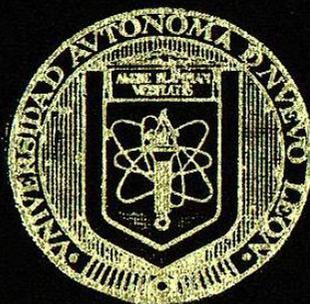


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS
ANATÓMICAS, MORFOLÓGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS
BIOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE VARIEDADES DE
GRANOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench), UTILIZADO
PARA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAÍS"

T E S I S

QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA

P R E S E N T A

Teresa Elizabeth Torres Cepeda

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1990

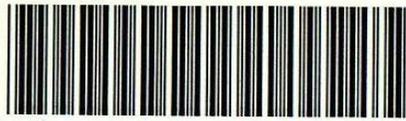
TM

Z5320

FCB

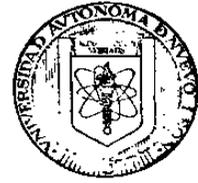
1990

T6



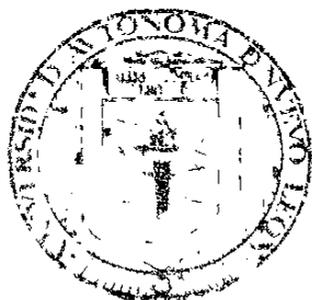
1020091627

896



DIRECCION GENERAL DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS
ANATÓMICAS, MORFOLÓGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS
BIOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE VARIEDADES DE
GRANOS DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) UTILIZADO
PARA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAÍS"

T E S I S

**QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA**

P R E S E N T A

por Lic. Eduardo Flores, G. S. C.

MONTREPOS, N. L.

NOVIEMBRE DE 1990

TM
25320
FC
1940
T6



FONDO TESIS

62922

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS,
MORFOLÓGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS BIOQUÍMICOS Y
NUTRICIONALES DE VARIETADES DE GRANOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench), UTILIZADO PARA
ALIMENTACION DEL GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAIS"

T E S I S

QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA

TERESA ELIZABETH TORRES CEPEDA

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1990

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS,
MORFOLÓGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS BIOQUÍMICOS Y
NUTRICIONALES DE VARIETADES DE GRANOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench), UTILIZADO PARA
ALIMENTACION DEL GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAIS"

T E S I S

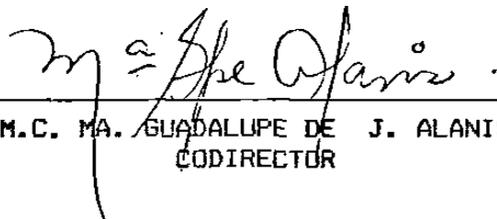
QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA

TERESA ELIZABETH TORRES CEPEDA



DR. RATIKANTA MAITI
DIRECTOR



Q.B.P. M.C. MA. GUADALUPE DE J. ALANIS GUZMAN
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS ANATOMICAS,
MORFOLOGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS BIOQUIMICOS Y
NUTRICIONALES DE VARIEDADES DE GRANOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench), UTILIZADO PARA
ALIMENTACION DEL GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAIS"

T E S I S
QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA

TERESA ELIZABETH TORRES CEPEDA

DIRECTOR EXTERNO



DR. ALEXANDER LUX

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS ANATOMICAS,
MORFOLOGICAS Y ALGUNOS ASPECTOS BIOQUIMICOS Y
NUTRICIONALES DE VARIEDADES DE GRANOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench), UTILIZADO PARA
ALIMENTACION DEL GANADO BOVINO DE ENGORDA
EN EL NORESTE DEL PAIS"

T E S I S
QUE PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA

TERESA ELIZABETH TORRES CEPEDA

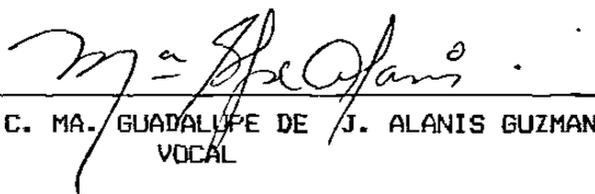
COMISION DE TESIS



DR. RATIKANTA MAITI
PRESIDENTE



Q.B.P. M.C. CATALINA RIVAS MORALES
SECRETARIO



Q.B.P. M.C. MA. GUADALUPE DE J. ALANIS GUZMAN
VOCAL

Pr.

Gracias por iluminar mi camino.

Por permitirme amar y que me amen.

Por todo lo que me has dado y

sobre todo por dejarme vivir y ser feliz junto a los míos.

DEDICATORIA

A Dios

*A quien le debo mi existencia y mi
gratitud infinita por haberme
permitido realizar una de mis
metas en la vida.*

A mis padres

Jose Encarnación Torres P

Adelina Zepeda de Torres

*Quienes me encarsaron en el camino
del saber y que con su apoyo ejemplo
dedicación y cariño han sabido sostenerme
y guiarme en el camino de la vida.*

A mi suegra

Carolina Cantú Vda de Villarreal

*Quien me ha enseñado con sus palabras
y actos la fuerza de la fe.*

A mi esposo y mis hijos

Martín

Martín

Teresa

Gerardo

*Quienes son motivo principal de mi
existencia y de inspiración para mi
superación personal y profesional.*

A mis hermanos

Olivia

María Elena

Martha

José

Rafael

*De los cuales he recibido su apoyo
incondicional y cariño en todas
las etapas de mi vida.*

A mis cuñados y concuños

*Por su desinteresado apoyo y
aliento brindado.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud a las siguientes personas que de una manera u otra participaron en el desarrollo y a facilidades para el presente trabajo

Quiero manifestar mi agradecimiento al Dr. Reyes Tamez Guerra Director de la Facultad de Ciencias Biológicas y al QBP M. E. Luis Galán Wong exdirector de la misma por su constante preocupación e interés en la superación académica de la planta de maestros, así como su apoyo y facilidades otorgadas para realizar el post-grado.

Deseo agradecer en forma muy especial al Sr. Pedro A. Chapa Dr. Washington W, Dr. Richard Diver y Dr. Javier Garza, quienes proporcionaron las variedades de sorgo que fueron motivo de estudio en esta investigación.

Al Dr. Ratikanta Maiti Asesor y Director del presente trabajo. Deseo expresarle mi gratitud por su valiosa colaboración en la dirección de la presente investigación. Por el impulso que ha dado a la maestría en Botánica y su ejemplo de constancia y perseverancia.

Un especial reconocimiento a la QBP M. E. Guadalupe Alanís, por su participación como codirector del presente trabajo, por su acertada asesoría en el desarrollo, interpretación de datos y arreglo del texto, así como por no haber escatimado ningún esfuerzo en la realización del mismo y sobre todo por su amistad.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Q.F.B. M.E. Catalina Rivas, su participación como asesora, así como el apoyo brindado en el desarrollo de técnicas químicas su revisión y sugerencias sobre el escrito y por su amistad.

Fungió como Director externo el Dr. Alexander Lux a quien agradezco infinito su valiosa asesoría sus observaciones y sugerencias que tuvo a bien brindarme en la parte Anatómica, así como en la revisión del escrito.

La asesoría en métodos estadísticos estuvo a cargo del Dr. Rolando Peña, M.E. Roberto Mercado y M.E. Ricardo Cerda a quienes agradezco infinito su ayuda.

Al Sr. Lic. Jorge Loreda Murphy, Ing. Benito Becerril e Ing. Zacarias Pinal, quienes amablemente nos permitieron el acceso al microscopio electrónico de barrido, donde se analizaron las muestras de sergo y se tomaron las fotografías que aparecen en el presente.

Al Q.B.P. José Ruiz Ordoñez mi más sincero agradecimiento por su amable disposición y su valiosa colaboración en las técnicas y toma de fotos de ultramicroscopía.

Al Sr. Marco Antonio Alvarado, por su invaluable ayuda en las técnicas de microscopía y su incondicional apoyo.

Quiero expresar mi gratitud al Q.B.P. Lucio Galaviz encargado del fotomicroscopio del Lab. de Parasitología, por su colaboración en la toma de fotografías.

Al Q.F.B. Enrique Ramírez B., por sus amables sugerencias sobre las técnicas de microscopía.

Al Ing. Carlos L. García Q.B.P. María Antonia González y Q.B.P. Daniel Ramírez, les expreso mi agradecimiento por sus amables indicaciones y sugerencias sobre las técnicas químico-nutricionales realizadas en este estudio.

A mis maestros un especial reconocimiento por su invaluable labor de enseñanza y por los conocimientos adquiridos.

A la Srta. Alejandra Rocha al Sr. Marco Antonio Guzmán a la Srta. Laura A. Flores y el Sr. Mario A. Valdez, agradezco su amable disposición y ayuda en la acomodación del texto.

En la mecanografía del escrito original contribuyeron la Sra. María Aurelia Resendiz, Sra. María Elena Cruz, Sra. Dona Alicia Martínez y la Sra. María Inés Barra a quienes agradezco profundamente su apoyo.

El escrito final estuvo a cargo del Q.B.P. Juan Antonio Rodríguez A. a quien le estoy profundamente agradecida por las sugerencias brindadas sobre el mismo.

Al Sr. José A. Torres y Srta. Pandora Reyes, agradezco su apoyo en la realización de los esquemas que se incluyeron en el texto.

A mis amigos Dra. María E. Cárdenas, María del Consuelo González, María Luisa Rodríguez, Dra. Cristina Rodríguez, M. E. Prasema Angelia Jiménez, Diana Cantú, Juan Antonio Rodríguez A., Jorge Verdugo y Mario Vallarta les agradezco de manera muy especial sus sugerencias durante el desarrollo del trabajo, así como su apoyo moral brindado y más que nada su valiosa

amistad.

A la Pro. María Aurelia Resendiz y al Dr. Javier Garza Fernández. Quiero dedicar muy especialmente este trabajo por su honestidad y entrega en el trabajo y su valor y entereza demostrados en la difícil prueba a que estuvieron sujetos al final de su camino.

Y a todas aquellas personas omitidas involuntariamente y que intervinieron en la realización del presente trabajo, reciban mi más sincero reconocimiento.

INDICE

CAPITULOS

I. RESUMEN.	
1. INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1 Estructura y genética del grano de sorgo.	4
2.2 Madurez del grano de sorgo y composición nutricional	10
2.2.1 Componentes nutricionalmente importantes.	14
Carbohidratos (almidón)	15
Proteínas y aminoácidos.	16
Lípidos.	23
2.2.2 Otras características que influyen en la	
calidad nutricional de los granos.	26
Taninos.	27
Dureza del grano.	35
Densidad del grano	36
Absorción del agua.	36
Textura.	37
2.2.3 Procesamiento, estructura y calidad.	38
3. OBJETIVOS	45
4. MATERIAL Y METODOS	46
4.1 Variedades.	46
4.2 Estudio morfológico.	46

4.3	Microscopio óptico.	47
4.4	Microscopio electrónico de barrido.	53
4.5	Análisis químico-nutricional.	54
4.6	Análisis estadístico.	56
5.	RESULTADOS.	58
5.1	Estudio morfológico	58
5.2	Estudio anatómico.	62
5.2.1	Estructura del grano.	62
5.3	Estudio químico y nutricional.	112
5.4	Correlaciones.	138
5.4.1	Correlaciones anatómicas.	138
5.4.2	Correlaciones químico-nutricionales.	139
5.4.3	Correlaciones anatómicas y químico-nutricional.	140
6.	CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	145
6.1	Características Morfológicas	145
6.2	Características Anatómicas	147
6.3	Características Químico-Nutricionales	155
6.4	Anatómicas y Químico-Nutricionales	162
7.	BIBLIOGRAFIA.	167
8.	APENDICE.	179

I. RESUMEN

El sorgo es uno de los productos más utilizados para la alimentación del ganado, demostrando ser un cultivo con alto rendimiento y utilizable en la producción de carne.

La estructura y composición química de los granos utilizados en la alimentación del ganado bovino, presenta variación por factores del medio ambiente y genéticos y esto influye en la elaboración y calidad de los alimentos.

El presente trabajo se enfocó a evaluar el potencial alimenticio y energético del grano en diez variedades de sorgo, mediante pruebas químico-nutricionales, así como también se evaluaron características estructurales de los granos, mediante los microscopios: estereoscópico, óptico y de barrido.

De los resultados obtenidos sobre los parámetros evaluados se encontró que los granos de las variedades de sorgo que presentaron coloración café en el pericarpio, como la Te-y-101-R, RB-3005, RB-3030 y BI-83, presentaron los valores más altos en taninos, siendo de 10.15 mg/g, 8.69 mg/g, 8.98 mg/g y 6.66 mg/g, respectivamente. La presencia de taninos, mostró estar correlacionada negativamente con la digestibilidad *in vitro* de la proteína con pepsina, presentando éstas variedades los más bajos porcentajes (49.0%, 55.3%, 52.6% y 47.8% respectivamente). En relación al pericarpio, los granos de las diez variedades mostraron pericarpios gruesos y presencia de endospermo córneo, por lo que se piensa que los

granos de las diez variedades, presentan cualidades propias para el descorticado. En cuanto a la textura del endospermo, las variedades Victoria, Te-y-75 y Gold-R, presentaron el tipo casi córneo almidonado y los gránulos de almidón más pequeños, por lo que se piensa que éstas variedades exhibieron los porcentajes más altos en digestibilidad del almidón, siendo de 66.65%, 65.11% y 61.62% respectivamente. Las variedades en general mostraron buena digestibilidad del almidón. Los resultados obtenidos de las correlaciones muestran diferentes niveles de correlación entre los diferentes parámetros anatómicos, entre los que sobresalen una alta correlación positiva entre ancho de las células del endospermo harinoso con el largo de las células del endospermo harinoso. En cuanto a las correlaciones negativas sobresale el tamaño del cuerpo de la proteína del endospermo córneo con el tamaño del gránulo de almidón del endospermo córneo.

De las variables químico-nutricionales se puede observar una alta correlación positiva entre carbohidratos y calorías totales, así como entre grasa y fibra; además se observó una alta correlación negativa entre grasa y carbohidratos, fibra y carbohidratos, fibra y calorías totales y entre digestibilidad de la proteína *in vitro* con pépsina y táninos.

De las correlaciones entre los parámetros anatómicos y químico-nutricionales se detectó una alta correlación positiva entre la longitud de las células del endospermo harinoso con cantidad de almidón y entre tamaño del grano de almidón del

endospermo córneo con cantidad de almidón. Una alta correlación negativa se presentó entre ceniza y tamaño del almidón del endospermo córneo y harinoso.

Las variedades que presentaron mejores cualidades químico-nutricionales son: Victoria, 911-R, Te-y-75 y Te-y-77.

Se deja abierta la posibilidad de hacer más estudios con más repeticiones, tendientes a comprobar si en la mayoría de las variedades de sorgo se presentan estas mismas diferencias y con esto se logre establecer, equivalencias analíticas para sustituir una determinación anatómica por una química o viceversa, ya sea total o parcialmente y con esto se puedan seleccionar las variedades de acuerdo a los distintos requerimientos o usos, así como también escoger el tipo de procesamiento adecuado del grano de sorgo.