uso de agricultura mecanizada continua. La ganadería es principalmente ganado bovino, porcino, caprino y equino (Izaguirre y Domínguez, 1987).

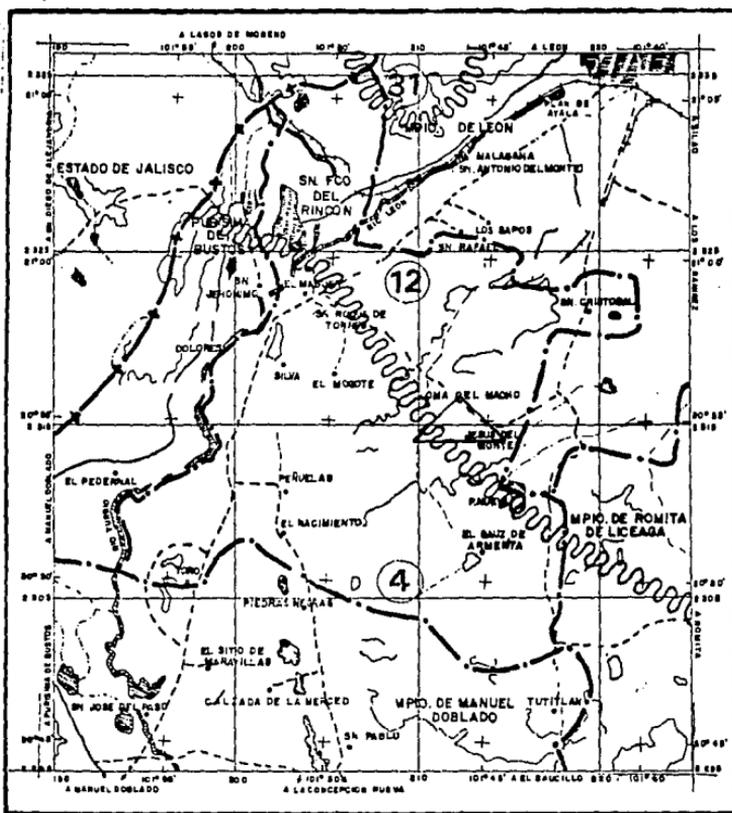
FALLA DE ORIGEN

DGGTENAL(1980) reporta que los terrenos de uso agrícola actualmente, tienen posibilidades de uso pecuario: con aptitud alta para el desarrollo de especies forrajeras y establecimiento de pastizal cultivado.

Izaguirre y Domínguez' (1987) mencionan datos para el uso del suelo: bosques de mezquite con especies forrajeras (zacatón, pata de gallo *Dactylis glomerata* popotillo, búfalo *Buchloe dactyloides* lanudo, flechilla *Bouteloua curtipendula* y otros mas). la vegetación natural aprovechable es pobre y el régimen regional de humedad disponible es subhúmedo.

La posibilidad de uso forestal reportada es no apta con régimen de humedad semiseco (S.P.P., 1980).

El experimento de campo se llevó a cabo en el rancho del Centro de Investigación y Difusión Agropecuaria Loyola (CIDAL) que depende la Universidad Iberoamericana-Plantel León: en la localidad de Jesús del Monte municipio de San Francisco del Rincon. Gto., ubicado a los 20° 55' L.N. y 101° 47' L.W. a 1800 msnm; dicho Centro cuenta con una superficie aproximada de 50 has. presentandose precipitaciones pluviales de 600 mm anuales en promedio.

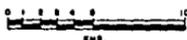


ESTADO DE GUANAJUATO

FIG. 1. MUNICIPIO DE SN. FRANCISCO DEL RINCON

Zona de estudio

ESCALA 1:250 000



CARRETERAS

PRIMERO ORDEN

SEGUNDO ORDEN

LIMITES

ESTATAL

MUNICIPAL

FERROCARRILES

VIA ANCHO (MEXICANO) P.F.C.

FALLA DE ORIGEN

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Genotipos utilizados.

En la presente investigación se evaluaron 12 tratamientos, de los cuales ocho fueron genotipos de sorgo y cuatro de maíz.

En sorgo se utilizaron seis variedades experimentales (V.E.S.): UGTO 103, UGTO 107, UGTO 108, UGTO 109, UGTO 110 y UGTO 62641, las cuales fueron generadas como parte del Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo en la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato. Además de dos híbridos comerciales de sorgo (H.C.S.): NK 308 y el DK D-55, de los comúnmente sembrados en el Bajío. Las dos variedades criollas de maíz (V.C.M.) fueron: el Vaquereño y el Jesús del Monte y los dos híbridos comerciales de maíz (H.C.M.) fueron el 117-WR y el AN-430R.

La elección tanto de híbridos como de variedades de maíz que se usaron para compararlas con las del sorgo, fué hecha por el agricultor y los campesinos con base en su conocimiento de producción de grano y resistencia a factores adversos como plagas y enfermedades; siendo los que comúnmente se siembran en el municipio donde estuvo localizado el experimento, base de ésta investigación. En el siguiente cuadro se especifica su ciclo biológico.

Cuadro 3.1 Clasificación por ciclo biológico de los genotipos de sorgo y maíz evaluados en el Centro de Investigación y Difusión Agropecuaria Leyta (CIDAL) en 1992.

Genotipos	Tipo de consumo	Ciclo Biológico
V.E.S. UGTO 103	HUMANO	TARDIO
V.E.S. UGTO 107	ANIMAL	
H.C.S. NK 308	ANIMAL	
V.E.S. UGTO 108	HUMANO	INTERMEDIO - TARDIO
V.E.S. UGTO 109	HUMANO	
V.E.S. UGTO 62641	HUMANO	
V.E.S. UGTO 110	HUMANO	PRECOZ - INTERMEDIO
H.C.S. DK D-55	ANIMAL	
V.C.M. VAQUERENO		PRECOZ
V.C.M. JESUS DEL MONTE		
H.C.M. 117 -WR		INTERMEDIO
H.C.M. AN-430R		
V.E.S. - variedad experimental de sorgo.		H.C.S. - híbrido comercial de sorgo.
V.C.M. - variedad criolla de maíz.		H.C.M. - híbrido comercial de maíz.

3.2. Planeación de la investigación.

El presente trabajo fue realizado en 3 fases: 1) evaluación agronómica en campo y análisis edáfico, 2) análisis proximal de los granos y 3) prueba de nivel de agrado (evaluación sensorial) del impacto del producto elaborado a base de sorgo y/o maíz, solos y en diferente combinación: en una muestra representativa de una comunidad rural. (cf. Pedrero et al., 1989).

A continuación se describen las características que se consideraron importantes valorar para sustentar cada una de las fases.

3.2.1. FASE 1: Evaluación agronómica.

a) Características climatológicas del lugar del experimento de campo.

Se tomaron mediciones de la precipitación pluvial, temperatura y evapotranspiración durante el ciclo biológico de los genotipos evaluados.

b) Características edáficas del lote experimental.

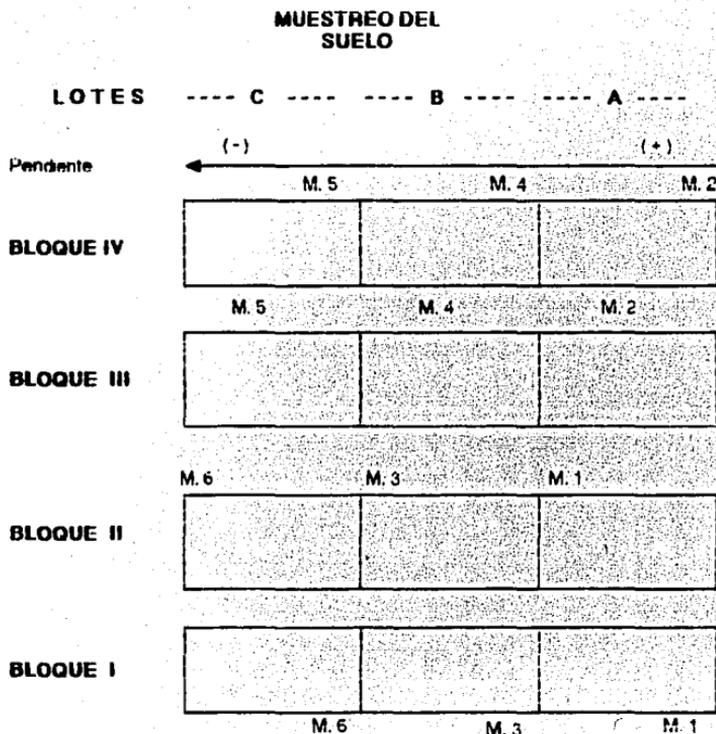
Para la toma de muestras en campo, se dividió el área del experimento en 3 lotes según el gradiente de la pendiente, cada uno de ellos a su vez se dividió en 3 sublotes, de donde se tomaron dos muestras de suelo en zig-zag para obtener una muestra representativa para cada sublote, a profundidades de 0 a 20, de 20 a 40 y de 40 a 60 cm. Las muestras fueron colectadas en las "calles" que se dejaron en el área experimental. Secadas a temperatura ambiente y pasadas por un tamiz de abertura de 2 mm.

Los análisis físicos y químicos que se realizaron fueron, color del suelo en seco y húmedo por comparación con las tablas de colores de Munsell (1954), densidad real g/cc pesando un volumen de suelo en una probeta de 10 ml., densidad aparente en g/cc por el método del picnómetro, porosidad en % calculada con base en las dos densidades anteriores, clase textural (% de arena, limo y arcilla) por el método de Bouyoucos, pH en relación 1:2.5 por medio del potenciómetro usando una mezcla con agua destilada, materia orgánica % por el método de Walkley y Black (1947) modificado por Walkley, carbono % , capacidad de intercambio catiónico en me/100g total por el método de centrifugación, empleando una solución de CaCl_2 1N a pH 7 titulándose con verseniato (Jackson, 1964), calcio y magnesio en me/100g por el método de centrifugación, extrayendo con acetato de amonio 1N a pH7, titulándose con verseniato, y conductividad eléctrica en mmhos/cm por el método de puente de conductividad (Aguilera N. y Domínguez, I.).

c) Características de germinación in vitro y emergencia en campo.

Se evaluó la germinación en laboratorio y emergencia en campo de las semillas (variedades experimentales e híbridos comerciales de sorgo como de variedades criollas e híbridos comerciales de maíz).

FALLA DE ORIGEN



M = muestra
representativa.

FIGURA 2. División del área experimental para la obtención de las muestras del suelo.

Las pruebas de germinación se hicieron antes de la siembra para cada uno de los genotipos, considerando 4 repeticiones (de 100 semillas para cada una), a una temperatura constante de 25 ° C, haciéndose 2 lecturas (al 4o. y al 8vo. día) para obtener el % de Germinación (GL).

La cuantificación del porcentaje de emergencia en campo (EC), se evaluó a los 6, 8, 10 y 22 días después de la fecha de siembra.

d) Manejo agronómico del experimento.

La preparación del terreno se hizo con un barbecho, un rastreo y surcado. El terreno había sido semiabandonado por un año, el anterior cultivo fue de amaranto, con una producción regular donde los agroquímicos usados fueron la urea y el triple 17.

La siembra se efectuó en seco en julio 12 de 1992; la semilla de sorgo se depositó a chorrillo en una sola hilera, 30 gramos por parcela experimental y en el caso del maíz se sembraron 2 semillas cada 10 centímetros, en 6 surcos de 5 metros de largo, con distancia entre líneas de 80 centímetros.

La fórmula de fertilización para todos los genotipos fue 120-40-0, se fertilizó con sulfato de amonio y superfosfato triple de calcio en el momento de la siembra con 60-40-0 y la otra mitad de la dosis 60-00-0 del nitrógeno se aplicó a los 60 días después de la siembra, en la 2a. escarda; las aplicaciones fueron manuales a lo largo del surco.

Para prevenir los problemas de maleza de hoja ancha y zacates se aplicaron (a los 4 días después de la siembra) en preemergencia, dos herbicidas: 1)* atrazina al 21% + terbuthina al 21.9% y 2)** prometrina al 48.5%, dosificados en la relación de 4:1 L/ha respectivamente.

Se hicieron 2 escardas, la primera a los 32 días y la segunda a los 60 días después de la siembra.

La cosecha se realizó el 15 de diciembre de 1992 (156 días de ciclo biológico en promedio) con un 12 a 13 % de contenido de humedad en los granos; se hizo manualmente cortando desde la base del tallo las plantas de sorgo y maíz de la parcela útil definida (2 surcos centrales), después se trillaron las panojas de sorgo con una máquina estacionaria eléctrica para panojas individuales y para el maíz se hizo el desgrane en forma manual.

* Gesaprim combi 500 F. W.

** Gesagard 50 P.H.

- Toma de datos en campo de la evaluación agronómica.

A través del ciclo biológico (julio 12 a diciembre 15) se tomaron lecturas de 14 variables, clasificadas en morfológicas y de comportamiento agronómico.

VARIABLES MORFOLOGICAS: altura total de planta (**ATP**), longitud de panoja (**LP**), excursión (**E**), tipo de panoja (**TP**) y color de grano (**CG**).

VARIABLES DE COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO: días a floración (**DF**), cobertura de parcela (**Cp**), calificación de planta (**CP**), sanidad foliar (**SF**), número de tallos por parcela útil (**NT/PU**), número de panojas-mazorcas por parcela útil (**NP-NM/PU**), peso de panojas-mazorcas por parcela útil (**PP-PM/PU**), rendimiento biológico o biomasa (**RB**), rendimiento económico o de grano (**RE** o **RG**) y el índice de cosecha (**IC**).

Criterios para la toma de datos de las variables:

ALTURA TOTAL DE PLANTA cm.: este dato se tomó como la distancia desde la base del tallo hasta la punta de la panoja.

LONGITUD DE PANOJA cm.: se midió la distancia desde la base de la panoja hasta la punta de la panoja.

Para estas variables, se escogieron al azar cinco plantas con competencia completa por parcela experimental y la medición es promedio para cada unidad experimental.

EXCURSION cm.: este dato fue la distancia desde la hoja bandera a la base de la panoja, el cual se cuantificó por diferencia de ABP - AHB (altura base de la panoja - altura a la hoja bandera), House, 1985.

TIPO DE PANOJA: según el tipo. C = compacta; SC = semicompacta; A = abierta y SA = semiabierta (House, 1985).

COLOR DE GRANO: el color se calificó como sigue: 1 = blanco, 2 = amarillo, 3 = rojo claro, 4 = rojo oscuro y 5 = púrpura.

DIAS A FLORACION: se determinó cuantificando el número de días comprendidos entre la fecha de siembra y el día en que la panoja presentó dehiscencia de las anteras en un 50 % + 1 de toda la panoja, aproximadamente.

COBERTURA DE PARCELA %: se cuantificó antes de la fecha de floración de la siguiente manera: 1 = 100 %, 2 = 100-75 %, 3 = 75-50 %, 4 = 50-25 % y 5 = < del 25 %.

CALIFICACION DE PLANTA: se evaluó su aspecto antes de la fecha de la madurez fisiológica (33 días después de la fecha de siembra) según ideotipo de la siguiente forma. 1 = excelente, 2 = bueno, 3 = regular, 4 = malo y 5 = muy malo.

SANIDAD FOLIAR: los valores se obtuvieron cualificando su aspecto según la incidencia de enfermedades y/o plagas antes de la fecha de floración (Sharma, 1980), así: 1 = sana, 2 = ligero daño (1 a 25%), 3 = intermedio (25 a 50%), 4 = enferma (50 a 75%) y 5 = muy enferma (> 75%)

NRO. DE TALLOS, NRO. DE PANOJAS-MAZORCAS, PESO DE PANOJAS-MAZORCAS Y RENDIMIENTO BIOLÓGICO: se cuantificaron en el momento de la cosecha de la parcela útil. Utilizando para PP-PM y RB una báscula de reloj.

Para RENDIMIENTO DE GRANO o RENDIMIENTO ECONOMICO: se hizo la trilla de las panojas de la parcela útil y se peso el grano obtenido. los datos se reportan haciendo la conversión a ton/ha.

EL INDICE DE COSECHA: es una medida de la eficiencia de la planta o coeficiente de partición, se obtuvo como sigue $IC = RG \text{ kg} / RB \text{ kg}$.

Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño de la investigación fue 1) prospectivo llevado en campo de julio 12 a diciembre 15 del mismo año. 2) longitudinal donde se tomaron 14 observaciones. 3) comparativo y experimental por haber empleado variedades experimentales y criollas e híbridos comerciales. aplicación de agroquímicos y labores culturales e inferencial, donde por medio de los estadísticos de prueba Análisis de Varianza, Prueba de F, Prueba de Tukey y Contrastes Ortogonales, dan la oportunidad de interpretar los resultados.

La evaluación de los genotipos en campo se hizo mediante una distribución en bloques al azar, con 12 tratamientos (8 genotipos de sorgo y 4 genotipos de maíz) con 4 repeticiones por tratamiento.

Modelo de la distribución en bloques al azar:

$$Y_{ijk} = \mu + r_i + B_j + e_{ijk}$$

El ancho del surco fue de 0.80 m con una longitud de 5.0 m y con 6 surcos por unidad experimental (2 de bordo), la superficie de la parcela o unidad experimental fue de 24 m² y el área de la parcela útil de 8 m², correspondiente a los 2 surcos centrales sin considerar un metro en cada uno de los extremos, siendo la superficie total del experimento de 1.600 m².

Para realizar en análisis de varianza (ANDEVA) se uso el Paquete de analisis estadístico "Nuevo León" (Olivares, 1990), por medio del cual se procesaron los datos de:

- 1) los 12 tratamientos sin importar la especie para las variables morfológicas y de comportamiento agronómico.
- 2) las mismas variables para los 8 tratamientos de sorgo y
- 3) para los 4 tratamientos de maíz.

La significancia estadística se obtuvo mediante la Prueba de F (al 5%) y Prueba de Tukey (al 5%) para comparación de medias.

Prueba de F.

Se tomó el siguiente criterio:

F calculada menor a F de tablas = no significativo (NS) no hay diferencia entre la comparación de los valores medios de tratamientos.

F calculada mayor a F de tablas = diferencia significativa (*) al valor alfa de 0.05.

F calculada mayor a F de tablas = diferencia altamente significativa (**) al valor alfa de 0.01.

FALLA DE ORIGEN

Coefficiente de variación en % = confianza de los datos.

Prueba de Tukey:

$$w = (q \text{ alfa } (p, fe)) (S_y)$$

en donde: $q(0,05)$ = valor de tablas. p = número de tratamientos.

fe = grados de libertad del error. S_y = cuadrado medio del error.

$$S_y = \frac{\text{Cuadrado medio del error}}{r}$$

r = repeticiones. Valor Tukey = $(q(0,05)) (S_y)$ - valor mínimo estimado para la comparación de medias. Índice de confianza = $y_i - y_j = \pm w$

Posteriormente usando comparaciones ortogonales, se analizaron las variables de Rendimiento Biológico, Rendimiento de Grano o Económico o Índice de Cosecha, en donde se agrupó por especie, tipo de variedad o híbrido y por tipo de consumo, como se muestra en la matriz del cuadro 3.2.

Modelo de las comparaciones ortogonales:

$$Q = \sum c_j Y_j \text{ con } \sum c_j = 0$$

Cuadro 3.2. Matriz de las comparaciones ortogonales para Rendimiento Biológico, Rendimiento de Grano e Índice de Cosecha de los genotipos evaluados (por especie, tipo de variedad o híbrido comercial).

Contraste

- 1- Sorgos **VS** Maíces.
 - 2- Variedades experimentales de sorgo **VS** Híbridos comerciales de sorgo.
 - 3- Híbridos comerciales de maíz **VS** Variedades criollas de maíz.
 - 4- Variedades experimentales de sorgo **VS** Variedades criollas de maíz.
 - 5- Híbridos comerciales de sorgo **VS** Híbridos comerciales de maíz.
 - 6- Variedades experimentales de sorgo **VS** Híbridos comerciales de maíz.
 - 7- Híbridos comerciales de sorgo **VS** Variedades criollas de maíz.
-

Se consideró importante obtener la relación entre Rendimiento Económico, Valor de la Producción y Valor Real estimado según la S.A.R.H.

SORGO**-- -- PRECIOS**

- * Precio de concertación (PC) en ciclo PV-92/92 N\$ 350.00 ton
- * Precio medio rural (PMR) en ciclo PV-92/92 N\$ 380.00 ton
- Precio para alimentos balanceados N\$ 420.00 ton

(en el comercio de alimentos para animales no se acepta sorgo pajarero y no hay variación de precio por sorgo rojo o sorgo blanco).

-- -- COSTOS

- * Costo de producción (CP)/ha en temporal (PV-92/92) N\$ 598.50 ha (H.C.S.)
- * Costo de producción (CP)/ha en temporal (PV-92/92) N\$ 546.30 ha (V.E.S.)

- El costo de producción está determinado para:
TEMPORAL/HIBRIDOS COMERCIALES (MEJORADA)/CON FERTILIZANTE.

Tratamiento de fertilización: 100-40-0

Rendimiento: N\$ 2.16 ha

Precio unitario: N\$ 340.00 ha

Valor probable: N\$ 734.40 ha

Incluye las siguientes actividades:

Barbecho N\$ 110.00, Rastreo N\$ 55.00, Semilla N\$ 52.20, Siembra N\$ 55.00, Fertilizante: N= N\$ 45.38, P= N\$ 40.80, Aplicación N\$ 20.00, Fletes N\$ 10.32, Escarda N\$ 55.00, Deshierbe N\$ 30.00, Insecticidas N\$ 10.00, Aplicación N\$ 10.00, Combinada N\$ 50.00 y Acarreo N\$ 37.50.

-- -- **GASTOS DIRECTOS: N\$ 598.50**

MAIZ**-- -- PRECIO**

- * Precio de concertación (PC) y Precio medio rural (PMR) en ciclo PV-92/92 N\$ 750.00 ton.

-- -- COSTOS

- * Costo de producción (CP)/ha en temporal. PV-92/92. N\$ 594.89 (H.C.M.)
- * Costo de producción (CP)/ha en temporal. PV-92/92. N\$ 554.89 (V.C.M.)

- El costo de producción está determinado para:
TEMPORAL/HIBRIDOS COMERCIALES (MEJORADA)/CON FERTILIZANTE.

Tratamiento de fertilización: 80-40-0

Rendimiento: N\$ 1.05 ha

Precio unitario: N\$ 750.00 ha

Valor probable: N\$ 788.25 ha

Incluye las siguientes actividades:

Barbecho N\$ 110.00, Rastreo N\$ 55.00, Semilla N\$ 40.00, Siembra N\$ 55.00, Fertilizantes: N= N\$ 72.73, P= N\$ 40.80, Aplicación N\$ 10.00, Fletes N\$ 8.86, Escarda N\$ 55.00, Deshierbe N\$ 30.00, Insecticidas N\$ 30.50, Aplicación N\$ 10.00, Cosecha N\$ 50.00 y Acarreo N\$ 27.00

-- -- **GASTOS DIRECTOS: N\$ 594.89**

3.2.2. FASE 2: Análisis proximal de los granos obtenidos.

a) Determinaciones en la harinas de los granos.

En cuanto a la segunda fase, en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato, se efectuó el análisis proximal de la harina integral de los granos de sorgo y maíz según la A.O.A.C. (1960), modificados por Tejada (1985).

Las determinaciones realizadas fueron:

- % de Humedad
- % de Proteína cruda o nitrógeno total
- % de Cenizas o materia mineral
- % de Extracto etéreo o grasa cruda
- % de Fibra cruda
- % de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN por diferencia)
- Contenido semicuantitativo de taninos en mg de catequina/100 mg de sorgo.

Elaboración de las muestras para el análisis proximal.

Las muestras fueron contractuales, es decir fué una muestra bruta (combinación de varias muestras primarias - representativas de cada tratamiento-), de las que se extrajo 500 g/tratamiento de la harina integral, homogéneas y representativas de acuerdo a la proporción en cuanto a rendimiento de grano por unidad experimental y de cada tratamiento.

Se identificaron las muestras y molieron en un molino de cuchillas (Wiley), con una criba de 2 mm, conservándose en bolsas de polietileno. El secado de las muestras fue en estufa durante 4 horas a una temperatura de 80 °C (Tejada, 1985).

La evaluación de los genotipos en el laboratorio se hizo con los 12 tratamientos en 2 repeticiones por tratamiento.

La determinación semicuantitativa de taninos en la harina del grano de sorgo, se hizo utilizando la Estimación Visual Rápida (Método II) que presenta Tejada (1985), éstos se hicieron en el Lab. de Bromatología del Depto. de Biología de la Universidad Iberoamericana - Plantel León.

Descripción del Método II: este método distingue entre cero, bajo, intermedio y alto contenido de taninos en diferentes variedades de sorgo. Consiste en moler el grano, tomar en una cucharada graduada de 2 ml una medida rasa del grano molido y ponerlo en un matraz de 250 ml. Agregar 200 ml de $K_3[Fe(CN)_6]$ 0.004 M y 10 ml de $FeCl_3$ 0.008 N. El color se desarrolla en segundos y se oscurece después de unos minutos cuanto mas taninos haya.

El criterio de colores para el método es el siguiente:

Color	Contenido de taninos	Calificación
Azul obscuro	alto	1
Azul	alto	2
Turquesa	moderadamente alto	3
Verde obscuro	moderadamente alto	4
Verde	intermedio	5
Verde limón	bajo	6

Martin y Butler (1977) citados por Tejada (1985), cuantificaron el contenido de taninos en mg de catequina/100 mg de sorgo, como sigue:

- Alto = 0.56 a 0.58 mg
- Intermedio = 0.33 a 0.36 mg
- Bajo = 0.04 mg

Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño de la investigación fue 1) transversal porque solo se hizo una vez el análisis proximal de los granos obtenidos. 2) comparativo y experimental debido a que se evaluaron los datos de los granos en cuanto a % de proteína y contenido de taninos.

Se hizo el Análisis de Varianza con los datos obtenidos en el análisis proximal de cada una de las determinaciones, separando los tratamientos por sorgos "blancos" y sorgos "rojos". En cuanto al maíz se analizaron los 4 tratamientos juntos y luego se hizo el análisis por variedades criollas y por híbridos comerciales. Además de hacer las comparaciones ortogonales del % de proteína de los 5 genotipos de sorgo 'blanco' y de los 4 genotipos de maíz.

Los resultados del análisis se pueden observar en los cuadros R.5 y R.6, según las variedades experimentales e híbridos comerciales de sorgo y variedades criollas e híbridos comerciales de maíz utilizadas en el experimento. Cuya finalidad fué valorar su contenido de proteína de acuerdo con los objetivos de esta investigación.

3.2.3. FASE 3: Prueba de nivel de agrado.

Para la elaboración del alimento, se identificó a los genotipos de sorgo y maíz que presentaron importancia agronómica (rendimiento económico y valor real estimado) y alimentaria (porcentaje de proteína y contenido de taninos), datos en el cuadro R.7

Determinados los criterios anteriores, se hizo la combinación de las harinas de los granos nixtamalizados, de los genotipos elegidos para consumo humano en la elaboración de tortilla, debido a que es un producto básico en la alimentación de la comunidad rural (cuadro R.8).

Para la realización de esta Fase, se consideró la Prueba de nivel de agrado en la comunidad de Jesús del Monte, utilizándose una escala no estructurada -escala hedónica- (Amerine et al. 1965; apud Pedrero et al. 1989). Con el objetivo de conocer los niveles de agrado de la tortilla y detectar problemas en la combinación de los granos.

La prueba no requiere de entrenamiento o experiencia por parte de los jueces afectivos o consumidores habituales. Permite detectar el nivel de agrado que las muestras representan para la población mencionada. Debido a que las respuestas son subjetivas o acordes con puntos de vista personales, habrá variaciones entre los consumidores. Con base en el mismo autor, recomienda utilizar un número mínimo de 50 personas para reflejar posibles tendencias de la población elegida.

Para lo anterior se aplicaron cuestionarios entre las personas de la comunidad señalada, elegidas al azar para obtener la muestra, los cuales incluyeron los siguientes datos:

Nombre:	_____	Edad:	_____	Sexo:	_____	Fecha:	_____
Escolaridad:	_____						
Salud:	¿Tiene algún problema en boca, oídos, nariz, ojos y piel? (si) (no)						
	En cual o cuales: _____						
Hábitos:	¿Fuma? (no) (si)						
	¿Cuántos cigarrillos al día? _____						
Horario de trabajo:	_____ am. a _____ pm.						
Horario de alimentos:	Desayuno (si) (no) _____ am						
	Almuerzo (si) (no) _____ am						
	Comida (si) (no) _____ pm						
	Merienda (si) (no) _____ pm						
	Cena (si) (no) _____ pm						
¿Padece alguna intolerancia a algún alimento?	(si) (no)						
	¿Cuál o cuáles? _____						
¿Estaría Usted dispuesto(a) a participar en la prueba del producto (tortilla)?	(si) (no)						
En caso de contestar que NO, explique:	_____						

Aplicado el cuestionario y seleccionado a los candidatos, se explicaron los fines específicos que tiene la prueba, el procedimiento de la prueba y la forma de responder a la hoja de respuestas (presentándose cada muestra por separado según la escala hedónica) destacando la importancia de su participación, seriedad y concentración para el buen desarrollo del estudio.

La hoja de respuestas incluyó los siguientes datos:

a) nombre, fecha, serie

b) instrucciones: indicando como debería hacerse la prueba de la tortilla, que incluye la escala hedónica estructurada, con un valor de 10 si gusta 5 si es indiferente y 0 si disgusta.

Nombre: _____		Fecha: _____		Serie () _____	
Nombre de su comunidad: _____					
INSTRUCCIONES: Pruebe la muestra e indique con una "X" si le gusta, de acuerdo con lo que se presenta a continuación.					
	Gusta	Indiferente	Disgusta		
Muestra (XX)	10-----	5-----	0-----		
Muestra (XX)	10-----	5-----	0-----		
Muestra (XX)	10-----	5-----	0-----		
GRACIAS POR PARTICIPAR					

XX = número aleatorio de identificación de la muestra.

Se estableció con los jueces consumidores que:

- 1) la evaluación se haría 1 hora antes o después de la toma de alimentos,
- 2) no fumar ni mascar chicle o tomar cualquier alimento (alcohol, chile, ajo, etc.) 30 minutos antes de la prueba.
- 3) evitar perfumes, lociones, pintura de labios.
- 4) lavarse las manos antes de la prueba con jabón neutro.
- 5) enjuagar con agua destilada la boca antes de la degustación
- 6) tomar una pausa entre la prueba de cada muestra, para evitar fatiga y la adaptación.

La cantidad de muestra que recomiendan Pedrero, et al.(1989) para que un juez perciba libremente sus características es de 30 g.

Se presentaron a los jueces afectivos que son consumidores potenciales o habituales del producto en estudio, las 3 tortillas elaboradas de las harinas de los genotipos seleccionados de sorgo para consumo humano y maíz.

La presentación de las muestras fue uniforme en cuanto a cantidad servida y forma, considerando que se hicieron con máquina de madera, cocidas sobre comal de barro y en la estufa Lorena (Chico y Koester, 1987) que es lo que utilizan en la comunidad; el uso de recipientes y utensilios fue uniforme.

El orden de presentación de las muestras, se hizo observando todas las posibles combinaciones, además de identificarlas con un número aleatorio. Se indicó las degustaran en el sentido de las manecillas del reloj, empezando a las 12 hrs. Cada muestra fue evaluada en la escala hedónica (como se indica en la Hoja de respuestas).

Para la concentración de resultados, se usó una Hoja de vaciado de datos, que contiene el número de juez, nombre, edad, serie, orden de presentación y calificación por muestra.

FALLA DE ORIGEN

Juez núm.	Nombre	Edad	Serie	Orden de presentación	M.1 Calificación/muestra	M.2	M.3
1	-----	---	---	-----	---	---	---
-	-----	---	---	-----	---	---	---
-	-----	---	---	-----	---	---	---
-	-----	---	---	-----	---	---	---
52	-----	---	---	-----	---	---	---

EN DONDE:

Serie (codificación) por Juez: (XX) (XX) (XX)

Orden de Presentación (aleatorizado): _____

Muestra-Tortilla: 1) 100 % de sorgo, 2) 50 % de sorgo y 50 % de maíz, 3) 100 % de maíz.

Nivel de agrado (calificación: escala de 0 a 10):

Muestra núm. 1

Muestra núm. 2

Muestra núm. 3

Significado:

- Juez núm.: número asignado a la persona para su identificación.
- Serie: cada muestra codificada con 2 números aleatorios.
- Orden de presentación: secuencia que se presenta a cada Juez (3!)
- Muestra núm.: facilita distinguir los grupos evaluados.
- Nivel de agrado: Muestra/calificación.

Respecto al área física de la prueba, se consideró lo siguiente:

- silencio, evitar distracción de los jueces, no hacer comentarios entre ellos.
- no se interrumpirá al juez cuando este evaluando.
- temperatura del lugar de 20 a 22 °C.
- asientos, mesa y altura apropiados, paredes de colores neutros, con luz del día, vasos con agua destilada y recipiente para escupir (no se debe de tragar la muestra) y limpieza del área.
- levantar la mano cuando el juez-consumidor termine la serie de muestras.
- el acceso y desalojo del área de evaluación, debe evitar comunicación con otros que están por efectuar la evaluación.

Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño del estudio fué 1) prospectivo, 2) transversal porque la evaluación del alimento se realizó una vez, 3) comparativo debido a que se utilizaron 3 tipos diferentes de muestras para la elaboración del alimento y 4) experimental.

En esta Fase se evaluó la tortilla, en donde la escala hedónica es numérica, la distancia entre los dos extremos del continuo va de 10 (gusta) a 0 (disgusta), indicando el punto de respuesta por el consumidor.

Debido a que son 3 productos, las calificaciones se tabularon por juez-consumidor (filas) y producto (columnas), totalizando la sumatoria de cada fila y cada columna para obtener un gran total.

Para analizar los tres productos se aplicó el Análisis de Varianza de dos vías, que explica la diferencia entre: la similitud entre muestras y similitud entre los fallos de los jueces, usando la Prueba de la Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

Diferencia Mínima Significativa:

$$DMS = t \sqrt{\frac{2 CMe}{n}}$$

donde:

t = valor t de Student al 5 % para dos colas, a los gl del error.

CMe = valor del cuadrado medio del error.

n = total de juicios efectuados por muestra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Antecedentes a esta investigación, una serie de etapas llevadas a cabo en el Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato, partiendo de la introducción de líneas y poblaciones con calidad de grano para consumo humano, provenientes de la colección mundial de sorgo con sede en el ICRISAT-India, de las cuales fueron seleccionadas *per se* o recombinadas con líneas adaptadas del mismo Programa, algunas de las más sobresalientes para posteriormente ser evaluadas en diferentes ambientes durante dos a cuatro años.

A la par de la formación desde el punto de vista del Mejoramiento Genético, fueron utilizadas algunas de las líneas experimentales sobresalientes, incluyendo las que aquí se investigaron, para preparar algunos productos alimenticios con el grano de sorgo con características adecuadas para consumo humano.

Como es señalado en la sección respectiva de este trabajo, el objetivo planteado fue reunir elementos a nivel de producción de campo, laboratorio y evaluación con consumidores habituales; para proponer o no, como una alternativa al sorgo con calidad de grano de algunas de las variedades estudiadas, como complemento al grano de maíz en el consumo humano.

De esta manera se presentan los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) y la Comparación de Medias (Prueba de Tukey), discutiéndose de acuerdo a las Fases de esta investigación, definidas así: Fase 1 Evaluación agronómica, Fase 2 Evaluación del análisis proximal de las harinas de los granos y Fase 3 Evaluación sensorial por consumidores.

FASE 1

4.0 Bases climáticas, evaluación de muestras de suelo, germinación *in vitro*, emergencia en campo y cobertura de parcela.

En cuanto a las características climáticas del lugar del experimento durante el ciclo del cultivo fueron: temperatura media de 17.35 °C, precipitación pluvial media de 2.97 mm y la precipitación pluvial acumulada fué de 460.9 mm (Cuadro R.1 y Fig. 3).

Siendo temperaturas medias entre 26.7 y 16 °C como las óptimas para su crecimiento, en este caso temperaturas medias menores de 16 °C ya no son convenientes debido a que el ciclo se alarga y bajan los rendimientos. Y su distribución en áreas que tengan de 400 a 600 mm de precipitación pluvial media anual (Robles, 1983). Su resistencia a la sequía radica en la abundante ramificación y amplia distribución del sistema radicular, además de que sus hojas se doblan en lugar de enrollarse como las del maíz, lo que hace que disminuya la transpiración foliar.

Las muestras de suelo analizadas dieron como resultado: suelos predominantemente arcillosos, con alcalinidad de ligera a moderada (pH de 7.2 a 8.2) y salinidad ligera de 2.15 mmhos/cm a moderada de 7.07 mmhos/cm (Cuadro R.2).

Cuadro R.1. Síntesis meteorológica del sitio experimental durante el ciclo biológico (julio 12 a diciembre 15 de 1992).

Parámetro	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
* Temperatura °C						
MAXIMA	35.0	30.0	30.0	27.0	27.0	18.0
media	30.7	28.7	28.1	25.2	22.2	16.0
MINIMA	12.0	12.0	7.0	3.0	1.0	2.0
media	13.7	13.4	12.0	9.8	3.7	5.0
Promedio/mes	22.2	21.0	20.0	17.5	12.9	10.5
* Precipitación pluvial mm						
MAXIMA	46.7	32.6	17.5	35.8	7.8	4.7
MINIMA	1.4	1.2	2.2	0.5	4.1	1.8
Promedio/mes	7.9	4.3	1.9	2.7	0.6	0.4
Total/mes	158.9	133.3	58.9	85.1	18.2	6.5
Inapreciable (días)	2	0	7	8	0	0
** Evapotranspiración mm						
Tanque	138	135	116	115	96	92

Temperatura media del ciclo = 17.35 °C

Precipitación pluvial media del ciclo = 2.97 mm

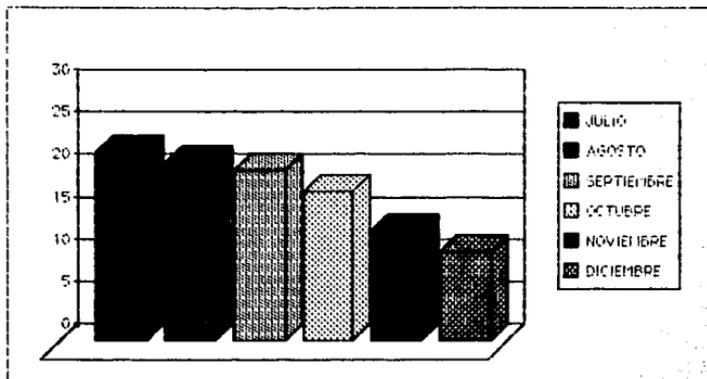
Precipitación pluvial acumulada de julio a diciembre = 460.9 mm

* Datos de Estación Agrícola de Campo, C.I.D.A.L.

** Datos de Estación # 35 "La Sandía" (SARH-INIFAP., 1989).

CONDICIONES CLIMATICAS EN EL SITIO EXPERIMENTAL

TEMPERATURA °C (media mensual)



PRECIPITACION PLUVIAL mm (media mensual)

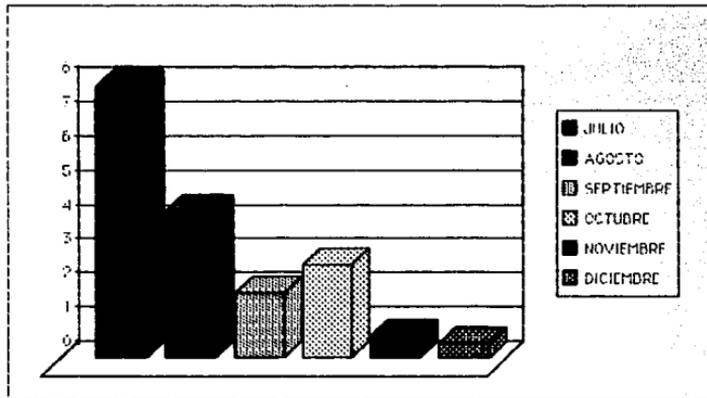


FIGURA 3. Variación de temperatura y precipitación (promedio/mes) durante el ciclo biológico de julio 12 a diciembre 15 de 1992. Estación Agrícola de Campo, C.ID.A.L.

FALLA DE ORIGEN

Cuadro R.2. Análisis físicos y químicos del suelo del sitio experimental a diferentes profundidades.

Muestra	LOTE A		LOTE B		LOTE C	
	1	2	3	4	5	6
Prof. (cm)	-----					
Color	seco		-		húmedo	
0-20 10YR	-----		4/1 - 3/1		-----	
	Gris obscuro				Gris muy obscuro	
20-40 10YR	-----		4/1 - 3/1		-----	
	Gris obscuro				Gris muy obscuro	
40-60 10YR	5/1-3/1	7/1-5/2	6/1 - 4/1	5/1-4/1	5/1-4/1	6/1-5/1
	Gris	Gris claro	-----		Gris	
	G. muy osc.	Café gris.	-----		Gris osc. -----	
			-----		Gris	
Clase textural %	(arena-fimo-arcilla)					
0 - 20	-----		ARCILLA		-----	
	38-20-41	30-25-44	33-25-41	35-23-40	32-26-42	MIG. ARCILLOSO 40-24-36
20-40	-----					
	ARCILLA					
	32-22-45	30-19-50	26-17-56	32-16-52	36-13-50	31-18-50
40-60	-FRANCO-	MIG. LIMOSO	-----		ARCILLA	
	30-50-19	44-52-4	26-21-52	26-23-50	26-19-54	MIG. LIMOSO 30-59-10
Densidad aparente g/cc						
0 - 20	0.97	0.92	0.96	1.00	0.95	1.06
20-40	0.97	0.98	0.91	0.92	0.89	0.94
40-60	0.96	0.88	0.96	0.88	0.90	0.93
Densidad real g/cc						
0 - 20	2.05	2.00	2.07	2.68	2.27	2.67
20-40	2.06	2.01	2.34	2.50	2.28	2.33
40-60	2.09	2.44	2.12	2.40	2.22	2.64
Porosidad %						
0 - 20	52.6	54.0	53.6	62.6	44.0	60.2
20-40	52.9	51.2	61.1	63.2	60.9	59.6
40-60	54.0	63.9	54.7	63.3	59.4	64.7

Cuadro R.2. continuación.

pH 1:2.5						
0-20	7.4	6.8	7.2	7.5	7.2	7.3
	Básico	Neutro			Básico	
20-40	7.5	7.1	7.6	7.6	7.4	7.3
			Básico			
40-60	7.7	7.9	8.2	7.9	7.9	7.8
			Básico			
Materia orgánica %						
0-20	2.84	2.67	3.50	2.18	2.84	3.83
			Medio			
20-40	2.84	1.84	2.67	2.67	3.00	2.67
	Medio	Bajo		Medio		
40-60	1.73	0.40	1.46	1.33	1.20	0.93
			Bajo			
Carbón %						
0-20	1.64	1.54	2.03	1.26	1.64	2.22
20-40	1.64	1.06	1.54	1.54	1.74	1.54
40-60	1.00	0.23	0.84	0.77	0.69	0.53
Capacidad de intercambio catiónica total me/100 g						
0-20	24.4	22.4	21.6	6.2	6.4	7.0
20-40	25	22.8	23.6	7.0	5.4	16.6
40-60	28	49.8	6.6	6.2	5.4	17.0
Ca⁺⁺ me/100 g						
0-20	24	19	8	22	22	26
20-40	19	17	23	25	23	28
40-60	23	14	41	32	32	33
Mg⁺⁺ me/100 g						
0-20	1	3	3	12	7	9
20-40	5	6	3	9	9	9
40-60	6	3	9	13	10	10
Conductividad eléctrica mmhos/cm						
0-20	2.15	5.34	5.01	4.81	2.16	4.53
	Lig. salino		Moderadamente salino		Lig. salino	Mod. Salino
20-40	3.28	6.77	4.41	3.57	4.89	3.06
	Lig. salino		Mod. salino		Lig. salino	Mod. salino
40-60	4.94	7.07	5.97	5.77	6.11	5.74
			Moderadamente salino			

* La interpretación de los valores de pH, materia orgánica y conductividad eléctrica fueron tomados de Aquilera, 1989 y Velasco 1991.

En cuanto a la relación suelo-planta, aunque Robles (1983) recomienda cultivarse en terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes, menciona que los suelos arcillosos pueden proporcionar buenos rendimientos pero tienen el inconveniente de que la sequía agrieta el terreno y esto ocasiona daños en el sistema radicular. Esto se pudo verificar en el acame que sufrieron las plantas de maíz.

Los valores de pH determinan la disponibilidad de los nutrientes para la planta, así los valores reportados influyen principalmente en el fósforo en las profundidades de 20 a 40 cm, donde el pH es ligeramente alcalino, no habiendo problemas con los demás macronutrientes. En cuanto a los micronutrientes, su disponibilidad puede disminuir especialmente para el hierro, manganeso, boro, cobre y zinc, ya que a menudo su deficiencia va asociada con la alcalinidad del suelo.

En cuanto a los valores de materia orgánica estos fueron proporcionados principalmente por los restos de la cosecha anterior (amaranto), es decir por hidratos de carbono, ligninas, proteínas y ceras entre otros. Debido a que el terreno no se había cultivado durante un año se presentan valores bajos.

Porta et al. 1994 mencionan que la Capacidad de Intercambio Catiónico es un índice de la fertilidad del suelo, valores de CIC de 8 a 10 me/100 g suelen considerarse los mínimos aceptables para un horizonte Ap, para poder obtener una producción satisfactoria bajo riego, estando los demás factores a niveles adecuados. Se puede interpretar que los valores son adecuados en el Lote A sin embargo en los Lotes B y C estos disminuyen, por lo que podría ser un indicador de un tipo de arcilla diferente asociado a la pendiente del terreno.

En cuanto a la salinidad, el sorgo se considera muy tolerante en donde su umbral es de 4.8 mmhos/cm y el maíz es tolerante a un umbral de 1.8 mmhos/cm (Porta et al. 1994). Por lo que su rendimiento es afectado debido a su tolerancia, siendo para el sorgo una disminución del 10 % de rendimiento a 5.1 de CE_s (conductividad eléctrica del extracto de la pasta saturada) y para el maíz en 3.2 de CE_s.

La germinación en laboratorio y la emergencia en campo se muestran en el cuadro R.3 y Fig. 4 junto con algunas variables morfológicas y de comportamiento agronomico. En donde los genotipos de sorgo presentaron menor porcentaje de germinación que los del maíz, el mismo comportamiento se observó para el porcentaje de emergencia en campo, para el porcentaje de cobertura de parcela y los días a floración (Fig. 5). En general, aunque el sorgo tuvo menor emergencia en campo, su cobertura de parcela fue mayor para las variedades experimentales y para los híbridos comerciales, alcanzando la floración en menos días que el maíz. En el caso del maíz, las variedades criollas tuvieron sus días a floración en menor tiempo que los híbridos comerciales.

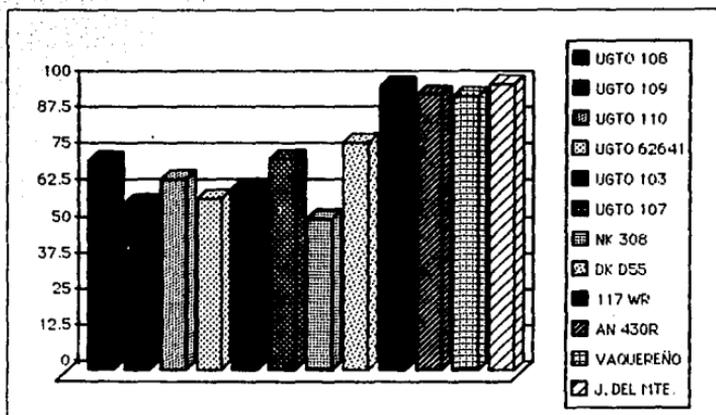
Cuadro R.3. Prueba de germinación in vitro (GL), emergencia en campo (EC) días a floración (DF), cobertura de parcela (Cp), tipo de panoja (TP) y color de grano (CG).

SORGO	% GL	% EC	% DF	% Cp	TP	CG
Variedades experimentales						
UGTO 108	72.25	32	79	65	C	1
UGTO 109	57.75	53	77	72	SA	2
UGTO 110	66.00	25	77	57	SA	2
UGTO 62641	59.25	20	75	50	SC	2
UGTO 103	62.50	52	85	70	SA	1
UGTO 107	72.75	48	85	70	SA	3
Híbridos comerciales						
NK 308	52.50	48	81	72	C	4
DK D-55	78.00	66	76	85	SC	3
MAIZ						
Variedades criollas						
VAQUERENO	94.25	72	88	95		
JESUS DEL MONTE	98.25	90	89	97		
Híbridos comerciales						
117-WR	98.00	86	87	85		
AN - 430R	95.00	82	98	92		

TP : C = compacta, SC = semicompacta, SA = semiabierta

CG : 1 = blanco, 2 = amarillo, 3 = rojo claro y 4 = rojo oscuro

GERMINACION % in vitro



COBERTURA DE PARCELA %

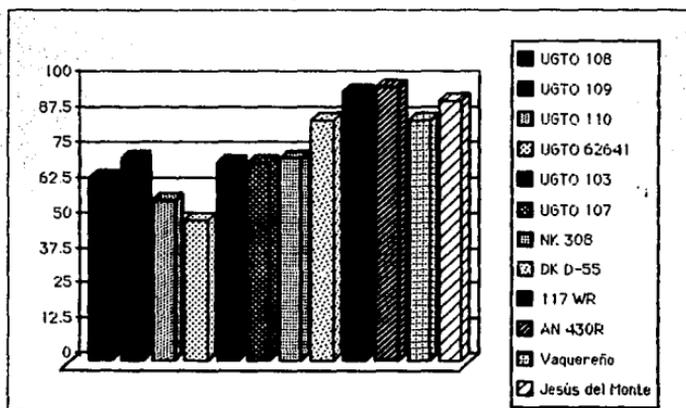


FIGURA 4. Datos de germinación in vitro a 25 °C durante 8 días y cobertura de parcela antes de la fecha de floración (a los 33 días).

DIAS A FLORACION

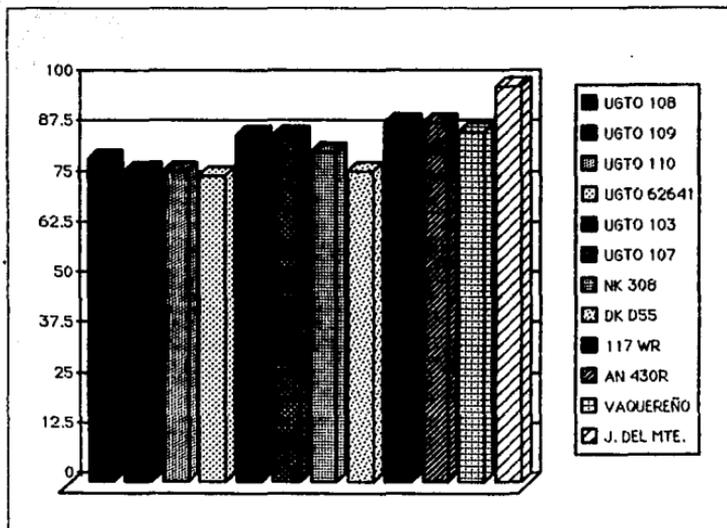


FIGURA 5. Número de días comprendidos entre la fecha de siembra (julio 12) y el día que la panoja/mazorca presentó dehiscencia de las anteras en un 50% + 1.

4.1. Evaluación de variables morfológicas y de comportamiento agronómico de los 12 genotipos *per se*.

En los cuadros 4 y 4.1 se presenta en forma global la información sobre la significancia de las distintas variables consideradas.

Como era de esperarse, por haber comparado diferentes especies (maíz y sorgo), así como diferente tipo de cultivar desde el punto de vista del mejoramiento genético o sea, variedades de polinización libre e híbridos; se tuvo en el ANDEVA diferencias altamente significativas para las variables altura total de planta (ATP), días a floración (DF), núm. de tallos por parcela útil (NT/PU), núm. de panojas/ mazorcas por parcela útil (NP-NM/PU), rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE) e Índice de cosecha (IC) y no significativa para el peso de panojas y de mazorcas (PP-PM).

La altura total de planta (ATP) entre genotipos presentó diferencias altamente significativas según el ANDEVA, el rango de las medias fué desde los 90 cm en el híbrido de sorgo DK D-55 hasta 188 cm del criollo de maíz Jesús del Monte; las literales de la Prueba de Tukey van de "a" - "c", al comprobar con la Prueba de Tukey con un valor de 44.1, a pesar del C.V. de 13.65%. la comparación entre la diferencia de medias presentó 2 literales para los genotipos de sorgo, mientras que para el maíz presentó 1 literal. Es decir no hubo diferencia entre sus medias (Fig. 8).

En cuanto a días a floración (D.F.) el valor de F calculado fué altamente significativo, con un C.V. de 6.6 %, con la prueba de Tukey el rango de las medias fué de 75 a 98 días, el sorgo presentó 2 genotipos con diferencia de medias, mientras que el maíz no presentó diferencias entre las medias. Es decir el sorgo alcanzó más rápido la floración, a pesar que en la relación con los valores de Cobertura de parcela (a los 33 días) el sorgo presentó una diferencia de 38% (entre los límites inferior y superior) que la del maíz, la cual fue de 100 %. Considerando que Wall y Ross (1975) mencionan que la maduración está relacionada con el ciclo biológico y el rendimiento en sorgo, el tardío que sobresalió fue el NK 308, dentro de los intermedios fué el 117 WR, de los intermedios-precoces sobresalientes fueron el DK D-55 y el UGTO 110, y finalmente dentro de los precoces sobresale el Jesús del Monte.

Respecto a la calificación de planta (CP*) según ideotipo o planta ideal fué de 2.0 a 4.2 (buena a mala); los sorgos variaron entre 2.0 y 4.2 siendo solamente 2 genotipos con calificación de 4.0 y 4.2 (mala), para el maíz los 4 genotipos tuvieron calificaciones entre 4.0 y 4.2 (mala). Fig. 9.

En cuanto a sanidad foliar (SF) los valores fueron de 1.8 a 3.7 (ligero daño a enferma), presentándose en sorgos menor incidencia a enfermedades, mientras que en el maíz los 4 genotipos tuvieron calificaciones arriba de los 3.5. Las enfermedades que se presentaron fueron: el tizón de la hoja (reportada para la zona del Bajío), el rayado bacteriano, mancha zonada y virus raspadores (Fig. 10).

Lo que da idea de que el sorgo fué mas resistente a enfermedades y/o plagas y su aspecto (Calificación de Planta según ideotipo) fué mas constante que la del maíz, a pesar de que los valores de germinación in vitro y emergencia en campo fueron menores que los del maíz.

Respecto a la resistencia a pájaros, los tipos de panoja semiabierta se presentaron en 4 genotipos de sorgo (UGTO 109, 110, 103 y 107), los sorgos con panojas semicompactas fueron 2 (DK D55 y el UGTO 62641) y los tipos compactos fueron también 2 (UGTO 108 y el NK 308); lo que ayudó a que fueran menos consumidos por los pájaros como lo indican Wall y Ross (1975), ya que no les brindan apoyo (Cuadro R.3).

Por otro lado el número de tallos (NT/PU) y número de panojas/mazorcas (NP-NM/PU) fueron altamente significativos; presentaron diferencias entre medias hasta de 5 literales. Los genotipos de sorgo presentaron 4 literales y los del maíz fueron 3 literales (Fig. 11 y 12).

Se puede destacar que en las condiciones de temporal en que fué conducido este trabajo, los genotipos de sorgo estudiados presentaron más adaptación que el maíz, así los valores que son señalados por la misma literal es un indicativo de igualdad de respuesta, desde el punto de vista estadístico.

Las variables peso de panojas y peso de mazorcas (PP-PM/PU) no presentaron significancia estadística en este análisis de tratamientos *per se*, es decir de los genotipos de plantas por sí solos sin hacer una agrupación por características similares o afinidad especies; esto se comprueba al aplicar la Prueba de Tukey al 5 %, donde se presenta una sola literal. En la columna del cuadro 4.1 correspondiente a peso de panojas y de mazorcas, demuestra que la diferencia entre medias de los tratamientos no es significativa, a pesar que en el peso del maíz reportado está considerado el peso del olote. Donde su coeficiente de variación se presentó con el valor más alto de todas las variables analizadas, debido a que existe distinto comportamiento agronómico entre las especies comparadas en las condiciones de temporal (Fig. 13).

Para rendimiento biológico (RB) el ANDEVA fué altamente significativo para los 12 tratamientos, con valores de 9.23 a 21.41 kg/PU y con un C.V. de 14.9 % y un valor de Tukey de 6.17, presentándose menor diferencia entre medias en el maíz (de 2 literales) que en el sorgo (4 literales). Fig. 14.

Es decir, el maíz tuvo altas calificaciones en sanidad foliar y calificación de planta, y más días a floración; su cobertura de parcela del 100% pudo influir en el RB, a pesar de que el genotipo 117 WR presentó plantas horras (plantas no fecundadas) en los Bloques 1 y 4; el criollo Vaquereño con plantas horras en Bloque 1 y horras + braquíticas en Bloque 2; en el criollo Jesús del Monte se observaron plantas horras en Bloque 1, horras + braquíticas en Bloques 2 y 3, y acame en el Bloque 4.

Para rendimiento de grano (RG o RE) el valor de F del ANDEVA fué altamente significativo, con un C.V. de 40.65 % y la prueba de Tukey con un valor de 2.42, con valores de 1.353 a 3.905 ton/ha. En donde para el sorgo 4 genotipos tuvieron 3 literales y para el maíz solo 1 literal (Fig. 13).

FALLA DE ORIGEN

El Índice de cosecha (IC) fué altamente significativo tanto para la Prueba de F como para la Prueba de Tukey, los valores fueron de 0.05 a 0.21. En donde la diferencia entre medias de los tratamientos, se presentó para el sorgo con 5 literales y para el maíz fueron 2 literales (Fig.15).

Por lo tanto se puede concluir que en el análisis *per se*, el sorgo presenta mayor variabilidad en sus respuestas al ambiente de temporal, expresando su heterogeneidad de acuerdo con Gardner (1965).

Cuadro 4.0 Significancia estadística de los ANDEVA para variables morfológica y de comportamiento agronómico de los 12 genotipos *per se*.

Variables	Significancia estadística	Coefficiente de variación %
-Altura total de planta	15.45 **	13.65
-Días a Floración	5.91 **	6.60
-Nro. de Tallos/PU	9.36 **	21.41
-Nro. Panojas-Mazorcas/PU	8.90 **	31.03
-Peso Panojas-Mazorcas/PU	1.47 NS	43.71
-Rendimiento Biológico/PU	8.67 **	14.93
-Rendimiento Económico	3.61 **	40.65
-Índice de Cosecha	8.98 **	27.47

* *: significancia al 0.01 de probabilidad. NS: no significativo. PU= parcela útil.

Cuadro 4.1 Medias de las variables morfológicas, de comportamiento agronómico y comparación por la Prueba de Tukey de los 12 genotipos *per se*.

SORGO	ATP	D.F.	Cp%	C.P.*	S.F.
Variedades experimentales					
UGT0 108	107.3 c	79 b	87	2.7	1.8
UGT0 109	109.0 c	77 b	87	3.0	2.7
UGT0 110	105.9 c	77 b	62	2.0	2.5
UGT0 62641	117.9 c	75 b	62	3.5	2.5
UGT0 103	92.5 c	85 a	87	4.2	3.7
UGT0 107	115.7 c	85 a	87	4.0	3.2
Híbridos comerciales					
NK 308	122.9 b	81 b	87	2.0	3.5
DK D-55	90.7 c	76 b	100	2.2	2.7
MAIZ					
Variedades criollas					
VAQUERERO	183.3 a	87 a	100	4.2	3.7
JESUS DEL MONTE	188.0 a	98 a	100	4.0	3.5
Híbridos comerciales					
117-WR	163.7 a	88 a	100	4.2	3.7
AN-430R	164.2 a	89 a	100	4.0	3.7

Valores Tukey (0.05)=	44.1	13			

Cuadro 4.1..... continuación.

SORGO	NT/PU	NP/PU	PP kg /PU	RB kg /PU	RG ton/ha	IC
Variedades experimentales						
UGTO 108	85 b	62 b	2.5	13.6 b	1.353 c	0.07 c
UGTO 109	121a	102a	4.8	17.6a	3.052a	0.13 b
UGTO 110	65 d	63 b	4.6	11.9 c	3.279a	0.21a
UGTO 62641	54 e	45 d	2.5	9.2 d	1.588a	0.14 a
UGTO 103	135 a	71 b	3.1	21.4a	1.422 b	0.05 e
UGTO 107	112 a	75a	3.6	18.8a	1.687a	0.07 d
Híbridos comerciales						
NK-308	127 a	106a	5.2	19.5a	3.809a	0.15 a
DK D-55	142 a	126a	5.6	18.7a	3.905a	0.16 a
MAIZ						
	NM	PM				
Variedades criollas						
VAQUERENO	52 e	25 d	4.8	13.5 b	1.632a	0.10 b
JESUS DEL MONTE	79 c	37 d	3.6	18.0a	2.284a	0.09 b
Híbridos comerciales						
117-WR	81 c	52 c	4.9	19.3a	2.713a	0.11 b
AN-430R	89 b	37 d	3.2	17.1a	2.089a	0.07 d

Valores Tukey =	50.9	51.9		6.17	2.427	0.07

Valores Tukey ((w) (q0.05)) con la misma literal, la diferencia entre medias es no significativa (NS).
 Valores Tukey ((w) (q0.05)) con diferente literal, la diferencia entre medias es significativa (*).

EXCERSION
cm

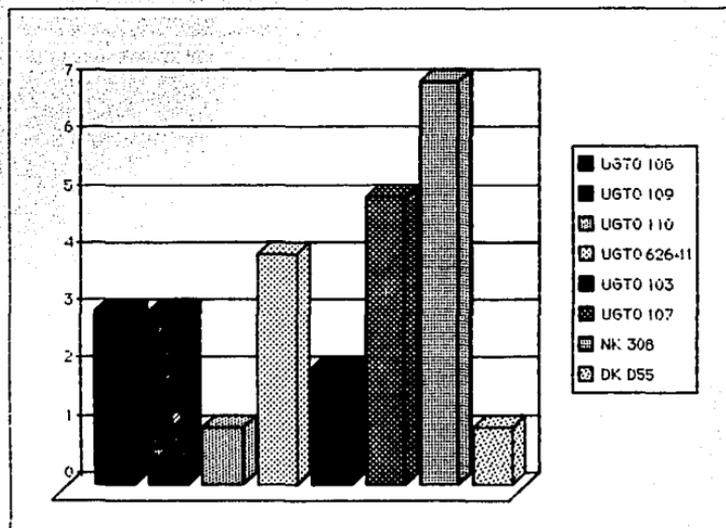


FIGURA 6. Distancias desde la hoja bandera a la base de la panoja, por diferencia de la altura base de la panoja a la altura a la hoja bandera.

LONGITUD DE PANOJA cm

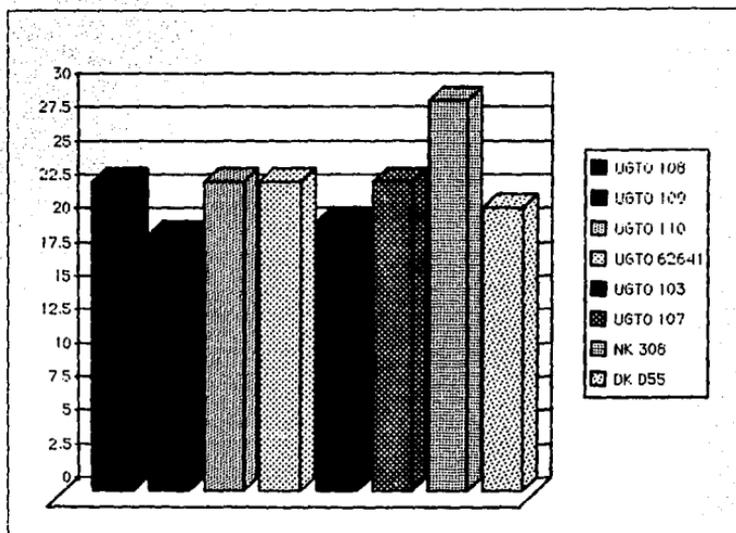


FIGURA 7. Longitud de la panaja medida como la distancia desde la base de la panaja hasta la punta de la panaja.

ALTURA TOTAL DE PLANTA cm

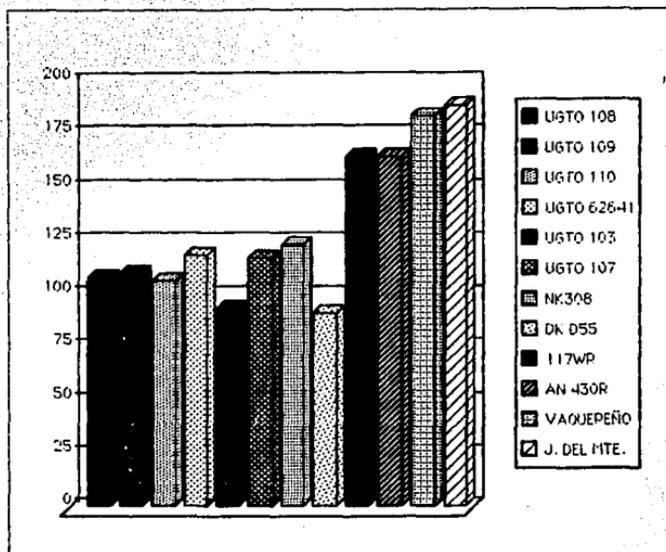
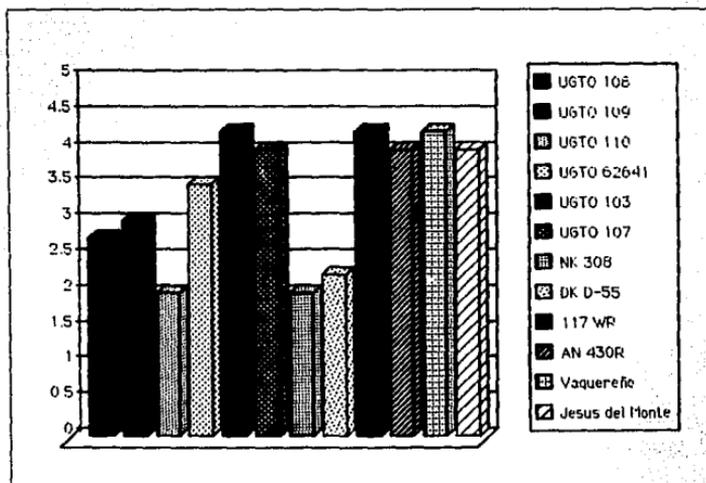


FIGURA 8. La altura total de planta tomada como la distancia desde la base del tallo hasta la punta de la panoja o espiga.

CALIFICACION DE PLANTA

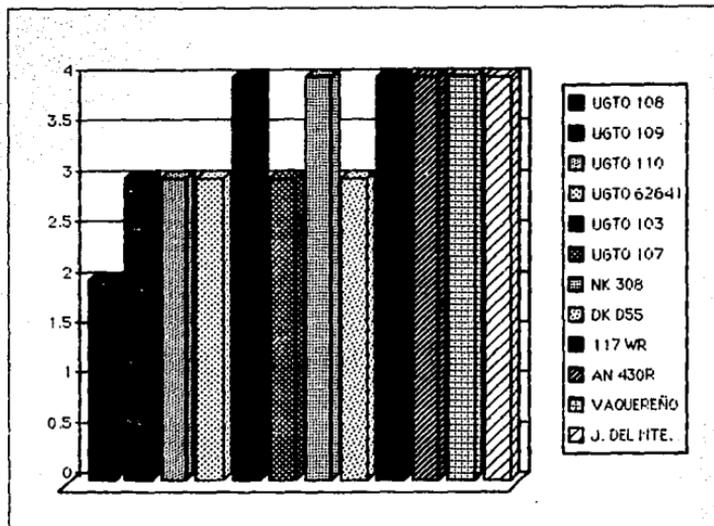


- 1 = excelente
 2 = bueno
 3 = regular
 4 = mala
 5 = muy mala

FIGURA 9. Aspecto de la planta según ideotipo, evaluado antes de la fecha de la madurez fisiológica.

FALLA DE ORIGEN

SANIDAD FOLIAR



- 1= sana
 2= ligero daño (< 25%)
 3= intermedio (< 50%)
 4= enferma (< 75%)
 5= muy enferma (> 75%)

FIGURA 10. Cualificación del aspecto de la planta, según la incidencia de enfermedades y/o plagas antes de la fecha de floración.

NÚMERO DE TALLOS POR PARCELA ÚTIL

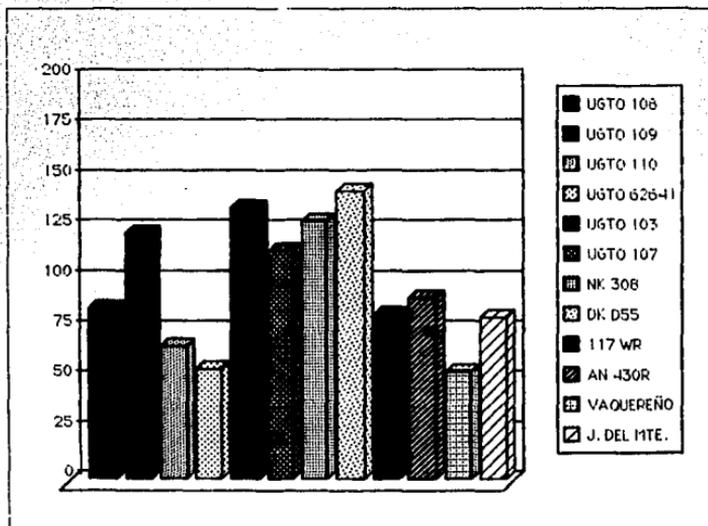


FIGURA 11. Número de tallos de la parcela útil en el momento de la cosecha.

**NUMERO DE PANOJAS - MAZORCAS
POR PARCELA UTIL**

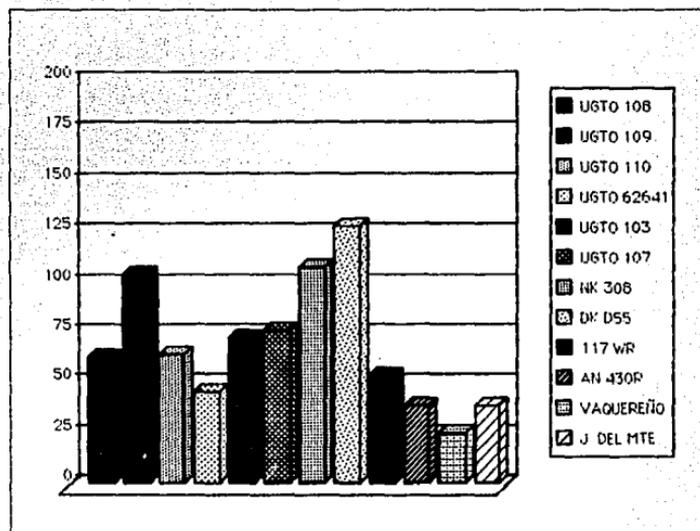


FIGURA 12. Número de panojas y mazorcas de la parcela útil en el momento de la cosecha.

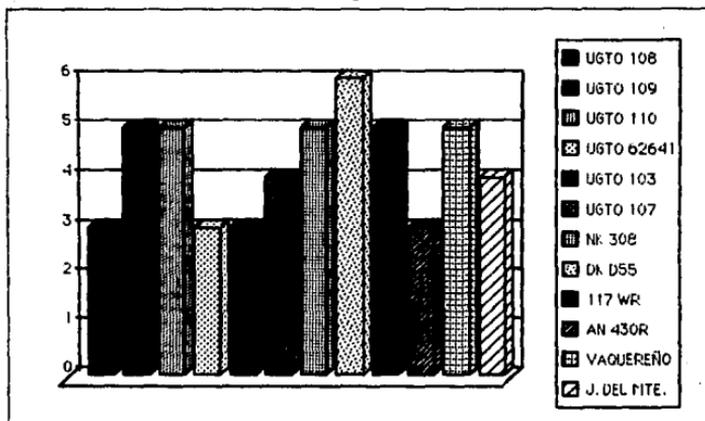
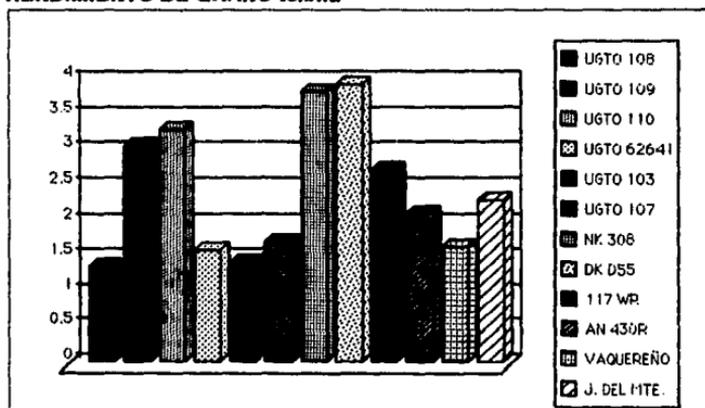
PESO DE PANOJAS-MAZORCAS Kg/ PARCELA UTIL

RENDIMIENTO DE GRANO ton/ha


FIGURA 13. Peso de panojas-mazorcas y rendimiento de grano en el momento de la cosecha.

**RENDIMIENTO BIOLÓGICO
kg / PARCELA UTIL**

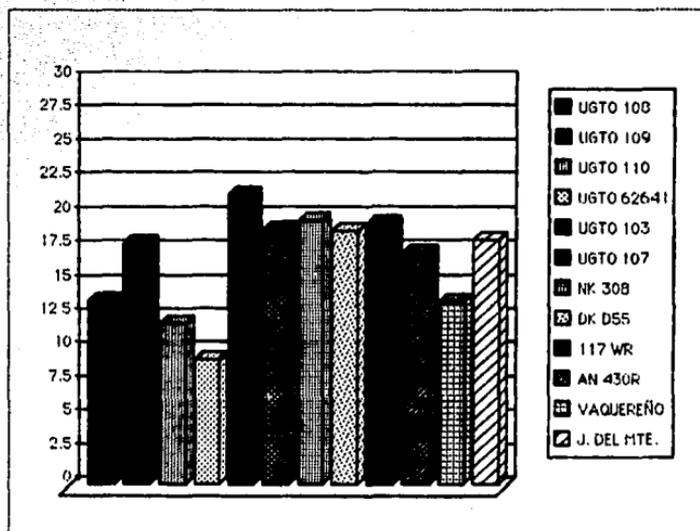


FIGURA 14. Biomasa obtenida en el momento de la cosecha.

INDICE DE COSECHA

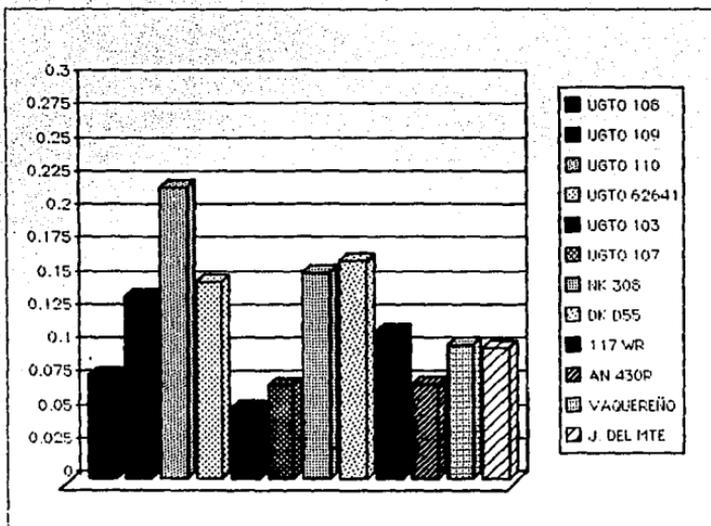


FIGURA 15. Eficiencia de la planta medida como la diferencia entre el rendimiento de grano y la biomasa, en una planta ideal el IC es igual a 0.5.

4.2. Evaluación de variables morfológicas y de comportamiento agronómico separando por especie: sorgo y maíz.

Se procedió a cuantificar las diferencias y similitudes entre tratamientos de una misma especie y entre especies; en los Cuadros 4.2 y 4.3 se muestran el ANDEVA y la Prueba de Tukey.

Como era de esperarse se redujeron los valores del C.V. y al suceder esto, las variables de cada especie se comportaron diferente. tanto en el ANDEVA como en la comparación de medias de la Prueba de Tukey al 5 %.

Analizando la significancia estadística por especie, en el sorgo 8 de las variables (ATP, DF, NT, NP, PP, RB, RE e IC) fueron altamente significativas y solo 2 (LP y E) fueron no significativas (Fig. 6 y 7). Para el maíz todas las variables fueron no significativas.

Al aplicar la Prueba de Tukey la altura total de planta (ATP) y los días a floración (DF) para el sorgo presentaron 2 literales, en tanto que para las variables número de tallos, número de panojas, peso de panojas, rendimiento biológico, rendimiento económico e índice de cosecha presentaron 3 literales.

En el caso del maíz la prueba de Tukey no se aplica por el valor calculado de F, entonces las diferencias observadas entre medias son equivalentes.

Por lo tanto podría concluirse que los genotipos de sorgo presentaron características heterogéneas, debido a sus diferencias entre medias. En tanto que para el maíz los genotipos fueron homogéneos. A pesar de que en el análisis se incluyen 2 variedades criollas, lo anterior permite al sorgo como especie, expresar una mayor adaptabilidad al medio en términos de amortiguamiento (Allard y Bradshaw, 1964).

Cuadro 4.2. Significancia estadística de los ANDEVA para las variables morfológicas y de comportamiento agronómico separando por especie: sorgo y maíz.

SORGO		
Variables	Significancia estadística	Coefficiente de variación %
- Altura total de planta	5.56 **	9.05
- Longitud de panoja	1.96 NS	18.42
- Excursión	1.63 NS	38.39
- Días a Floración	7.11 **	3.70
- No. de Tallos/PU	11.78 **	18.24
- No. de Panojas/PU	5.51 **	28.42
- Peso de Panojas/PU	6.62 **	23.64
- Rend. Biológico/PU	13.74 **	14.02
- Rend. Económico	11.48 **	25.98
- Índice de Cosecha	24.56 **	17.62

MAIZ

Variables	Significancia estadística	Coefficiente de variación %
- Altura total de planta	0.79 NS	16.30
- Días a Floración	2.83 NS	6.42
- No. de Tallos/PU	1.92 NS	30.74
- No. de Mazorcas/PU	2.21 NS	39.57
- Peso de Mazorcas/PU	0.39 NS	65.84
- Rend. Biológico/PU	2.65 NS	17.96
- Rend. Económico	0.40 NS	64.30
- Índice de Cosecha	0.56 NS	47.01

* #: significancia al 0.01 de probabilidad. NS: no significativo.

Cuadro 4.3. Medias de las variables morfológicas, de comportamiento agronómico y Prueba de Tukey, separando por especie: sorgo y maíz.

SORGO	ATP	LP	E	TP	CG	DF
Variedades experimentales						
UGT0 108	107.3 a	23.2	1.79	C	1	79 a
UGT0 109	109.0 a	19.4	1.58	SA	2	77 b
UGT0 110	105.9 a	23.0	1.07	SA	2	77 b
UGT0 62641	117.9 a	22.7	2.26	SC	2	75 b
UGT0 103	92.5 b	19.9	1.62	SA	1	85 a
UGT0 107	115.7 a	22.5	2.16	SA	3	85 a
Híbridos comerciales						
NK 308	122.9 a	28.7	1.82	C	4	81 a
DK D-55	90.7 b	20.5	1.21	SC	3	76 b
Valores Tukey =	23.1					7
MAIZ						
	NT/PU	NP/PU	PPkg/PU	RBkg/PU	RE	IC
Variedades experimentales						
UGT0 108	85 b	62 b	2.5 c	13.6 b	1.353 c	0.07 c
UGT0 109	121 a	102 a	4.8 a	17.8 a	3.052 a	0.13 b
UGT0 110	65 c	63 b	4.6 a	11.9 c	3.279 a	0.21 a
UGT0 62641	54 c	45 c	2.5 c	9.2 c	1.588 b	0.14 b
UGT0 103	135 a	71 a	3.1 b	21.4 a	1.422 c	0.05 c
UGT0 107	112 a	75 a	3.6 a	18.8 a	1.687 b	0.97 c
Híbridos comerciales						
NK 308	127 a	106 a	5.2 a	19.5 a	3.809 a	0.15 b
DK D-55	142 a	126 a	5.6 a	18.7 a	3.905 a	0.16 b
Valores Tukey =	45.7	55.2	2.27	5.46	1.549	0.05

valores con la misma literal, no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 5 %.

4.3. Evaluación de las comparaciones ortogonales de Rendimiento biológico, Rendimiento económico e Índice de cosecha.

La evaluación de las comparaciones ortogonales fueron hechas con base en la Matriz del Cuadro 3.2.

En el análisis *per se* de los 12 genotipos (Cuadro 4.0), el rendimiento de grano (RG) fué el que posee mayor C.V., siguiéndole el índice de cosecha (IC) y después el rendimiento biológico (RB) con 40.65 %, 27.47 % y 14.93 % respectivamente.

Cuando se separan éstas variables por especie y se aplica el método de comparación ortogonal (Cuadro 4.4), al hacer las comparaciones SORGOS VS MAICES, en RG y RB no hubo significancia estadística. Respecto al IC el sorgo superó al maíz con una diferencia de 0.03. Siendo mayores los C.V. en el maíz que en el sorgo, lo que significa que el sorgo como especie posee una estabilidad mayor que la del maíz (Clay y Allard, 1969).

En la comparación variedades experimentales de sorgo (VES) VS híbridos comerciales de sorgo (HCS) para las tres variables la Fc fué altamente significativa: los híbridos comerciales de sorgo superaron a las variedades experimentales de sorgo en RB, RE e IC con una diferencia de 3.65 kg, 1.793 ton/ha y 0.04 respectivamente. Manifestando los híbridos comerciales de sorgo su capacidad de respuesta a este ambiente particular. Lo anterior podría deberse a la selección de estos cultivares, sin embargo tendría que evaluarse su respuesta respecto al tiempo y a diferentes ambientes.

Para la comparación de variedades experimentales de sorgo (VES) VS variedades criollas de maíz (VCM) ninguna de las tres variables (RB, RG e IC) presentaron significancia estadística, por lo que las variedades tienen un comportamiento equivalente.

Comparando variedades experimentales de sorgo (VES) VS híbridos comerciales de maíz (HCM), los híbridos de maíz superaron a las variedades de sorgo en RB con una diferencia de 2.74 kg, en cambio para RE y en IC no hubo significancia estadística en dicha comparación. Entonces las variedades de polinización libre pueden tener menos biomasa que un híbrido comercial de maíz pero en rendimiento de grano no hay significancia.

En híbridos comerciales de sorgo (HCS) VS híbridos comerciales de maíz (HCM) las variables con alta significancia estadística fueron para RE e IC, superando el híbrido de sorgo al híbrido de maíz con una diferencia de 1.456 ton/ha y 0.06 respectivamente. Se comprueba que el sorgo como especie supera al maíz en rendimiento de grano y como ideotipo.

Al comparar variedades criollas de maíz (VCM) VS híbridos comerciales de sorgo (HCS) el rendimiento biológico tuvo significancia estadística y el rendimiento de grano e índice de cosecha fueron altamente significativos; los híbridos de sorgo superaron a las variedades criollas de maíz en RB, RE e IC, con una diferencia de 3.35 kg, 1.899 ton/ha y 0.05 respectivamente. Por lo que el sorgo es una alternativa como especie en la siembra de maíz.

FALLA DE ORIGEN

Y por último las variedades criollas de maíz (VCM) VS híbridos comerciales de maíz (HCM), en las tres variables no presentaron significancia estadística. Por lo que podría decirse que la respuesta al ambiente dentro de la misma especie es homogénea. Lo anterior indica que los cultivares utilizados en esta investigación, no justifican la selección artificial que se hace de ellos en rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha.

Cuadro 4.4. Significancia estadística de los ANDEVA para las comparaciones ortogonales de Rendimiento biológico (RB), Rendimiento de grano (RG) e Índice de cosecha (IC).

S vs M	Significancia estadística	C.V. % (1)		Medias	
		Sorgo	Maíz	Sorgo	Maíz
- Rend. Biológico	NS	14.02	17.96	15.41	17.02
- Rend. de Grano	NS	25.98	64.30	2.512	2.179
- Índice de Cosecha	**	17.62	47.01	0.12	0.09
----- Significancia estadística -----					
	RB	RG	IC		
VES vs HCS	**	**	**		
Medias	15.49 / 19.15	2.063 / 2.857	0.11 / 0.15		
VES vs VCM	NS	NS	NS		
Medias	15.49 / 15.80	2.063 / 1.958	0.11 / 0.09		
VES vs HCM	*	NS	NS		
Medias	15.49 / 18.24	2.063 / 2.401	0.11 / 0.09		
HCS vs HCM	NS	*	*		
Medias	19.15 / 18.24	3.857 / 2.401	0.15 / 0.09		
VCM vs HCS	*	**	**		
Medias	15.80 / 19.15	1.958 / 3.857	0.09 / 0.15		
VCM vs HCM	NS	NS	NS		
Medias	15.80 / 18.24	1.958 / 2.401	0.09 / 0.09		

C.V. % (2):	14.93	40.65	27.47		

(1) el C.V. está tomado del ANDEVA para los tratamientos por especie.

(2) el C.V. está tomado del ANDEVA para los 12 tratamientos *per se*.

4.4. Evaluación de Rendimiento biológico, Rendimiento económico e Índice de cosecha por variedades e híbridos.

Con el propósito de analizar las variables de rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE) e índice de cosecha (IC) se realizaron los ANDEVAS correspondientes, separando por variedades e híbridos debido a que el número de genotipos es diferente.

Así las variedades experimentales de sorgo (VES) presentaron para las variables mencionadas alta significancia estadística. Para los híbridos comerciales de sorgo (HCS) no se presentó significancia estadística y en general sus coeficientes de variación son menores comparados con los de las VES.

En tanto que para las variedades criollas de maíz (VCM) y los híbridos comerciales de maíz (HCM), los primeros presentaron C.V. menores para RE e IC, los segundos tuvieron C.V. mayores en RE e IC.

En los HCS, las VCM y los HCM no hubo significancia estadística para las tres variables; aplicándose la Prueba de Tukey en las VES para rendimiento biológico e índice de cosecha se presentaron 3 literales y para rendimiento de grano 2 literales.

Por lo que se comprueba la respuesta heterogénea de las variedades de polinización libre. Para los HCS, las VCM y los HCM no se reportaron valores Tukey debido a que los grados de libertad para el análisis fueron insuficientes.

Una explicación podría ser la diferente arquitectura de la planta, que es un indicativo de la eficiencia en la producción de grano entre variedades criollas e híbridos mejorados. Es decir, mientras que los criollos han sido seleccionados empíricamente por el agricultor para obtener de ellos principalmente grano y cañuelas delgadas para consumo animal, lo que hace que las plantas sean de poca biomasa; el sentido de la selección en el caso de los híbridos ha sido para alto vigor, donde además de ser productores de grano, se tiene una alta cantidad de biomasa aérea.

Cuadro 4.5. Significancia estadística separando en variedades e híbridos por especies: Sorgo (V.E.S. - H.C.S.) y Maíz (V.C.M. - H.C.M.).

SORGO	RB	RG	IC
- VARIEDADES EXPERIMENTALES	16.10 **	11.69**	30.61**
C.V. % =	15.87	24.50	19.08

- HIBRIDOS COMERCIALES	0.47 NS	0.02 NS	0.25 NS
C.V. % =	8.40	24.93	15.67

MAIZ			
- VARIEDADES CRIOLLAS	4.45 NS	0.72 NS	0.006 NS
C.V. % =	19.30	55.25	42.76

- HIBRIDOS COMERCIALES	1.03 NS	0.17 NS	0.91 NS
C.V. % =	16.31	88.58	63.96

Cuadro 4.6. Medias de las variables de Rendimiento Biológico, Rendimiento de Grano e Índice de cosecha, separando por V.E.S., H.C.S., V.C.M., H.C.M. y comparación por Prueba de Tukey.

SORGO	RB	RG	IC
<u>Variedades experimentales</u>			
UGTO 108	13.6125 b	1.3530 b	0.0781 c
UGTO 109	17.8875 a	3.0520 a	0.1367 b
UGTO 110	11.9875 c	3.2790 a	0.2181 a
UGTO 62641	9.2375 c	1.5863 a	0.1475 b
UGTO 103	21.4125 a	1.4225 b	0.0535 c

Cuadro 4.6. continuación.

UGTO 107	18.8500 a	1.6875 b	0.0707 c

Valor Tukey =	5.30	1.162	0.0515
<u>Híbridos comerciales#</u>			
NK 308	19.5499	3.8093	0.1542
DK D-55	18.7625	3.9058	0.1631
MAIZ			
<u>Varietades criollas#</u>			
VAQUERENO	13.5250	1.6320	0.1003
JESUS DEL MONTE	18.0750	2.2840	0.0980
<u>Híbridos comerciales#</u>			
117 WR	19.3125	2.7130	0.1108
AN 430R	17.1749	2.0892	0.0713

#: valor Tukey no se aplica por ser insuficientes los grados de libertad del error.

Así, las variedades experimentales de sorgo UGTO 110 y la UGTO 109 que tienen características fenotípicas heterogéneas presentaron un mayor rendimiento de grano que los genotipos de maíz, al igual que los híbridos comerciales de sorgo NK 308 y DK D-55, haciendo más eficiente el uso de las condiciones de temporal (Vega, 1983; Allard y Bradshaw, 1964; Clay y Allard, 1969.) Por lo tanto el uso del sorgo en condiciones de temporal deficiente, se recomienda debido a tener mayores rendimientos biológico y de grano.

4.5. Evaluación de los genotipos según tipo de consumo.

Al analizar los datos de los ANDEVA según el tipo de consumo, los sorgos "blancos" (variedades experimentales de sorgo: 108, 109, 110, 62641 y 103) presentaron alta significancia para rendimiento biológico (RB), rendimiento de grano (RG) e índice de cosecha (IC).

En el maíz no hubo significancia estadística y sus C.V. fueron mayores en RG e IC comparados con los del sorgo como se puede observar en el Cuadro 4.7. Para los híbridos comerciales de maíz los C.V. de RE e IC fueron mayores que para las variedades criollas de maíz.

Una de las razones podría ser la heterogeneidad de origen y la desigualdad en cantidad de híbridos, además de que la competencia puede ser diversa entre criollos e híbridos.

Para los sorgos "rojos" (UGTO-107, DK D-55 y NK 308) fué significativo para RE y altamente significativo para IC. Respecto al RB no hubo significancia estadística, sin embargo los C.V. fueron menores en sorgos rojos que en todos los genotipos de maíz utilizados, excepto para RB.

Cuadro 4.7. Significancia estadística de los ANDEVA para RB, RG e IC separando los genotipos por el tipo de consumo: Humano y Animal.

CONSUMO HUMANO			
Sorgo	RB	RG	IC
- Genotipos "blancos (VES-108,109,110,62641,103)	22.45 **	16.10 **	27.27 **
C.V. % =	13.76	22.00	19.38

Maíz			
- Variedades criollas	4.45 NS	0.72 NS	0.006 NS
C.V. % =	19.30	55.25	42.76
- Híbridos comerciales	0.47 NS	0.17 NS	0.91 NS
C.V. % =	8.40	88.58	63.96
CONSUMO ANIMAL			
Sorgo			
- Genotipos "rojos" (VES-107 + HCS)	0.13 NS	7.84 *	22.20 **
C.V. % =	12.28	28.56	16.72

Cuando se aplicó la Prueba de Tukey para sorgos "blancos" los valores presentaron 3 literales en rendimiento biológico (RB) e índice de cosecha (IC). 2 literales en rendimiento de grano (RG), es decir hubo mayor diferencia entre las medias en RB y en IC. En el maíz no se presentaron diferencias entre las muestras (no existe significancia estadística); en el caso de los sorgos "rojos", en RG y el IC fueron 2 las literales para ambas variables. Comprobándose la respuesta heterogénea de las variedades de polinización libre.

Cuadro 4.8. Medias de las variables RB, RG, IC separando los genotipos por el tipo de uso: consumo humano, consumo animal y comparación con la Prueba de Tukey.

CONSUMO HUMANO			
Sorgo (genotipos "blancos")	Rendimiento Biológico	Rendimiento de Grano	Índice de Cosecha
-Variedades experimentales			
UGTO 108	13.6125 b	1.3530 b	0.0781 c
UGTO 109	17.8875 a	3.0520 a	0.1367 b
UGTO 110	11.9875 c	3.2790 a	0.2181 a
UGTO 62641	9.2375 c	1.5882 b	0.1474 b
UGTO 103	21.4125 a	1.4225 b	0.0535 c
Valor de Tukey =	4.60	1.061	0.0554

MAÍZ	RB	RG	IC
-Variedades criollas			
VAQUEREÑO		13.5525	1.6320
JESUS DEL MONTE		18.0750	2.2840
			0.1003
			0.0980

Cuadro 4.8.continuación.

- Híbridos comerciales			
117 WR	19.3125	2.7310	0.1108
AN 430R	17.1749	2.0892	0.0713

CONSUMO ANIMAL			
Sorgo (genotipos "rojos")			
- Variedad experimental			
UGTO 107	18.8500	1.6875 b	0.0707 b
-Híbridos comerciales			
NK 308	19.5500	3.8092 a	0.1542 a
DK D-55	18.7625	3.9057 a	0.1631 a

Valor Tukey =		1.942	0.04

Las variedades experimentales de sorgo que resultaron con mayor rendimiento de grano (RG) en esta localidad fueron la UGTO 109 y la 110 de los genotipos blancos; Santoyo (1991) reporta a la UGTO 110 y a la 103 con buenos rendimientos en 19 localidades.

FASE 2

4.6. Evaluación del análisis proximal de las harinas de los granos, según el consumo humano y animal.

En los genotipos de sorgos "blancos" (variedades experimentales de sorgo -VES), las variables: % de Humedad y % de Grasa cruda fueron estadísticamente significativas; en % de Proteína y % de Cenizas la significancia fué alta. En el % de Fibra cruda no hubo significancia estadística y su C.V. fué alto comparado con las demás variables.

Respecto al maíz (variedades criollas de maíz -VCM) no hubo significancia estadística, solo el % de Cenizas fué significativo.

Para los híbridos comerciales de maíz (HCM) no hubo significancia estadística para las variables analizadas.

Cuando se analizaron los resultados del maíz como especie, el % de Humedad fué significativo y el % de Grasa cruda fué altamente significativo, las demás variables no presentaron significancia estadística.

Respecto a los sorgos "rojos" (UGTO107, DK D55 y NK 308), presentaron significancia estadística solamente para proteína (Cuadro R. 4., para consultar promedios).

Cuadro 4.9. Significancia estadística del análisis proximal según tipo de consumo.

CONSUMO HUMANO

Sorgo "blanco"		
V.E.S. (de la 108 a la 103)	Significancia estadística	Coef. de Variación %
- Humedad %	13.78 *	1.21
- Proteína "	26.14 **	1.81
- Cenizas "	19.22 **	3.10
- Grasa cruda %	15.26 *	7.52
- Fibra cruda "	6.46 N S	18.63
Maíz		
Varietades criollas		
- Humedad %	1.38 N S	4.22
- Proteína "	0.36 N S	4.00
- Cenizas "	225.46 *	1.44
- Grasa cruda %	9.39 N S	5.04
- Fibra cruda "	0.0004 N S	11.02
Híbridos comerciales		
- Humedad %	350.32 N S	0.86
- Proteína "	10.26 N S	0.51
- Cenizas "	0.17 N S	7.02
- Grasa cruda %	1.08 N S	14.88
- Fibra cruda "	25.67 N S	7.14
Varietades criollas + Híbridos comerciales		
- Humedad %	24.59 *	2.52
- Proteína "	0.59 N S	2.53
- Cenizas "	5.33 N S	5.52
- Grasa cruda %	36.45 **	8.04
- Fibra cruda "	1.89 N S	15.08

CONSUMO ANIMAL

Sorgo "rojo"		
V.E.S. (107) + H.C.S.		
- Humedad %	5.72 N S	1.33
- Proteína "	26.90 *	1.52
- Cenizas "	9.45 N S	4.36
- Grasa cruda %	7.28 N S	7.26
- Fibra cruda "	12.29 N S	10.04

Haciendo las comparaciones ortogonales del % de Proteína, las variedades experimentales de sorgo (VES) "blanco" con alta significancia estadística fueron las 108 vs 110 / 109, la 110 vs 103 y la 109 vs 62641 / 103. Para las comparaciones 103 vs 62641 y la 110 vs 62641 hubo significancia estadística, en tanto que para las VES de 103 vs 108, la 108 vs 62641 y la 110 vs 109 no presentaron significancia estadística.

Para el maíz ninguna de las comparaciones fueron estadísticamente significativas.

FALLA DE ORIGEN

Respecto al análisis proximal (Cuadro R.4) el % de humedad en el grano fué de 1.39 % mayor en el maíz que en el sorgo. lo que significa una ventaja para el almacenamiento y conservación. En proteína el sorgo fué mayor en promedio 2.43 %, presentándose altos contenidos en sorgos blancos, aptos para consumo humano. Respecto a cenizas el sorgo superó al maíz con 0.49% en promedio. En grasa cruda, el maíz es mayor en 1.71 %. En fibra cruda el sorgo es mayor en 1.13 % en promedio y en el extracto libre de nitrógeno el maíz es mayor 0.89 %.

Por lo que el sorgo supera al maíz en proteína, cenizas y fibra cruda, constituyendo una fuente de aminoácidos, minerales y energía mayor que el maíz.

Cuadro 4.10. Significancia estadística de las comparaciones ortogonales del % de Proteína.

Sorgos "blancos"	Medias Q ⁺ / Q ⁻	Significancia estadística
Contrastes V.E.S.		
1. 108 / 109	11.94 / 10.62	40.40 **
2. 108 / 110	11.94 / 10.76	32.01 **
3. 108 / 62641	11.94 / 11.59	2.84 NS
4. 108 / 103	11.94 / 12.36	4.18 NS
5. 109 / 110	10.62 / 10.76	0.48 NS
6. 109 / 62641	10.62 / 11.59	21.82 **
7. 109 / 103	10.62 / 12.36	70.61 **
8. 110 / 62641	10.76 / 11.59	15.78 *
9. 110 / 103	10.76 / 12.36	59.36 **
10. 62641 / 103	11.59 / 12.36	13.92 *
Maíz		
Contrastes		
1. Vaquereño / J. del Mte.	8.98 / 8.76	0.92 NS
2. AN 430R / J. del Mte.	8.69 / 8.76	0.09 NS
3. AN 430R / Vaquereño	8.69 / 8.98	1.62 NS
4. 117 WR / J. del Monte	8.84 / 8.76	0.11 NS
5. 117 WR / Vaquereño	8.84 / 8.98	0.39 NS
6. 117 WR / AN 430R	8.84 / 8.69	0.42 NS

Los genotipos de maíz presentaron mayor rendimiento biológico, pero su rendimiento de grano fue menor que para algunos genotipos de sorgo, como menciona Hulse et al (1980), un contenido alto de nitrógeno no asegura un contenido alto de proteína. Además que el maíz puede tener mayor cantidad de proteína insoluble (op. cit.) que el sorgo. Es decir, que además de tener una cantidad menor de proteína, la puede tener no disponible o menos digerible, ubicándose solamente como alimento energético.

De acuerdo con Iruegas et al (1982) se escogió un grano de color claro y contenido bajo de taninos, además del contenido en proteína, por lo que fué utilizada la mezcla de la variedad experimental de sorgo UGTO 110 con el híbrido comercial de maíz 117WR.

Cuadro R.4 Promedio del análisis proximal de los granos obtenidos para cada tratamiento.
Fecha del análisis: 15 de marzo de 1993.

SORGO						
	% H	% P	% C	% G.e.	% F. c.	E.L.N.
VARIETADES EXPERIMENTALES						
UGTO 108	8.16	11.94	2.34	3.03	2.88	71.65
UGTO 109	8.48	10.62	2.23	3.43	4.91	70.35
UGTO 110	8.53	10.76	2.07	2.68	2.78	73.18
UGTO 62641	8.86	11.59	2.65	4.38	4.92	68.01
UGTO 103	8.77	12.36	2.17	2.83	2.51	71.36
UGTO 107	8.39	10.34	2.34	2.54	3.15	73.28
HIBRIDOS COMERCIALES						
NK 308	8.66	10.95	2.02	2.52	3.00	72.76
DK D-55	8.29	11.56	1.88	1.96	1.92	74.37
MAIZ						
VARIETADES CRIOLLAS						
VAQUERERO	9.23	8.98	1.92	6.52	2.13	71.22
J. DEL MONTE	9.70	8.76	1.54	5.58	2.13	72.31
HIBRIDOS COMERCIALES						
117 WR	11.19	8.84	1.68	3.10	2.48	72.71
AN 430R	9.51	8.69	1.73	3.62	1.72	74.83

% H = HUMEDAD

% P = PROTEINA CRUDA (base seca)

% C = CENIZAS (base seca)

% G.e. = GRASA CRUDA O EXTRACTO ETereo (base seca)

% F.c. = FIBRA CRUDA (base seca)

E.L.N. = EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO.

Cuadro R.5 Determinación semicuantitativa de Taninos (mg de catequina/100 mg de sorgo), contenido y calificación en harina integral de sorgo "blanco" y "rojo".

SORGOS	TANINOS*	CONTENIDO*	Calificación
'BLANCOS'			
UGTO 108	0.039	BAJO	6
UGTO 109	0.345	INTERMEDIO	5
UGTO 110	0.039	BAJO	6
UGTO 62641	0.344	INTERMEDIO	5
UGTO 103	0.344	INTERMEDIO	5
'ROJOS'			
UGTO 107	0.569	MODERADAMENTE ALTO	4
NK 308	0.569	MODERADAMENTE ALTO	4
DK D-55	0.344	INTERMEDIO	5

* Tomado de: Martin y Butler, 1977. Citado por Tejada, 1985.

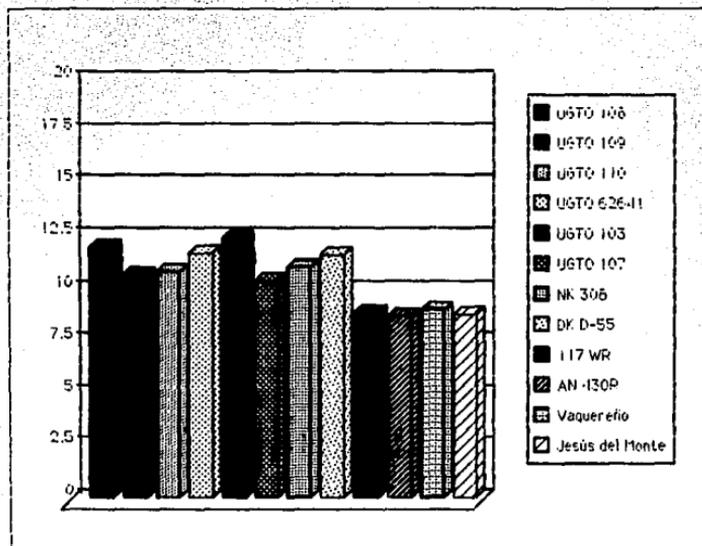
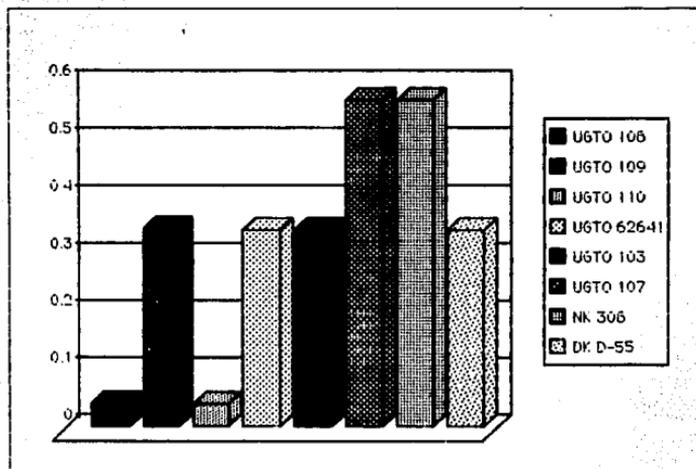
% DE PROTEINA

FIGURA 16. Proteína obtenida de las muestras contractuales de la harina integral de los granos de sorgo y maíz en el análisis proximal.

CONTENIDO DE TANINOS
mg de catequina/100 mg de sorgo



Alto = 0.56 a 0.58 mg
 Intermedio = 0.33 a 0.36 mg
 Bajo = 0.04 mg

FIGURA 17. Contenido semicuantitativo de taninos en la harina del grano de sorgo.

FASE 3

4.7 Evaluación sensorial del alimento elaborado.

Los criterios de selección de las muestras para la elaboración de la tortilla, se hicieron con base en las variedades de sorgo que presentaron un porcentaje de proteína mayor que los del maíz. Eligiéndose la variedad experimental de sorgo UGTO 110 debido a que su contenido de taninos fue bajo, es decir 0.039 mg de catequina/100 mg de sorgo. Además de considerar su Rendimiento de grano que fue de 3.279 ton/ha y su Valor real estimado (PMR) de N\$ 699.90 (Cuadro R.6).

Respecto al maíz, se eligió el híbrido comercial 117 WR principalmente por su Rendimiento de grano y su Valor real estimado que fueron de 2.713 ton/ha y N\$ 1.439.86 respectivamente.

Cuadro 4.11. Criterios de selección de muestras para la evaluación sensorial.

Criterios*	----- Sorgos "blancos" -----
- Proteína %	103 > 108 > 62641 > 110 > 109
- Rend. de grano ton/ha	110 > 109 > 62641 > 103 > 108
- Valor real estimado (PMR)	110 > 109 > 62641 > 103 > 108
	----- Maíces -----
- Proteína %	Vaquereño > 117 WR > J. del Mte. > AN 430R
- Rend. de grano ton/ha	117 WR > J. del Mte. > AN 430R > Vaquereño
- Valor real estimado (PMR)	117 WR > J. del Mte. > AN 430R > Vaquereño

* los genotipos se anotan de mayor a menor según el valor de las variables.

La prueba de agrado se hizo con base en los criterios anteriores, además de considerar el contenido de taninos para el sorgo.

Las 3 muestras que se utilizaron para la elaboración de la tortilla según los genotipos seleccionados de sorgo y maíz fueron:

Genotipos seleccionados	% en la mezcla	Muestranúm.
UGTO 110 (V.E.S.)	100	1
UGTO 110 + 117 WR	50 + 50	2
117 WR (H.C.M.)	100	3

Los datos que se tomaron en cuenta para la prueba de agrado (cuestionarios y hoja de respuestas) fueron indicados en materiales y métodos.

El análisis de varianza de dos vías se encuentra en el Apéndice, en seguida se presentan los datos de la Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.)

Cuadro 4.12. Significancia estadística del ANDEVA de dos vías y D.M.S. para la prueba de agrado en el producto elaborado (tortilla).

	Significancia estadística	D.M.S. (1%)
Jueces (52)	1.61 *	
Muestras (3)	6.95 **	
<u>Comparación de muestras:</u>		
- Sorgo <i>VS</i> (Sorgo + Maiz)		*
- Sorgo <i>VS</i> Maiz		**
- Maiz <i>VS</i> (Sorgo + Maiz)		NS
C.V. % =	26.07	

DMS (5%)= 0.7964	DMS (1%)= 1.0541
<u>Muestra</u>	<u>Media</u>
Núm. 1	7.0769 b
Núm. 2	8.0577 a
Núm. 3	8.5577 a

Interpretando los resultados, los promedios de las diferencias entre medias de la muestra de la mezcla y la muestra del maíz son equivalentes, por lo tanto no hay diferencia entre medias. Se observó que existe alta significancia estadística para las muestras sorgo *vs* mezcla, como era de esperarse debido a que las mismas presentaron diferencia en color y consistencia principalmente. En tanto que la comparación de la tortilla de maíz *vs* la tortilla de la mezcla fué no significativa.

Los valores fueron significativos para los Jueces, ésto podría explicarse porque las muestras fueron evaluadas en un 71.15 % por consumidores de zona rural y un 28.85 % por consumidores de zona urbana. Pudo haber contribuido la distribución de sexos, que fué en un 73 % de mujeres y de un 27 % de hombres, y la edad tuvo rangos de 8 a 80 años en toda la muestra poblacional representativa de los consumidores.

Como explicación a lo anterior, podría considerarse que los consumidores rurales están habituados a comer tortillas de maíz recién hechas; las mujeres ponen su nixtamal el día anterior, acudiendo temprano al molino y "tortean" diariamente, lo que para los consumidores urbanos esta práctica no la realizan, sino que consumen tortillas elaboradas por empresas, que llevan a cabo un proceso industrial.

Se tendría que tomar en cuenta también, que casi la mayoría de los consumidores habituales poco consumen la tortilla sola, es decir su consumo puede ser acompañado con salsa, queso, sal, frijoles, carne, etc., lo que podría haber influido en la prueba de agrado. Y aunado a lo anterior, probaron una tortilla hecha a base de sorgo, lo que para la comunidad rural fué muy sorprendente, debido a que desconocían que el sorgo "blanco" podría ser consumido por ellos, ya que el único sorgo que conocían era el "rojo", el que utilizan como alimento para los animales llamándole "maíz de pollo".

Al hacer la DMS para las muestras, se presentaron diferencias entre la tortilla de sorgo y la de maíz. la explicación podría ser que la tortilla de sorgo presentó un color más oscuro y aunado a esto para los consumidores-jueces resultó difícil detectar solamente el nivel de agrado, ya que algunos lo relacionaron con su color.

Rooney y Miller, 1982 mencionan que en la elaboración de la tortilla el color verde se debe a las condiciones alcalinas por la presencia de ac. fenólicos, pero la calidad del producto no es afectada adversamente. Para el análisis sensorial, la característica que pudo haber influido fué la apariencia (Pedrero et al 1989), ya que las tortillas tuvieron un aspecto verdoso, el olor, y la textura fueron similares a la elaborada con maíz.

Sin embargo en algunas comunidades rurales son usados maíces criollos que producen tortillas oscuras, debido al contenido de pigmentos de antocianina, la cual reacciona con el álcali para formar coloraciones gris-verdosas y que pueden ser aceptadas o no por la gente. Por lo regular la tortilla "azul" es apreciada para su consumo y con la mezcla de maíces azules y amarillos se elaboran diversos productos alimenticios.

En las tortillas elaboradas con sorgo + maíz y de maíz no se presentó significancia estadística, lo que indica que el sorgo al mezclarlo con maíz podría contribuir a complementar o ser una alternativa para la alimentación básica de consumidores rurales principalmente: las mujeres de la comunidad combinan la masa del maíz con harina de trigo para obtener un producto de mejor consistencia y comentaron que la textura de la masa de la mezcla fué mejor que la masa del maíz. Por lo anterior, la hipótesis de esta investigación se acepta para la variedad experimental de sorgo UGTO 110.

Cuadro R.6. Rendimiento de grano. Valor de la producción (PMR-precio medio rural/PC-precio de concertación) y Valor real estimado.

SORGO	RE	Valor de producción		Valor real estimado	
	ton/ha	PC	PMR	PC	PMR
<u>Variedades experimentales</u>					
Sorgos "blancos"					
UGTO 108	1.353	473.55	514.14	-72.75*	-32.16
UGTO 109	3.052	1068.20	1159.76	521.19	613.46
UGTO 110	3.279	1147.65	1246.02	601.35	699.90
UGTO 62641	1.588	555.80	603.44	9.50	57.14
UGTO 103	1.422	497.70	540.36	-48.60	-5.94
Sorgos "rojos"					
UGTO 107	1.687	590.45	641.06	44.15	94.76
<u>Híbridos comerciales</u>					
NK 308	3.809	1333.15	1447.42	734.65	848.92
DK D-55	3.905	1366.75	1483.90	768.25	885.40
MAIZ					
PC = PMR					
<u>Variedades criollas</u>					
VAQUERENO	1.632	---	1224.00	---	669.11
JESUS DEL MTE	2.284	--	1713.00	---	1158.11
<u>Híbridos comerciales</u>					
117 WR	2.713	--	2034.75	---	1439.80
AN 430R	2.089	--	1566.75	---	971.86

* los valores negativos significan pérdida económica; se resta al valor de producción, el costo de la semilla para las variedades.

Cuadro R.7. Promedio de Proteína, Rendimiento económico, Valor real estimado de los 12 tratamientos *per se* y Contenido de taninos de los 8 tratamientos de sorgo.

	% P	R.E. ton/ha	V.R.E. N\$	Contenido de taninos
SORGOS 'BLANCOS'				
UGTO 108	11.94	1.353	- 32.16	BAJO
UGTO 109	10.62	3.052	613.46	INTERMEDIO
UGTO 110	10.76	3.279	699.90	BAJO
UGTO 62641	11.18	1.588	57.14	INTERMEDIO
UGTO 103	12.36	1.422	- 5.94	INTERMEDIO
SORGOS 'ROJOS'				
UGTO 107	10.34	1.687	94.76	MODERADAMENTE ALTO
NK 308	10.95	3.809	848.92	MODERADAMENTE ALTO
DK D-55	11.56	3.905	885.40	INTERMEDIO
MAIZ				
VAQUEREÑO	9.98	1.632	669.11	
JESUS DEL MONTE	8.76	2.284	1158.11	
117 WR	8.84	2.713	1439.86	
AN 430 R	8.69	2.089	971.86	

V.R.E. = cuantificando el Precio Medio Rural como valor común de venta.

Cuadro R.8. Genotipos seleccionados de sorgo y maíz, solos y combinados para la elaboración de la tortilla.

MUESTRAS Genotipos seleccionados	% de la mezcla
- Número 1 UGTO 110 (V.E.S.)	100
- Número 2 (UGTO 110) + (117 WR)	50 + 50
- Número 3 117 WR (H.C.M.)	100

FALLA DE ORIGEN

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Todas las características morfológicas y las de comportamiento agronomico presentaron diferencias altamente significativas, excepto el peso de panojas y de mazorcas en la evaluación de los genotipos *per se*.

2. En la separación de los tratamientos por especie, en el caso del sorgo todos los caracteres presentaron diferencias altamente significativas, excepto longitud de panoja y excersión. Para el maíz en todos sus caracteres las diferencias fueron no significativas.

3. En las comparaciones ortogonales de la evaluación de Rendimiento Biológico, Rendimiento Económico e Índice de Cosecha en sorgos *vs* maíces, el índice de cosecha fué altamente significativo, no habiendo diferencia significativa en los otros dos caracteres.

En la comparación de variedades experimentales de sorgo *vs* híbridos comerciales de sorgo, las 3 características fueron altamente significativas.

En las variedades experimentales de sorgo *vs* híbridos comerciales de maíz las diferencias fueron significativas solo para el Rendimiento Biológico.

Las diferencias entre híbridos comerciales de sorgo *vs* híbridos comerciales de maíz fueron altamente significativas para rendimiento de grano e índice de cosecha

En las variedades criollas de maíz *vs* los híbridos comerciales de sorgo fueron significativas para el Rendimiento Biológico y altamente significativas para Rendimiento de Grano e Índice de Cosecha.

En la comparación de variedades experimentales de sorgo *vs* variedades criollas de maíz y éstas últimas *vs* híbridos comerciales de maíz no hubo significancia estadística para las 3 características.

Se concluye que los híbridos comerciales de sorgo fueron mejores que las variedades experimentales de sorgo; los híbridos comerciales de maíz fueron mejores en Rendimiento Biológico o biomasa que las variedades experimentales de sorgo, debido a la diferencia en altura de la planta: los híbridos comerciales de sorgo fueron mejores en Rendimiento de Grano que los híbridos comerciales de maíz y que las variedades criollas de maíz. Mientras que las variedades experimentales de sorgo, las variedades criollas de maíz y los híbridos comerciales de maíz son iguales en la comparación. Por lo tanto el uso de estos híbridos comerciales de maíz por parte de la comunidad rural, no justifica que dejen de sembrar las variedades criollas del lugar.

4. Al separar en variedades e híbridos: las variedades experimentales de sorgo presentaron diferencias altamente significativas para rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha, mientras que en los híbridos comerciales de sorgo las diferencias fueron no significativas.

Las variedades criollas de maíz y los híbridos comerciales de maíz no tuvieron diferencias significativas en rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha.

La variedad experimental de sorgo blanco UGTO 110 fué la de mayor rendimiento de grano con 3.279 ton/ha, no habiendo diferencia entre medias con la 109 y la 62641 pero si, con el índice de cosecha.

El híbrido comercial de maíz 117 WR fué el de mayor rendimiento de grano con 2.713 ton/ha.

5. En la evaluación de los genotipos según tipo de consumo: los genotipos de sorgo "blancos" presentaron diferencias altamente significativas para rendimiento biológico, rendimiento económico e índice de cosecha. Siendo las mejores la UGTO 109 y 103 la UGTO 109 y 110, y la UGTO 110.

En los genotipos de sorgo "rojos" se presentó diferencia significativa para el rendimiento de grano, altamente significativa para el índice de cosecha y no hubo significancia estadística en rendimiento biológico.

6. En la evaluación del análisis proximal: las variedades experimentales de sorgo "blanco" presentaron diferencias altamente significativas para el % de proteína y % de ceniza; y significativas para el % de humedad y % de grasa cruda.

Los sorgos "rojos" solo presentaron diferencia significativa para el % de proteína.

Las variedades criollas de maíz presentaron diferencia significativa solo para el % de cenizas.

Los híbridos comerciales de maíz no presentaron diferencias significativas en el análisis bromatológico.

En la evaluación del % de Proteína: las variedades experimentales de sorgo "blanco" de más alto porcentaje fueron: UGTO 103 con 12.36 %, UGTO 108 con 11.94 %, UGTO 62641 con 11.59 %, la UGTO 110 con 10.76 % y la UGTO con 10.62 %.

En las comparaciones ortogonales, los genotipos de maíz no presentaron significancia estadística.

Los genotipos de maíz de mejor porcentaje de proteína fueron la variedad criolla Vaquereño con 8.98 %, le siguió el híbrido comercial 117 WR con 8.84 %, el Jesús del Monte con 8.76 % y por último el AN 430R con 8.69 %.

Por lo anterior, se puede concluir que las variedades experimentales de sorgo UGTO 103, UGTO 108 y el híbrido comercial de sorgo DK D-55, tienen mayor porcentaje de proteína que los híbridos comerciales de maíz. Siendo la mezcla de la variedad experimental de sorgo UGTO 110 con el híbrido comercial de maíz 117 WR, la seleccionada de acuerdo a los valores de proteína, contenido de taninos, rendimiento de grano y valor real estimado, la cual tuvo aceptación en la comunidad rural.

7. El contenido de taninos fue bajo, de 0.039 mg de catequina/100 mg de sorgo para las variedades experimentales de sorgo UGTO 108 y UGTO 110. En los sorgos rojos fue entre 0.344 a 0.569, es decir de intermedio a moderadamente alto.

8. En la evaluación de la Prueba de Agrado de las tortillas, al comparar la de sorgo contra la elaborada con la mezcla de maíz + sorgo (50 % y 50 % respectivamente), la diferencia fue significativa.

La diferencia fue altamente significativa en las tortillas elaboradas a base de sorgo comparadas con las elaboradas a base de maíz.

En la comparación de la tortilla de maíz vs la tortilla elaborada de la mezcla de maíz + sorgo no hubo diferencia significativa.

- Dado que el sorgo y el maíz tienen tiempos de cocción diferentes, el primero puede ser agregado cuando el maíz está casi cocido, en el momento de preparar el nixtamal. Lo anterior podría ayudar a que la tortilla de sorgo tuviera un color menos oscuro. Al elaborar la tortilla, se sugiere la adición de harina de trigo para mejorar su consistencia, que de manera habitual se hace en la comunidad rural con la tortilla de maíz. Por lo que los procesos domésticos o de industrialización deberán investigar los métodos para la obtención de un mejor producto.

- Es necesario hacer análisis bromatológico de las tortillas elaboradas para conocer la variación en cantidad y calidad de nutrientes, antes y después del proceso de nixtamalización.

- Debe considerarse la determinación de la cantidad de proteína digestible, así como la calidad de la proteína (lisina, triptofano totales), además del índice de eficiencia proteica, determinación de energía bruta y metabolizable, para estimar su valor nutricional.

- Tendrá que llevarse a cabo la cuantificación de los taninos (catequina) en las variedades de polinización libre de sorgo con calidad de grano para determinar la calidad del producto, en cuanto a su valor biológico y palatabilidad. Se recomienda cuantificar los glucósidos cianogénicos para conocer la cantidad de estos hidratos de carbono en el alimento elaborado, así como hacer pruebas de análisis de almidones, azúcares reductores totales y azúcares solubles en agua, para estimar el valor nutricional de los glúcidos del grano y obtener su valor energético.
- Respecto al consumo del grano de sorgo rojo por animales, se sugiere la valoración de los alimentos para animales elaborados, ya que por la literatura revisada, estos pueden producir la pérdida de peso y sería conveniente dar a los productores de carne alternativas de uso.
- Por otro lado, para el proceso de industrialización tendrían que elaborarse normas de calidad y control de garantía del producto para ser utilizado como alimento humano.
- Se recomienda dar continuidad a la investigación de variedades de polinización libre de sorgo con calidad de grano, las cuales pueden tener diversas aplicaciones alimentarias humanas y ser una alternativa al consumo alimentario en zonas marginadas. Este trabajo tiene la intención de que el sorgo sea un complemento alimentario debido a sus características y a la necesidad de encontrar alternativas para la población rural en su dieta alimentaria.
- Se recomienda considerar y evaluar el valor del germoplasma de las variedades criollas de maíz, ya que a veces no se justifica la inversión que se hace en la obtención de híbridos comerciales.
- Se necesita disponer de buenos sorgos blancos, porque el sorgo es socialmente considerado sólo para alimentación animal.
- Es necesario investigar la eficiencia del sorgo en condiciones de temporal, en relación a: uso que hace la planta en cuanto a los macronutrientes, condiciones de salinidad del suelo y disminución del rendimiento, tolerancia a la sequía, relación grano-paja, resistencia a enfermedades y plagas, con la finalidad de enfocar las nuevas variedades y técnicas para el desarrollo de sistemas aplicables por los pequeños agricultores y campesinos.

VI. LITERATURA CITADA

- AGUILERA, H.N. 1989. Tratado de Edafología de Mexico. Tomo I. 1a. ed. UNAM. México. p 2.
- AGUILERA, H.N. e I. DOMINGUEZ. (sin año). Metodología de análisis físicos y químicos de suelos. Fac. de Ciencias. UNAM. 34 p.
- ALLARD, R.W. and A. D. BRADSHAW. 1964. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.* 4:503-507.
- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Sidney William ed. 13 th. Washington, D.C. U.S.A. 1141 p.
- BADUI, D.S. 1988. Diccionario de tecnología de los alimentos. 1a. ed. Ed. Alhambra Mexicana. México. p 27.
- BARKIN, D. y B. SUAREZ. 1983. El fin del principio, las semillas y la seguridad alimentaria. Centro de Ecodesarrollo. México. pp 25-28.
- BENSON, L. 1979. Plant Classification. 2n ed. D.C. Heath and Company. Mass. USA. pp 357-394.
- BETANCOURT, V. A. 1983. Situación actual de la producción de sorgo en México. 1. Resúmenes. Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato. Gto. p R1.
- BRAUER, H. O. 1969. Fitogenética aplicada. 1a. ed. Ed. Limusa. México. p 501.
- BUTLER, L. G. et al 1984. Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism, specificity, and significance. *J. Assoc. Cereal Chem.* 61(5):916-920.
- CASTANON, C. J. 1993. Evaluación de híbridos y variedades, tratamientos de fertilización y densidades de siembra en sorgo de temporal, en el municipio de Irapuato. Gto., en el ciclo primavera-verano 1990. Tesis. Lic. en Ing. Agronómica. E.A.Z. U. de Gto. 70 p.
- CHICO, S. A. y K. KOESTERS 1987. Manual técnico: construcción de la estufa Lorena. U.I.A. - Plantel Leon. Servicio Social. 12 p.
- CLAY, R. E. and R. W. ALLARD. 1969. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations. *Crop. Sci.* 9:407-412.

- COCHRAN, W. G. y G. M. COX. 1991. *Diseños experimentales*. Ed. Trillas. 1a reimpresión. México. 661 p.
- COMPTON, L. P. 1990. *Agronomía del Sorgo*. ICRISAT-CLAIS. Ed. CENTA. El Salvador, C.A. pp 17-206.
- de GEUS, J. G. 1973. *Fertilizer guide for the tropics and subtropics*. 2nd. ed. Centre D'étude de L'azote. Bleicherweg 33. Zurich. p 4-9.
- DEGSTHALE, Y. G. and B. BELAVADY. 1978. Mineral and trace element composition of sorghum grain; effect of variety, location and application of nitrogen fertilizer. *Indian J. Nutr. Diet.* 15:302-308.
- DEVADAS, R. P., N. K. MURPHY and A. ROSHAN. 1974. Evaluation of a weaning mixture based on local foods. *Indian J. Nutr. Diet.* 11:209-212
- EITINAY, A. H., A. M. ABDEL GADIR and M. EI HIDA. 1979. Sorghum fermented kiswa bread. I. Nutritive value of kiswa. *J. Sci. Food Agric.* 30:859-863.
- GARDNER, E. J. 1985. *Principios de Genética*. 5a. ed. Ed. Limusa. México. 637 p.
- GUIRAGOSSIAN, V. Y., B. A. K. CHIBBER, S. VAN SCOYOC, R. JAMBUNATHAN, E. T. MERTZ and J. D. AXTELL. 1978. Characteristics of proteins from normal high-lysine, and high-tannin sorghums. *J. Agric. Food Chem.* 26:219-223.
- HAHN, D. H., J. M. FAUBION and L. W. ROONEY. 1983. Sorghum phenolic acids, their high performance liquid chromatography separation and their relation to fungal resistance. *Cereal Chem.* 60:255-259.
- HERNANDEZ, M. M. 1986. Evaluación de variedades de sorgo en temporal en Guanajuato. En: *Prim. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria*. SARH-CAEB. 192 p.
- HASSEN, M. M., E. T. MERTZ, A. W. KIRLEIS, G. EJETA, J. D. AXTELL and E. VILLEGAS. 1987. Tryptophan levels in normal and high-lysine sorghums. *Cereal Chem.* 53:175-176.
- HOSENEY, R. C., E. VARRIANO-MARTSON and D. A. V. DENDY. 1981. Sorghum and millets. In: *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. IV. (ed. Y. Pomeranz). Am. Ass. of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minn. p17
- _____, R. C., D. J. ANDREWS and H. CLARK. 1987. Sorghum and pearl millet. In: Olson, R. A. and K. J. Frey, (eds) *Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement*. No. 28. In *Agronomy Series*. ASA, Madison, Wisconsin, U.S.A. pp 24-36.

- HOUSE, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. 2nd. ed. ICRISAT, India. p 19.
- HULSE, J. H., E. M. LAING and O. E. PEARSON. 1980. Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. Academic Press. pp 113-122.
- INEGI. 1991. Anuario estadístico del estado de Guanajuato. Ed. 1990. Gobierno del Estado de Guanajuato. pp 66 - 72.
- ____, 1991. El sector alimentario en México. Edición 1991. México. 342 p.
- ____, 1991. XI. Censo general de población y vivienda 1990. Resultados definitivos. Tabulados básicos. Tomo I. Datos por localidad. 1106 p.
- INIA. 1981. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de Guanajuato. INIFAP-CIAB. Celaya. Gto. México. p 35.
- IRUEGAS, A., H. CEJUDO and V. Y. GUIRAGOSSIAN. 1982. Screening and evaluation of tortilla from sorghum and sorghum-maize mixtures. In: ICRISAT. 1982 Proc. Int. Symp. Sorghum grain quality. ICRISAT, India. p 579.
- IZAGUIRRE, M. M. y E. DOMINGUEZ C. 1987. Mesoclima de cada municipio del Estado de Guanajuato. Observatorio Astronómico y Meteorológico. 1a ed. Ed. U. de Gto. México. pp. 79-81.
- KARIM, A. and L. W. ROONEY. 1972. Pentosans in sorghum grain. J. Food Sci. 37:369-371.
- KENT, N. L. 1997. Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencia de los alimentos y agricultura. Ed. ACRIBIA. 3a. ed. Zaragoza. España. 221 p.
- KERSTING, J. F., A. W. PANLI and F. C. STICKLER. 1961. Grain sorghum caryopsis development. II Changes in chemical composition. Agron. J. 53: 74-77.
- LEES, R. (sin año). Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. 2a. ed. española, traducida de la 3a. ed. inglesa. Ed. ACRIBIA. España. 288 p.
- MAITI, R. K. 1983. Algunos aspectos del establecimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en Marín, Nuevo León. 1. Resúmenes. Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato, Gto. p R9.
- MATSUO, T. 1975. Adaptability in plants. JIPB Synthesis 6:1-5.

- METTLER, L. E. y T. G. GREGG. 1979. Genética de las poblaciones. 1a. ed. Ed. UTEHA. México. 245 p.
- MILLER, P. A., H. F. ROBINSON and O. A. POPE. 1962. Cotton variety testing additional information on variety X environment interactions. Crop. Sci. 2: 349-352.
- MILLER, D. H. and E. E. BURNS. 1970. Starch characteristics of selected grain sorghums as related to human foods. J. Food Sci. 35:666-668.
- NARRO, S. J. 1983. Enfermedades de sorgo en el Bajío. 1. Resúmenes. Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato. Gto. p R1.
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1982. Manual de Fertilizantes. 4a. reimpression. Ed. Limusa. México. pp 47-76.
- NEUCERE, N. J. and G. SUMRELL. 1980. Chemical composition of different varieties of grain sorghum. J. Agric. Food Chem. 27:809-812.
- OLIVARES, S. E. 1990. Paquete "Nuevo León" de diseños experimentales. Versión 2 0 Fac. de Agronomía. Univ. Aut. de Nvo. Leon. Marín, N. L.
- PALMER, M. A. and B. N. BOWDEN. 1977. Variations in sterol and triptene contents of developing *Sorghum bicolor* grains. Phytochem. 16: 459-463.
- PARRA, N. L. 1993. cf. E.A.Z. de la U. de Guanajuato. Apdo. Postal 311. Irapuato, Gto.
- _____, N. L. 1988. Comparación de la variabilidad fenotípica en poblaciones F₂ y M₂ de sorgo. Agrociencia. C.P. México. Sobretiro. núm. 74. pp 203-213.
- PAUL, C. 1983. Programas de sorgo de ICRISAT. 1. Taller sobre producción y calidad de sorgo. Resúmenes. Irapuato. Gto. p R3.
- PEDRERO, D. L. y R. M. PANGBORN. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos Métodos analíticos. 1a. ed. Ed. Alhambra Mexicana. México 251 p.
- PORTA, C.J., M. LOPEZ-ACEVEDO R. y C. ROQUERO D.L. 1994. Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Muni-Prensa. Madrid. España. pp 673 - 676.
- ROBLES, S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. 2a. ed. Ed. Limusa. México. pp 141 - 170.

- ROMERO P. E. 1991. La crisis y la alimentación nacional: opciones de desarrollo. In: Facultad de Economía, UNAM., ed. El sector agropecuario en el futuro de la economía mexicana. UNAM. pp 147-163.
- ROMERO, H. L. y V. Y. GUIRAGOSSIAN. 1984. Métodos de mejoramiento genético de sorgo. En: Producción del sorgo. ICRISAT-CYMMYT. p 46.
- ROONEY, L. W. 1983. Usos tradicionales del sorgo como alimento y selección de sorgo con características tortilleras. 1, Resúmenes. Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato. Gto. p R19.
- _____, L. W. and D. S. MURTY. 1982. Color of sorghum food products. In: ICRISAT. 1982. Proc. Int. Symp. on Sorghum grain quality. ICRISAT, India. pp 179-190.
- _____, L. W. and F. R. MILLER. 1982. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: ICRISAT. 1982 Proc. Int. Symp. on Sorghum grain quality ICRISAT, India. pp 31-42.
- SALUNKHE, D. K., J. K. CHAVAN and S. J. JADHAV. 1984. Chemical composition and food quality of sorghum. C.P. no. 108. ICRISAT. In: Nutritional and processing quality of sorghum. Oxford & Ibh Publ. CO. India. pp 33-34.
- SANTOYO, R. M. 1991. Evaluación comercial y su interacción genotipo-ambiente de variedades de polinización libre vs híbridos comerciales. Tesis. Lic. Ing. Agr. E. A. Z. U. de Gto. pp 27-55.
- S.A.R.H.-DTO. DE DES. RURAL 003. 1990. Paquetes tecnológicos recomendados para el uso agrícola 1990. Centro de Apoyo: San Francisco del Rincón. Evaluación final del ciclo agrícola PV-92/92.
- S.A.R.H. INIFAP. 1989. Riesgos climatológicos de importancia agrícola en el estado de Guanajuato. CIAB, Celaya. Gto. México. Publ. especial no. 20. pp 33-84
- SHARMA, H.C. 1980. Screening of sorghum for leaf disease resistance in India. In: ICRISAT. 1980. Proc. Int. Workshop on Sorghum Diseases. Texas A & M Univ. and ICRISAT. ICRISAT, India. pp 161-177.
- SING, R. and J. D. AXTELL. 1973. High lysine mutant gene (hl) that improves protein quality and biological value of grain sorghum. Crop. Sci. 13:535-539.
- STEEL, R. G. D. y J. H. TORRIE. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. 1a. ed. Ed. McGraw-Hill. México. 622 p.

- SUBRAMANIAN, V. et al 1982. Boiled sorghum characteristics and their relationship to starch properties. ICRISAT. 1982. Proc. Int. Symp. on Sorghum Grain Quality, 28-31 oct. 1981. Patancheru. A.P. India. pp 103-109.
- TEJADA, H.I. 1985. Manual de Laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Ed Paipeme. México. pp 5-55.
- TONG, F. 1980. Evaluación y selección para una adaptación más amplia de los cultivos. Sobretiro Univ. de Zulia. Fac. de Agr. Venezuela p 10.
- TRUJILLO, J. J. G. 1985. Comportamiento de poblaciones homogéneas y heterogéneas de sorgo para grano *Sorghum bicolor* L. Moench en diferentes ambientes. Tesis MC Ing. Agr. C. P. Chapingo. México 129 p.
- VALDES, L. G. 1990. Revisión de principios y conceptos en la enseñanza práctica del fitomejoramiento. XIII Cong. Nal. de Fit. Soc. Mex. p. 47.
- VALLADARES, A. R. 1990. Agricultura en México: diversidad o crisis. 1a. ed Univ. Aut. de Chapingo. pp 5-12.
- VEGA, Z. G. 1983. Futuro del sorgo en México. 1 Taller sobre producción y calidad de sorgo. Resúmenes. Irapuato. Gto. p R2.
- VELASCO, M. H. A. 1991. Uso y manejo del suelo. 2a. reimpresión. Ed. Limusa. México. p. 187.
- WAGGLE, D. H., W. DEYOE and F. W. SMITH. 1967. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. Crop. Sci. 7:367-368.
- WALL, S.J. y M. W. ROSS. 1975. Producción y usos del sorgo. 1a. ed. Ed. Hemisferio Sur. Argentina pp 3-185.
- WATT, B. K., and A. L. MERRIL. 1963. Composition of foods. Agric. Handbook 8. USDA-ARS. Washington, D.C. pp 41-45.
- WILLIAMS, R. J., R. A. FREDERIKSEN y J. C. GIRARD. 1978. Manual para la identificación de las enfermedades del sorgo y mijo. ICRISAT. India/USA. Bol. inf. no. 2. pp 2-88.

APENDICE A

**CUADROS DE DATOS DE LOS ANDEVA
PARA LA DISTRIBUCION EN BLOQUES AL AZAR,
PRUEBA DE TUKEY DE LA VARIABLES ANALIZADAS
PARA LOS 12 TRATAMIENTOS *PER SE*
POR TIPO DE ESPECIE, VARIEDAD O HIBRIDO Y CONSUMO.
COMPARACIONES ORTOGONALES PARA RENDIMIENTO
BIOLOGICO, RENDIMIENTO DE GRANO E INDICE DE COSECHA
SEGUN MATRIZ DEL CUADRO 3.2
ANDEVA DEL ANALISIS PROXIMAL, COMPARACIONES
ORTOGONALES DEL % DE PROTEINA Y D.M.S.
DE LA EVALUACION SENSORIAL.**

CUADRO A.1. ANDEVA Y PRUEBA DE TUKEY DE LAS VARIABLES ANALIZADAS DE LOS 12 TRATAMIENTOS *PER SE*.

A.T.P. (altura total de planta) cm.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	115.2	102.2	111.0	100.8
UGTO 109	112.8	89.6	106.6	127.1
UGTO 110	108.1	108.2	103.8	103.8
UGTO 62641	137.8	101.2	112.0	120.9
UGTO 103	98.8	80.8	91.8	98.6
UGTO 107	106.1	109.6	127.2	120.2
NK 308	126.5	99.0	123.4	142.8
DK D-55	81.2	88.4	96.4	96.8
117 WR	175.2	148.2	200.0	131.6
AN 430R	168.7	179.2	128.8	180.2
VAQUERENO	197.8	163.4	188.4	183.4
JESUS DEL MONTE	174.8	230.4	163.6	183.4

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F _F
Tratamientos	11	53636.6250	4876.0566	15.45
Bloques	3	531.0625	177.0208	
Error	33	10412.9375	315.5435	
Total	47	64580.6250		

C.V. = 13.650 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 315.5435

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
JESUS DEL MONTE	188.0500 A
VAQUERENO	183.3750 AB
AN 430R	164.2250 AB
117 WR	163.7500 AB
NK 308	122.9250 BC
UGTO 62641	117.9750 C
UGTO 107	115.7750 C
UGTO 109	109.0250 C
UGTO 108	107.3000 C
UGTO 110	105.9750 C
UGTO 103	92.5000 C
DK D-55	90.7000 C

TUKEY = 44.1691

D.F. (días a floración)

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	83	83	78	75
UGTO109	78	78	78	75
UGTO 110	78	75	78	78
UGTO 62641	78	75	75	75
UGTO 103	83	93	83	83
UGTO 107	83	93	83	83
NK 308	78	83	83	83
DK D-55	75	78	75	78
117 WR	75	98	83	98
AN 430R	78	98	83	98
VAQUEREÑO	75	98	78	98
JESUS DEL MONTE	98	98	98	98

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	11	1978.7187	179.8835	5.91
Bloques	3	419.4062	139.8020	
Error	33	1003.8437	30.4195	
Total	47	3401.9687		

C.V. = 6.604 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 30.4195

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
JESUS DEL MONTE	98.00 A
AN 430R	89.25 AB
117 WR	88.50 AB
VAQUEREÑO	87.25 AB
UGTO 103	85.50 AB
UGTO 107	85.50 AB
NK 308	81.75 B
UGTO 108	79.75 B
UGTO 110	77.25 B
UGTO 109	77.25 B
DK D-55	76.50 B
UGTO 62641	75.75 B

TUKEY = 13.714

N.T./P.U. (número de tallos / parcela útil).

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	60	90	84	106
UGTO109	103	139	135	109
UGTO 110	54	74	66	69
UGTO 62641	14	52	88	64
UGTO 103	130	163	117	131
UGTO 107	128	123	100	100
NK 308	104	164	119	124
DK D-55	145	125	129	171
117 WR	74	53	84	115
AN 430R	47	78	128	106
VAQUERENO	44	55	35	76
JESUS DEL MONTE	70	103	66	79

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	11	43250.5625	3931.8693	9.36
Bloques	3	3839.9062	1279.9667	
Error	33	13853.8437	419.8134	
Total	47	60944.3125		

C.V. = 21.413 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 419.8134

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	142.50 A
UGTO 103	135.25 AB
NK 308	127.75 ABC
UGTO 109	121.50 ABC
UGTO 107	112.75 ABCD
AN 430R	89.75 BCDE
UGTO 108	85.00 BCDE
117 WR	81.50 CDE
JESUS DEL MONTE	79.50 CDE
UGTO 110	65.75 DE
UGTO 62641	54.50 E
VAQUERENO	52.50 E

TUKEY = 50.9468

N.P.-N.M./P.U. (número de panes - mazarcas / parcela útil).

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	35	66	51	97
UGTO109	94	96	117	103
UGTO 110	62	74	59	60
UGTO 62641	12	45	69	55
UGTO 103	71	71	59	86
UGTO 107	89	74	64	76
NK 308	104	112	99	111
DK D-55	90	82	125	209
117 WR	20	43	54	83
AN 430R	33	38	51	28
VAQUERENO	22	31	24	23
JESUS DEL MONTE	29	58	34	30

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F _e
Tratamientos	11	42661.5000	3878.3181	8.90
Bloques	3	3756.8281	1252.2760	
Error	33	14378.6718	435.7173	
Total	47	60797.0000		

C.V. = 31.039 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 435.7173

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	126.50 A
NK 308	106.50 AB
UGTO 109	102.50 ABC
UGTO 107	75.75 ABCD
UGTO 103	71.75 BCD
UGTO 110	63.75 BCD
UGTO 108	62.25 BCD
117 WR	52.50 CD
UGTO 62641	45.25 D
JESUS DEL MONTE	37.75 D
AN 430R	37.50 D
VAQUERENO	25.00 D

TUKEY = 519028

FALLA DE ORIGEN

P.P.-P.N. kgP.U. (pese de paejas - mazercas / parcela útil).

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	1.70	2.75	2.40	3.30
UGTO109	5.30	3.05	5.50	5.60
UGTO 110	3.85	5.50	4.75	4.60
UGTO 62641	1.20	2.60	3.30	3.10
UGTO 103	3.50	2.40	2.90	3.90
UGTO 107	4.40	3.35	2.80	4.00
NK 308	3.90	4.00	6.30	6.80
DK D-55	4.40	3.75	7.50	7.05
117 WR	2.10	5.80	6.35	5.45
AN 430R	4.40	3.55	2.50	2.45
VAQUERENO	11.25	2.40	3.75	2.00
JESUS DEL MONTE	3.05	5.80	3.35	2.25

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	11	51.4828	4.6802	1.47
Bloques	3	2.0341	0.6780	
Error	33	105.0359	3.1829	
Total	47	158.5529		

C.V. = 43.714 %

R.B. kg/P.U. (rendimiento biológico/parcela útil)

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	11.70	13.00	13.75	16.00
UGTO109	16.00	16.45	18.85	20.25
UGTO 110	10.25	13.55	11.80	12.35
UGTO 62641	3.40	7.55	12.65	13.35
UGTO 103	21.60	21.50	19.20	23.35
UGTO 107	21.50	18.40	16.90	18.60
NK 308	21.00	15.70	19.25	22.25
DK D-55	17.20	14.90	20.95	22.00
117 WR	18.00	16.20	23.35	19.70
AN 430R	12.65	18.25	17.20	20.60
VAQUERENO	13.50	11.90	12.15	16.55
JESUS DEL MONTE	17.40	22.50	15.45	16.95

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fe
Tratamientos	11	587.9238	53.4476	8.67
Bloques	3	69.5107	23.1702	
Error	33	203.2998	6.1606	
Total	47	860.7343		

C.V. = 14.938 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 6.1606

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 103	21.4125 A
NK 308	19.5500 AB
117 WR	19.3125 AB
UGTO 107	18.8500 AB
DK D-55	18.7625 AB
JESUS DEL MONTE	18.0750 ABC
UGTO 109	17.8875 ABC
AN 430R	17.1750 ABC
UGTO 108	13.6125 BCD
VAQUERENO	13.5250 BCD
UGTO 110	11.9875 CD
UGTO 62641	9.2375 D

TUKEY = 6.1716

R.G. ton/ha (rendimiento de grano e económica)

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	0.780	1.492	1.285	1.855
UGTO109	3.401	2.140	3.237	3.430
UGTO 110	2.588	3.723	3.271	3.534
UGTO 62641	0.711	1.685	2.117	1.840
UGTO 103	1.498	0.834	1.687	1.671
UGTO 107	2.300	1.516	1.239	1.695
NK 308	4.576	2.616	3.629	4.416
DK D-55	2.934	2.620	5.171	4.898
117 WR	0.987	3.026	4.326	2.513
AN 430R	4.576	1.925	0.787	1.069
VAQUERENO	1.554	1.106	2.750	1.118
JESUS DEL MONTE	2.019	3.897	1.922	1.298

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	11	37.8684	3.4425	3.61
Bloques	3	1.0710	0.3570	
Error	33	31.4488	0.9529	
Total	47	70.3883		

C.V. = 40.654 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.9530

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	3.905 A
NK 308	3.809 AB
UGTO 110	3.279 ABC
UGTO 109	3.052 ABC
117 WR	2.713 ABC
JESUS DEL MONTE	2.284 ABC
AN 430R	2.089 ABC
UGTO 107	1.687 ABC
VAQUERENO	1.632 ABC
UGTO 62641	1.588 ABC
UGTO 103	1.422 BC
UGTO 108	1.353 C

TUKEY = 2.4274

I.C. (índice de cosecha)

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	0.0533	0.0918	0.0748	0.0927
UGTO109	0.1700	0.1041	0.1374	0.1355
UGTO 110	0.2020	0.2198	0.2217	0.2289
UGTO 62641	0.1673	0.1785	0.1339	0.1102
UGTO 103	0.0555	0.0310	0.0703	0.0572
UGTO 107	0.0856	0.0659	0.0586	0.0729
NK 308	0.1743	0.1333	0.1508	0.1587
DK D-55	0.1365	0.1407	0.1974	0.1781
117 WR	0.0438	0.1494	0.1482	0.1020
AN 430R	0.1230	0.0844	0.0366	0.0415
VAQUERENO	0.0921	0.0743	0.1810	0.0540
JESUS DEL MONTE	0.0928	0.1385	0.0995	0.0612

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	11	0.1019	0.0092	8.98
Bloques	3	0.0019	0.0006	
Error	33	0.0340	0.0010	
Total	47	0.1380		

C.V. = 27.47 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 12

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0010

Grados de libertad del error = 33

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 110	0.2181 A
DK D-55	0.1632 AB
NK 308	0.1543 ABC
UGTO 62641	0.1475 ABCD
UGTO 109	0.1367 BCD
117 WR	0.1108 BCDE
VAQUERENO	0.1003 BCDE
JESUS DEL MONTE	0.0980 BCDE
UGTO 108	0.0781 CDE
AN 430R	0.0714 DE
UGTO 107	0.0707 DE
UGTO 103	0.0535 E

TUKEY = 0.0799

CUADRO A.2. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY POR ESPECIE.**A.T.P. (para los genotipos de sergo).**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	3709.9062	529.9886	5.56
Bloques	3	1249.3125	416.4375	
Error	21	1998.6250	95.1726	
Total	31	6957.8437		

C.V. = 9.052 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 95.1726

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
NK 308	122.9250 A
UGT0 62641	117.9750 A
UGT0 107	115.7750 A
UGT0 109	109.0250 AB
UGT0 108	107.3000 AB
UGT0 110	105.9750 AB
UGT0 103	92.5000 B
DK D-55	90.7000 B

TUKEY = 23.1575**A.T.P. (para los genotipos de maíz).**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	1932.0625	644.0208	0.79
Bloques	3	381.3125	127.1041	
Error	9	7314.7500	812.7500	
Total	15	9628.1250		

C.V. = 16.305 %

L.P. (longitud de panaja) cm.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGTO 108	24.2	21.2	26.4	21.0
UGTO 109	20.8	14.4	18.6	24.1
UGTO 110	24.3	25.6	21.2	21.0
UGTO 62641	25.0	19.2	23.6	23.2
UGTO 103	22.2	15.8	20.4	21.4
UGTO 107	20.3	20.6	24.8	24.6
NK 308	24.5	24.2	43.1	23.2
DK D-55	20.6	20.6	17.8	23.2

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	237.4160	33.9165	1.96
Bloques	3	74.7353	24.9117	
Error	21	362.1865	17.2469	
Total	31	674.3378		

C.V. = 18.427 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 17.2470

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
NK 308	28.750 A
UGTO 108	23.200 A
UGTO 110	23.025 A
UGTO 62641	22.775 A
UGTO 107	22.575 A
DK D-55	20.550 A
UGTO 103	19.950 A
UGTO 109	19.475 A

TUKEY = 9.8561

E. (excursión) cm.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
UGT0 108	6.0	2.8	4.0	0.0
UGT0 109	8.6	0.0	0.0	3.2
UGT0 110	3.2	0.0	0.0	0.4
UGT0 62641	8.7	0.8	2.4	5.8
UGT0 103	4.0	0.0	2.2	3.6
UGT0 107	11.2	1.6	3.4	2.8
NK 308	13.2	0.0	0.0	14.2
DK D-55	0.4	2.6	1.6	0.0

ANALISIS DE VARIANZA (datos transformados / $X + 1/2$)

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	4.8294	0.6899	1.63
Bloques	3	9.1709	3.0569	
Error	21	8.8820	0.4229	
Total	31	22.8825		

C.V. = 38.395 %

D.F. (para los genotipos de sorgo).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	435.9687	62.2812	7.11
Bloques	3	60.8437	20.2812	
Error	21	193.9062	8.7574	
Total	31	680.7187		

C.V. = 3.703 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 8.7574

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 103	85.50 A
UGTO 107	85.50 A
NK 308	81.75 AB
UGTO 108	79.75 AB
UGTO i10	77.25 B
UGTO 109	77.25 B
DK D-55	76.50 B
UGTO 62641	75.75 B

TUKEY = 7.0246**D.F. (para genotipos de maíz).**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	288.5000	96.1666	2.83
Bloques	3	873.0000	291.0000	
Error	9	305.5000	33.9444	
Total	15	1467.0000		

C.V. = 6.420%

N.T./P.U (para los genotipos de sorgo).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	30635.5000	4376.5000	11.78
Bloques	3	2445.5000	815.1666	
Error	21	7796.5000	371.2619	
Total	31	40877.5000		

C.V. = 18.242 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 371.2619

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS**MEDIA**

DK D-55	142.50 A
UGTO 103	135.25 A
NK 308	127.75 AB
UGTO 109	121.50 AB
UGTO 107	112.75 AB
UGTO 108	85.00 BC
UGTO 110	65.75 C
UGTO 626641	54.50 C

TUKEY = 45.7378

N.T./P.U (para genotipos de maíz).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	3134.6875	1044.8958	1.92
Bloques	3	2562.1875	854.0625	
Error	9	4889.5625	543.2847	
Total	15	10586.4375		

C.V. = 30.745 %

M.P./P.U.(para los genotipos de sergo).

FV	gl	SC	CM	Fe
Tratamientos	7	20872.7187	2981.8168	5.51
Bloques	3	3891.8437	1297.2812	
Error	21	11350.9062	540.5193	
Total	31	36115.4687		

C.V. = 28.428 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 540.5193

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	126.50 A
NK 308	106.50 AB
UGTO 109	102.50 AB
UGTO 107	75.75 ABC
UGTO 103	71.75 ABC
UGTO 110	63.75 BC
UGTO 108	62.25 BC
UGTO 62641	45.25 C

TUKEY = 55.1875**M.M./P.U (para genotipos de maíz).**

FV	gl	SC	CM	Fe
Tratamientos	3	1517.6875	505.8958	2.21
Bloques	3	837.6875	279.2291	
Error	9	2055.0625	228.3402	
Total	15	4410.4375		

C.V. = 39.57 %

P.P. kg/P.U (para los genotipos de serge).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	42.4185	6.0597	6.62
Bloques	3	10.8651	3.6217	
Error	21	19.2180	0.9151	
Total	31	72.5017		

C.V. = 23.648 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.9151

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
NK 308	5.25 AB
UGTO 109	4.86 AB
UGTO 110	4.67 ABC
UGTO 107	3.63 ABC
UGTO 103	3.17 BC
UGTO 62641	2.55 C
UGTO 108	2.53 C

TUKEY = 2.2708**P.M. kg/P.U (para genotipos de maíz).**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	8.9404	2.9801	0.39
Bloques	3	9.6917	3.2305	
Error	9	67.2951	7.4772	
Total	15	85.9273		

C.V. = 65.841 %

R.B./P.U (genotipos de sorgo).

FV	gl	SC	CM	Fe
Tratamientos	7	509.5361	72.7908	13.74
Bloques	3	58.4990	19.4996	
Error	21	111.2119	5.2958	
Total	31	679.2470		

C.V. = 14.021 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 5.2958

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 103	21.412 A
NK 308	19.550 A
UGTO 107	18.850 AB
DK D-55	18.762 AB
UGTO 109	17.887 AB
UGTO 108	13.612 BC
UGTO 110	11.987 C
UGTO 62641	9.237 C

TUKEY = 5.4626

R.B./P.U (para genotipos de maíz).

FV	gl	SC	CM	Fe
Tratamientos	3	74.4301	24.8100	2.65
Bloques	3	18.9897	6.3299	
Error	9	84.1103	9.3455	
Total	15	177.5302		

C.V. = 17.96 %

R.G. ton/ ha (genotipos de sorgo).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	34.2747	4.8963	11.48
Bloques	3	3.3300	1.1100	
Error	21	8.9512	0.4262	
Total	31	46.5560		

C.V. = 25.98 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.4263

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	3.905 A
NK 308	3.809 A
UGTO 110	3.279 A
UGTO 109	3.052 AB
UGTO 107	1.687 BC
UGTO 62641	1.588 BC
UGTO 103	1.422 C
UGTO 108	1.353 C

TUKEY = 1.549

R. G. ton/ha (para genotipos de maíz).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	2.4137	0.8045	0.40
Bloques	3	2.5598	0.8532	
Error	9	17.6787	1.9643	
Total	15	22.6523		

C.V. = 64.30 %

I.C. (genotipos de serge).

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	7	0.0872	0.0124	24.56
Bloques	3	0.0005	0.0001	
Error	21	0.0106	0.0005	
Total	31	0.0984		

C.V. = 17.62 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 8

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0005

Grados de libertad del error = 21

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 110	0.2181 A
DK D-55	0.1632 B
NK 308	0.1543 B
UGTO 62641	0.1475 B
UGTO 109	0.1367 B
UGTO 108	0.0781 C
UGTO 107	0.0707 C
UGTO 103	0.0535 C

TUKEY = 0.0534**I.C. (para genotipos de maíz).**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	0.0033	0.0011	0.56
Bloques	3	0.0068	0.0022	
Error	9	0.0180	0.0020	
Total	15	0.0282		

C.V. = 47.01 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 4

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0020

Grados de libertad del error = 9

TRATAMIENTOS	MEDIA
117 WR	0.1108 A
VAQUEREÑO	0.1003 A
JESUS DEL MONTE	0.0980 A
AN 430R	0.0714 A

TUKEY = 0.0989

B.3. ANALISIS DE VARIANZA POR VARIEDAD O HIBRIDO.**R.B./P.U. (variedades experimentales de serge)****ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	5	427.9975	85.5995	16.10
Bloques	3	33.0722	11.0240	
Error	15	79.7070	5.3138	
Total	23	540.7768		

C.V. = 14.87 %

R.B./P.U. (híbridos comerciales de serge)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	1.2404	1.2404	0.47
Bloques	3	49.1560	16.3853	
Error	3	7.7756	2.5918	
Total	7	58.1721		

C.V. = 8.404 %

R.B./P.U. (híbridos comerciales de maíz)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	9.1372	9.1372	1.03
Bloques	3	34.6333	11.5444	
Error	3	26.5913	8.8637	
Total	7	70.3618		

C.V. = 16.31 %

R.B./P.U. (variedades criollas de maíz)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	41.4052	41.4052	4.45
Bloques	3	13.9703	4.6567	
Error	3	27.9045	9.3015	
Total	7	83.2801		

C.V. = 19.30 %

R.G. ton/ha (variedades experimentales de sergo)
ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	5	14.9500	2.9900	11.69
Bloques	3	0.8514	0.2838	
Error	15	3.8346	0.2556	
Total	23	19.6360		

C.V. = 24.50 %

R.G. ton/ha (híbridos comerciales de sergo)
ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.0186	0.0186	0.02
Bloques	3	4.9607	1.6535	
Error	3	2.6345	0.8781	
Total	7	7.6138		

C.V. = 24.29 %

R.G. ton/ha (híbridos comerciales de maíz)
ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.7781	0.7781	0.17
Bloques	3	1.0932	0.3644	
Error	3	13.5732	4.5244	
Total	7	15.4446		

C.V. = 88.58 %

R.G. ton/ha (variedades criollas de maíz)
ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.8502	0.8502	0.72
Bloques	3	2.0603	0.6867	
Error	3	3.5117	1.1705	
Total	7	6.4223		

C.V. = 55.25 %

I.C. (variedades experimentales de sergo)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	5	0.0769	0.0153	30.61
Bloques	3	0.0001	0.00006	
Error	15	0.0075	0.0005	
Total	23	0.0846		

C.V. = 19.08 %

I.C. (híbridos comerciales de sergo)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.0001	0.0001	0.25
Bloques	3	0.0016	0.0005	
Error	3	0.0018	0.0006	
Total	7	0.0036		

C.V. = 15.67 %

I.C. (híbridos comerciales de maíz)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.0031	0.0031	0.91
Bloques	3	0.0022	0.0007	
Error	3	0.0101	0.0033	
Total	7	0.0155		

C.V. = 63.96 %

I.C. (variedades criollas de maíz)**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	1	0.00001	0.00001	0.006
Bloques	3	0.00702	0.00234	
Error	3	0.00539	0.00179	
Total	7	0.01243		

C.V. = 42.76 %

* PRUEBA DE TUKEY POR VARIEDAD O HIBRIDO.

R.B./P.U (variedades experimentales de sergo)

Número de tratamientos = 6

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 5.3138

Grados de libertad del error = 15

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>MEDIA</u>
UGTO 103	21.4125 A
UGTO 107	18.8500 AB
UGTO 109	17.8875 AB
UGTO 108	13.6125 BC
UGTO 110	11.9875 C
UGTO 62641	9.2375 C

TUKEY = 5.3019**R.G. ten/ha (variedades experimentales de sergo)**

Número de tratamientos = 6

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.2556

Grados de libertad del error = 15

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>MEDIA</u>
UGTO 110	3.279 A
UGTO 109	3.052 A
UGTO 107	1.687 B
UGTO 62641	1.588 B
UGTO 103	1.422 B
UGTO 108	1.353 B

TUKEY = 1.1629**I.C. (variedades experimentales de sergo)**

Número de tratamientos = 6

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0005

Grados de libertad del error = 15

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>MEDIA</u>
UGTO 110	0.2181 A
UGTO 62641	0.1475 B
UGTO 109	0.1367 B
UGTO 108	0.0781 C
UGTO 107	0.0707 C
UGTO 103	0.0535 C

TUKEY = 0.0515

B.4. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY POR CONSUMO.**R.B./P.U. (serga "blanco")**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	4	374.0625	93.5156	22.45
Bloques	3	51.7158	17.2386	
Error	12	49.9736	4.1644	
Total	19	475.7519		

C.V. = 13.76 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 5

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 4.1645

Grados de libertad del error = 12

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 103	21.412 A
UGTO 109	17.887 AB
UGTO 108	13.612 BC
UGTO 110	11.987 C
UGTO 62641	9.237 C

TUKEY = 4.601**R.B./P.U. (serga "rojo")**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	2	1.4907	0.7453	0.13
Bloques	3	35.1391	11.7130	
Error	6	32.8833	5.4805	
Total	11	69.5131		

C.V. = 12.28 %

R.G. ton/ha (serges "blancos")

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	4	14.2706	3.5676	16.10
Bloques	3	1.4217	0.4739	
Error	12	2.6585	0.2215	
Total	19	18.3509		

C.V. = 22.05 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 5

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.2215

Grados de libertad del error = 12

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 110	3.279 A
UGTO 109	3.052 A
UGTO 62641	1.588 B
UGTO 103	1.422 B
UGTO 108	1.353 B

TUKEY = 1.0614**R.G. ton/ha (serge "rojo")**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	2	12.5756	6.2878	7.84
Bloques	3	3.3923	1.1307	
Error	6	4.8086	0.8014	
Total	11	20.7767		

C.V. = 28.56 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 3

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.8014

Grados de libertad del error = 6

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	3.905 A
NK 308	3.809 A
UGTO 107	1.687 B

TUKEY = 1.9427

I.C. (serges "blancos")

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	4	0.06640	0.01660	27.47
Bloques	3	0.00007	0.00002	
Error	12	0.00725	0.00060	
Total	19	0.07373		

C.V. = 19.38 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 5

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0006

Grados de libertad del error = 12

TRATAMIENTOS	MEDIA
UGTO 110	0.2181 A
UGTO 62641	0.1475 B
UGTO 109	0.1367 B
UGTO 108	0.0781 C
UGTO 103	0.0535 C

TUKEY = 0.0554**I.C. (serge "rojo")**

FV	gl	SC	CM	Fc
Tratamientos	2	0.02079	0.01039	22.20
Bloques	3	0.00106	0.00035	
Error	6	0.00281	0.00046	
Total	11	0.02467		

C.V. = 16.72 %

PRUEBA DE TUKEY

Número de tratamientos = 3

Número de repeticiones = 4

Cuadrado medio del error = 0.0.0005

Grados de libertad del error = 6

TRATAMIENTOS	MEDIA
DK D-55	0.1632 A
NK 308	0.1543 A
UGTO 107	0.0707 B

TUKEY = 0.0469

CUADRO A.5. COMPARACIONES ORTOGONALES

R.B./P.U (serge "blanco")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
108/109	1	36.5512	36.5512	6.90	4.33	8.01
108/110	1	5.2812	5.2812	0.99	4.33	8.01
108/62641	1	38.2812	38.2812	7.22	4.33	8.01
108/103	1	121.6800	121.6800	22.97	4.33	8.01
109/110	1	69.6200	69.6200	13.14	4.33	8.01
109/62641	1	149.6450	149.6450	28.25	4.33	8.01
109/103	1	24.8512	24.8512	4.69	4.33	8.01
110/62641	1	15.1249	15.1249	2.85	4.33	8.01
110/103	1	177.6613	177.6613	33.54	4.33	8.01
62641/103	1	296.4612	296.4612	55.98	4.33	8.01
Error	21	111.2119	5.2958			

R.B./P.U. (serge "rojo")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
107/NK 308	1	0.9799	0.9799	0.18	4.33	8.01
107/ DK D-55	1	0.0153	0.0153	0.002	4.33	8.01
NK 308/DK D55	1	1.2403	1.2403	0.23	4.33	8.01
Error	21	111.2119	5.2958			

R.B./P.U. (maíz)

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
117WR/AN430R	1	9.1378	9.1378	0.97	5.12	10.56
117WR/VAQ.	1	66.9903	66.9903	7.16	5.12	10.56
117WR/J.MTE.	1	3.0628	3.0628	0.32	5.12	10.56
AN430R/VAQ.	1	26.6449	26.6449	2.85	5.12	10.56
AN430R/J.MTE.	1	1.6200	1.6200	0.17	5.12	10.56
VAQ./J.MTE.	1	41.4050	41.4050	4.43	5.12	10.56
Error	9	84.1103	9.3455			

R.G. ton/ha(serge "blanca")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
108/109	1	5.7732	5.7732	13.54	4.33	8.01
108/110	1	7.4189	7.4189	17.40	4.33	8.01
108/62641	1	0.1106	0.1106	0.25	4.33	8.01
108/103	1	0.0096	0.0096	0.02	4.33	8.01
109/110	1	0.1030	0.1030	0.24	4.33	8.01
109/62641	1	4.2851	4.2851	10.05	4.33	8.01
109/103	1	5.3105	5.3105	12.45	4.33	8.01
110/62641	1	5.7172	5.7172	13.41	4.33	8.01
110/103	1	6.8931	6.8931	16.17	4.33	8.01
62641/103	1	0.0549	0.0549	0.12	4.33	8.01
Error	21	8.9512	0.4262			

R.G. ton/ha (serge "rojo")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
107/NK 308	1	9.0036	9.0036	21.12	4.33	8.01
107/ DK D-55	1	9.8412	9.8412	23.08	4.33	8.01
NK 308/DK D55	1	0.0186	0.0186	0.04	4.33	8.01
Error	21	8.9512	0.4262			

R.G. ton/ha (maíz)

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
117WR/AN430R	1	0.7781	0.7781	0.39	5.12	10.56
117WR/VAQ.	1	2.3371	2.3371	1.18	5.12	10.56
117WR/J.MTE.	1	0.3680	0.3680	0.18	5.12	10.56
AN430R/VAQ.	1	0.4181	0.4181	0.21	5.12	10.56
AN430R/J.MTE.	1	0.0758	0.0758	0.03	5.12	10.56
VAQ./J.MTE.	1	0.8502	0.8502	0.43	5.12	10.56
Error	9	17.6787	1.9643			

I.C. (serge "blanco")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
108/109	1	0.0068	0.0068	13.54	4.33	8.01
108/110	1	0.0391	0.0391	77.26	4.33	8.01
108/62641	1	0.0096	0.0096	18.95	4.33	8.01
108/103	1	0.0012	0.0012	2.39	4.33	8.01
109/110	1	0.0132	0.0132	26.10	4.33	8.01
109/62641	1	0.0002	0.0002	0.45	4.33	8.01
109/103	1	0.0138	0.0138	27.33	4.33	8.01
110/62641	1	0.0099	0.0099	19.67	4.33	8.01
110/103	1	0.0541	0.0541	106.87	4.33	8.01
62641/103	1	0.0176	0.0176	34.83	4.33	8.01
Error	21	0.0106	0.0005			

I.C. (serge "rojo")

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
107/NK 308	1	0.0139	0.0139	27.52	4.33	8.01
107/ DK D-55	1	0.0170	0.0170	33.69	4.33	8.01
NK 308/DK D55	1	0.0001	0.0001	0.31	4.33	8.01
Error	21	0.0106	0.0005			

I.C. (maíz)

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
117WR/AN430R	1	0.0027	0.0027	1.37	5.12	10.56
117WR/VAQ.	1	0.0002	0.0002	0.11	5.12	10.56
117WR/J.MTE.	1	0.0003	0.0003	0.16	5.12	10.56
AN430R/VAQ.	1	0.0014	0.0014	0.70	5.12	10.56
AN430R/J.MTE.	1	0.0011	0.0011	0.58	5.12	10.56
VAQ./J.MTE.	1	0.00001	0.00001	0.005	5.12	10.56
Error	9	0.0180	0.0020			

A.6. ANALISIS DE VARIANZA DEL ANALISIS PROXIMAL.

HUMEDAD %

Serge "blanco"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	4	0.5988	0.1497	13.78
Bloques	1	0.0178	0.0178	
Error	4	0.0434	0.0108	
Total	9	0.6602		

C.V. = 1.21%

Serge "rojo"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.1465	0.0732	5.72
Bloques	1	0.0121	0.0121	
Error	2	0.0256	0.0128	
Total	5	0.1842		

C.V. = 1.33%

Híbridos comerciales de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	2.8224	2.8224	350.32
Bloques	1	0.0484	0.0484	
Error	1	0.0080	0.0080	
Total	3	2.8789		

C.V. = 0.86%

Variedades criollas de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.2209	0.2209	1.38
Bloques	1	0.0003	0.0003	
Error	1	0.1599	0.1599	
Total	3	0.3812		

C.V. = 4.22%

Maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	3	4.6275	1.5425	24.59
Bloques	1	0.0288	0.0288	
Error	3	0.1881	0.0627	
Total	7	4.8444		

C.V. = 2.52%

CENIZAS%

Serge "blanco"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	4	0.3910	0.0977	19.22
Bloques	1	0.0012	0.0012	
Error	4	0.0203	0.0050	
Total	9	0.4126		

C.V. = 3.10 %

Serge "rojo"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.1601	0.0800	9.45
Bloques	1	0.0048	0.0048	
Error	2	0.1693	0.0084	
Total	5	0.1818		

C.V. = 4.36 %

Híbridos comerciales de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.0024	0.0024	0.17
Bloques	1	0.0024	0.0024	
Error	1	0.0144	0.0144	
Total	3	0.0194		

C.V. = 7.01 %

Variedades criollas de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.1406	0.1406	225.46
Bloques	1	0.0110	0.0110	
Error	1	0.0006	0.0006	
Total	3	0.1522		

C.V. = 1.44 %

Maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	3	0.1441	0.0480	5.33
Bloques	1	0.0015	0.0015	
Error	3	0.0270	0.0090	
Total	7	0.1726		

C.V. = 5.51 %

GRASA CRUDA%

Serge "blanco"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	4	3.6934	0.9233	15.26
Bloques	1	0.0639	0.0639	
Error	4	0.2419	0.0604	
Total	9	3.9993		

C.V. = 7.51 %

Serge "rojo"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.4376	0.2188	7.58
Bloques	1	0.0337	0.0337	
Error	2	0.0576	0.0288	
Total	5	0.5290		

C.V. = 7.25 %

Híbridos comerciales de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.2704	0.2704	1.08
Bloques	1	0.0064	0.0064	
Error	1	0.2499	0.2499	
Total	3	0.5268		

C.V. = 14.88 %

Variedades criollas de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.8742	0.8742	9.39
Bloques	1	0.1122	0.1122	
Error	1	0.0930	0.0930	
Total	3	1.0794		

C.V. = 5.03 %

Maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	3	15.6437	5.2145	36.45
Bloques	1	0.0325	0.0325	
Error	3	0.4291	0.1430	
Total	7	16.1054		

C.V. = 8.03 %

FALLA DE ORIGEN

FIBRACRUDAX

Serge "blanco"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	4	11.6386	2.9096	6.46
Bloques	1	0.7289	0.7289	
Error	4	1.8013	0.4503	
Total	9	14.1689		

C.V. = 18.63 %

Serge "rojo"

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	2	1.8011	0.9005	12.29
Bloques	1	0.0104	0.0104	
Error	2	0.1465	0.0732	
Total	5	1.9581		

C.V. = 10.04 %

Híbridos comerciales de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.5776	0.5776	25.67
Bloques	1	0.1681	0.1681	
Error	1	0.0224	0.0224	
Total	3	0.7682		

C.V. = 7.14 %

Variedades criollas de maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	0.00002	0.00002	0.0004
Bloques	1	0.07022	0.07022	
Error	1	0.05522	0.05522	
Total	3	0.12547		

C.V. = 11.02 %

Maíz

FV	gl	SC	CM	F
Tratamientos	3	0.5797	0.1932	1.89
Bloques	1	0.0105	0.0105	
Error	3	0.3055	0.1018	
Total	7	0.8957		

C.V. = 15.08 %

A.7. COMPARACIONES ORTOGONALES DEL % DE PROTEINA.**SORGO "BLANCO"**

TRATAMIENTO	MEDIA
UGTO 108	11.94
UGTO 109	10.62
UGTO 110	10.76
UGTO 62641	11.59
UGTO 103	12.36

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
108/109	1	1.7424	1.7424	40.40	7.71	21.20
108/110	1	1.3806	1.3806	32.01	7.71	21.20
108/62641	1	0.1225	0.1225	2.84	7.71	21.20
108/103	1	0.1806	0.1806	4.18	7.71	21.20
109/110	1	0.0210	0.0210	0.48	7.71	21.20
109/62641	1	0.9409	0.9409	21.82	7.71	21.20
109/103	1	3.0450	3.0450	70.61	7.71	21.20
110/62641	1	0.6806	0.6806	15.78	7.71	21.20
110/103	1	2.5599	2.5599	59.36	7.71	21.20
62641/103	1	0.6006	0.6006	13.92	7.71	21.20
Error	4	0.1724	0.0431			

MAIZ

TRATAMIENTO	MEDIA
117 WR	8.34
AN 430R	8.69
VAQUERENO	8.98
JESUS DEL MTE.	8.76

ANALISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
117WR/AN430R	1	0.0210	0.0210	0.42	9.78	34.12
117WR/VAQ.	1	0.0196	0.0196	0.39	9.78	34.12
117WR/J.MTE.	1	0.0056	0.0056	0.11	9.78	34.12
AN430R/VAQ.	1	0.0812	0.0812	1.62	9.78	34.12
AN430R/J.MTE.	1	0.0049	0.0049	0.09	9.78	34.12
VAQ./J.MTE.	1	0.0462	0.0462	0.92	9.78	34.12
Error	3	0.1500	0.0500			

A.8. PRUEBA DE AGRADO

JUEZ	EDAD	Orden de presentación	Muestra 1 Sergo 100%	Muestra 2 50 - 50	Muestra 3 Maíz 100%	Total
1. Mujer	27	1-2-3	10	10	10	30
2. Hombre	47	2-3-1	9	6	8	23
3. Mujer	28	3-1-2	5	10	10	25
4. Mujer	36	1-2-3	9,5	9,5	9,5	28,5
5. Mujer	13	2-3-1	9	10	10	29
6. Hombre	80	3-1-2	6	7	8	21
7. Mujer	52	1-2-3	10	10	10	30
8. Mujer	14	2-3-1	9	10	10	29
9. Mujer	14	3-1-2	9	9	10	28
10. Mujer	12	1-2-3	10	10	10	30
11. Mujer	8	2-3-1	8	6	10	24
12. Mujer	10	3-1-2	5	10	10	25
13. Mujer	10	1-2-3	9	10	10	29
14. Mujer	18	2-3-1	10	5	10	25
15. Mujer	53	3-1-2	6,5	8	10	24,5
16. Mujer	45	1-2-3	10	8	5	23
17. Mujer	8	2-3-1	0	0	10	10
18. Mujer	20	3-1-2	10	10	10	30
19. Mujer	17	1-2-3	8	9	10	27
20. Mujer	50	2-3-1	5,5	8	10	23,5
21. Mujer	37	3-1-2	0	10	5	15
22. Mujer	63	1-2-3	6	5	10	21
23. Mujer	60	2-3-1	0	8	10	18
24. Mujer	28	3-1-2	9	10	10	29
25. Mujer	33	1-2-3	0	10	8	18
26. Mujer	38	2-3-1	9,5	6,5	9,5	25,5
27. Mujer	46	3-1-2	10	10	10	30
28. Mujer	53	1-2-3	10	10	10	30
29. Hombre	20	2-3-1	7	5	7	19
30. Hombre	55	3-1-2	8	10	8	26
31. Hombre	30	1-2-3	3	6	4	13
32. Hombre	50	2-3-1	5	7	10	22
33. Hombre	65	3-1-2	8	10	5	23
34. Hombre	12	1-2-3	7	5	8	20
35. Mujer	66	2-3-1	9	9	9	27
36. Hombre	34	3-1-2	6	6	10	22
37. Mujer	46	1-2-3	5	10	8	23
38. Mujer	23	2-3-1	9	10	8	27
39. Mujer	27	3-1-2	8	7	7	22
40. Hombre	32	1-2-3	6	4	6	16

41. Hombre	33	2-3-1	7	9	8	24
42. Mujer	32	3-1-2	5	7	6	18
43. Hombre	22	1-2-3	0	9	10	19
44. Mujer	24	2-3-1	7	9	8	24
45. Mujer	39	3-1-2	6	7	9	22
46. Hombre	26	1-2-3	9	4	7	20
47. Mujer	23	2-3-1	9	9	10	29
48. Mujer	22	3-1-2	8	10	5	23
49. Mujer	19	1-2-3	9	4	6	19
50. Mujer	26	2-3-1	9	10	7	26
51. Hombre	38	3-1-2	3	8	8	19
52. Mujer	31	1-2-3	7	8	8	23

ANDEVA DE 2 VIAS

FV	gl	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
Muestras(3)	2	59.012	29.506	6.95	3.09	4.82
Jueces (52)	51	348.692	6.837	1.61	1.48	1.73
Error	102	432.654	4.241			
Total	155	840.359				

C.V. = 26.07 %

A.9. DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA (DMS)

Nivel de significancia = 0.05

Número de tratamientos = 3

Número de repeticiones = 52

Cuadrado medio del error = 4.2417

Grados de libertad del error = 102

TRATAMIENTO	MEDIA
100 % MAIZ	8.5577 A
MEZCLA	8.0577 A
100 % SORGO	7.0769 B

D.M.S. = 0.7984

Nivel de significancia = 0.01

TRATAMIENTO	MEDIA
100 % MAIZ	8.5577 A
MEZCLA	8.0577 AB
100 % SORGO	7.0769 B

D.M.S. = 1.0541