

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EXPRESION FENOPTICA DE SORGO
(Sorghum bicolor L. MOENCH)
"TROPICAL ADAPTADO"
BAJO CUATRO CONDICIONES DE HUMEDAD

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA:

RODRIGO TENIENTE OVIEDO

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

TA

SB235

T4

C-1



1080063267

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

ESCUELA DE AGRONOMIA T GRADO

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EXPRESSION DE LA ESPERANZA DE LOS ALUMNOS (Sorghum bicolor L MOENCH)
"TROPICAL ADAPTADO" CONDICIONES DE HUMEDAD

EXPRESSION DE LA ESPERANZA DE LOS ALUMNOS
(Sorghum bicolor L MOENCH)
"TROPICAL ADAPTADO"
BAJO CUATRO CONDICIONES DE HUMEDAD

TESTS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA:
RODRIGO TENIENTE OVIEDO



MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

TM/

SB

T4

045.633

FA1

1991

C.5



Biblioteca Central
Magna Solidandad



BURAU RANGEL FERRER
UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

F. Lopez

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

EXPRESION FENOPTICA DE SORGO (*Sorghum bicolor* L MOENCH)
"TROPICAL ADAPTADO " BAJO CUATRO CONDICIONES DE HUMEDAD

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA

RODRIGO TENIENTE OVIEDO

EXPRESION FENOTIPICA DE SORGO (*Sorghum bicolor* L Moench) "TROPICAL
ADAPTADO " BAJO CUATRO CONDICIONES DE HUMEDAD

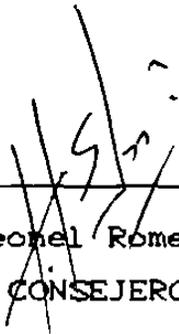
Tesis

Sometida al comité particular como requisito
parcial para optar el grado de

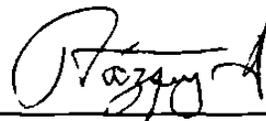
MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALISTA EN PRODUCCION AGRICOLA

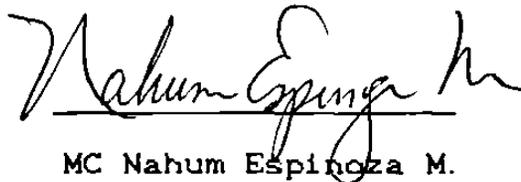
revisada y aprobada por el Comité particular



MC Leonel Romero Herrera
CONSEJERO



Ph D. Rigoberto E. Vázquez A.
ASESOR



MC Nahum Espinoza M.
ASESOR

**Tesis realizada con apoyo del Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnologia (CONACYT) e INTSORMIL**

**Proyecto: Utilizacion de sorgo tropical para doble
proposito en los sistemas de
de produccion de Nuevo Leon**

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES:

ROSALIO TENIENTE NAVA
ANDREA OVIEDO GONZALEZ

A MIS SUEGROS:

EDUARDO GAONA
MA. SOCORRO GARCIA

A MI ESPOSA :

FRANCISCA

A MIS HIJOS:

LALO
DAVID
RODRIGO
XITLALLI

A MIS HERMANOS:

FELIPE †
FELICITAS
MA. LUISA
SARA
JOSE T.
MINERVA
GENOVEVA
ROBERTO
MARIO
IRENE
FRANCISCO

A TODOS GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al MC Leonel Romero Herrera, consejero principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente estudio y por su amistad.

Al Ph. D. Rigoberto Vázquez A. y MC Nahum Espinoza M. por sus acertadas sugerencias en el desarrollo del trabajo de tesis y por la revisión del escrito.

Al MC Jesus Pedroza F. por sus valiosas sugerencias en el desarrollo del estudio y escrito de tesis, así como su amistad.

Al proyecto de Sorgos tropical adaptado dentro del cual se desarrollo el presente trabajo, recibiendo apoyo financiero.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico recibido durante los cursos de maestría.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y agropecuarias por el apoyo para obtener la beca CONACYT y apoyo financiero otorgado en el tiempo no considerado por CONACYT.

A la facultad de Agronomía de la UANL por las facilidades brindadas para el desarrollo del estudio y al personal que en forma directa o indirecta influyó en ello.

Al ing. Antonio Durón A. por su amistad y colaboración en el manejo de la información en el equipo de computo.

A los catedráticos que imparten los cursos en la maestría en producción agrícola de SDEP-FAUANL por la aportación de sus conocimientos, su amistad y consejos.

A los compañeros de la maestría integrantes de la generación

Melchor y Valente gracias por su apoyo, amistad, aportaciones y consejos.

BIOGRAFIA

El autor nació en Mazapil Zac. el 13 de marzo de 1956. en donde desarrolló sus estudios primarios en la Escuela estatal Ignacio López Rayón (1963-1969), sus estudios secundarios los realizó en la escuela Secundaria del Sindicato de Trabajadores del Seguro Social en Monterrey N.L. (1969-1972).

Los estudios de bachiller en Biología en la Preparatoria No. 8 de la U.A.N.L (1972-1974) en Monterrey N.L.. Los estudios de licenciatura de Ingeniero agrónomo fitotecnista lo llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. (1974-1979), en Monterrey N.L.

En 1979 desempeñó su primer trabajo como Instructor Agrícola en los Centros de Capacitación Campesina de CONASUPO A.C., asignado al edo. de Hidalgo.

En el año de 1980 se incorporó al Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas (INIA), como investigador encargado del programa de Maíz y Sorgo en el Campo Experimental Costa de Guerrero con sede en San Marcos Gro. En el año de 1984 INIA lo comisiona por seis meses para recibir un curso de entrenamiento en Mejoramiento y producción de sorgo y mijo en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo en Texcoco Méx. becado por el Instituto Internacional de cultivos para Tropicos Semiáridos (ICRISAT).

En enero de 1985 es adscrito como investigador del programa de sorgo en el Campo Experimental Valle de Apatzingan Mich. (INIA).

Ingresó al programa de Maestría en Producción Agrícola en Agosto de 1989 en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

INDICE

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
BIOGRAFIA.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
Abstract.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Adaptación de las plantas a diferentes condiciones ambientales.....	4
2.2. Clasificación de las plantas de acuerdo a su ambiente hídrico de adaptación.....	4
2.3. El flujo del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera	6
2.3.1. El potencial de agua en el suelo.....	6
2.3.2. El potencial hídrico dentro de la planta.....	7
2.3.3. El potencial de agua en la atmósfera.....	7
2.3.4. Flujo de agua.....	7
2.3.5. Métodos para medir el potencial hídrico.....	8
2.4. Conceptos generales.....	9
2.4.1. Sequía.....	9
2.4.2. Resistencia a sequía.....	10
2.5. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y el rendimiento de grano.....	10
2.6. Mecanismos de resistencia a sequía en sorgo.....	12
2.6.1. Escape a sequía.....	13
2.6.1.1. Precocidad.....	13
2.6.1.2. Plasticidad fenotípica.....	13
2.6.1.3. Removilización de asimilados.....	14
2.6.2. Resistencia a sequía manteniendo alto el potencial hídrico en los tejidos.....	14
2.6.2.1. Reducción de pérdida de agua.....	14

2.6.2.2. Mantener alto el nivel de absorción de agua.....	17
2.6.3. Resistencia a sequía con bajo potencial de agua en los tejidos.....	19
2.6.3.1. Mantener la turgencia de los tejidos.....	19
2.6.3.2. Tolerancia a la desecación y altas temperaturas..	20
2.7. Índices de crecimiento.....	21
2.8. Sorgo tropical adaptado.....	24
3. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1. Descripción del sitio.....	27
3.1.1. Ubicación.....	27
3.1.2. Clima.....	27
3.1.4. Suelos.....	27
3.2. Tratamientos y diseño experimental.....	29
3.3. Establecimiento del experimento.....	33
3.4. Manejo del cultivo.....	33
3.5. Variables medidas.....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1. Estado de Agua en suelo y planta.....	41
4.1.1. Dinámica de agua en suelo.....	45
4.1.2. Dinámica del potencial de agua en las hojas.....	44
4.1.3. Contenido de agua.....	47
4.2. Efecto en el área foliar e índices de crecimiento....	50
4.2.1. Efectos sobre área foliar y sus índices.....	50
4.2.2. Índices de crecimiento.....	52
4.3. Efectos sobre la fenología y características de planta y variables de producción.....	58
4.3.1. Fenología.....	58
4.3.2 Efectos sobre características de planta.....	60
4.3.3. Comportamiento de las variables de producción.....	64
5. CONCLUSIONES.....	79
6. BIBLIOGRAFIA.....	80
7. APENDICE.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Distribución de tratamientos de acuerdo con el diseño experimental y distribución de riego.....	32
2. Dinámica de la lámina de agua disponible por condición de humedad: a) híbrido RB-3030, b) M-35585 y c) UANL-187.....	42
3. Abatimiento final del nivel de humedad por genotipo y condición de humedad.....	43
4. Dinámica de: a). déficit de presión de vapor, potencial hídrico de (b). híbrido RB-3030, c) M-35585 y d) UANL-187).....	45
5. Contenido de agua en porcentaje y Peso: a) porcentaje de agua en antesis, b) peso de agua en antesis c) porcentaje de agua a madurez y d) peso de agua a madurez.....	48
6. Area foliar en las etapas de a). antesis, b) madurez fisiológica y C) área foliar senescente.	51
7. a)Índice de área foliar en diferenciación-antesis, b) índice de área foliar de antesis-madurez, c) duración del área foliar diferenciación-antesis y duración del área foliar antesis-madurez.....	53
8. Índices de crecimiento de antesis a Madurez: a) tasa relativa decrecimiento, b) tasa de crecimiento del cultivo, y c) tasa de asimilación neta.....	55
9. Efecto de las condiciones de humedad sobre: a) la etapa de madurez y b) período de llenado de grano...	59
10. Dinámica de altura por genotipo y ambiente. a) híbrido RB-3030, b) M-35585 y c) UANL-187.....	61
11. Efecto de las condiciones de humedad sobre la excursión de los genotipos.....	63
12. Efecto de las condiciones de humedad sobre la longitud de la panoja en los genotipos.....	63
13. Efecto de las condiciones de humedad sobre el número de panojas por genotipo.....	65

	x
14. Efecto de las condiciones de humedad sobre el número de granos por panoja por genotipo.	65
15. Efecto de las condiciones de humedad en el peso de grano por genotipo.....	67
16. Comportamiento del peso de la panoja por condición de humedad y genotipo.....	67
17. Comportamiento del peso de grano por panoja por condición de humedad y genotipo.....	70
18. Efecto de los niveles de humedad sobre el peso seco removilizado hacia el llenado de grano.....	70
19. Comportamiento del peso fresco por genotipo a través de las condiciones de humedad.....	72
20. Efecto de las condiciones de humedad sobre el rendimiento biológico y su dinámica.....	73
21. El índice de cosecha su expresión por genotipo a través de las condiciones de humedad.....	72
22. El rendimiento de grano por hectárea por día: a) período de antesis a llenado de grano, b) ciclo completo y c) rendimiento absoluto ton/ha	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
1. Comportamiento de las variables climáticas durante el desarrollo del experimento	28
2. Características físicas del suelo en el sitio experimental.....	29
3. Características de los genotipos evaluados, comportamiento mostrado en el ciclo tardío en Marín N.L.....	32
4. Calendario de distribución de riegos y lámina de agua aplicada.....	36
5. Cuadrados medios y significancia estadística para las variables consideradas en el estudio.....	93
6. Comportamiento de las variables consideradas en el estado de agua, en la evaluación de tres genotipos en cuatro condiciones de humedad.....	94
7. Comportamiento del área foliar en tres cultivares de sorgo evaluados en cuatro condiciones de humedad	95
8. Comportamiento de los índices foliares de los tres cultivares en las cuatro condiciones de humedad	96
9. Índices de crecimiento en los tres genotipos evaluados en cuatro condiciones de humedad. Etapa de antesis a Madurez.....	97
10. Efecto de las condiciones de humedad sobre las características fenológicas en los cultivares evaluados.....	98

11. Efecto de las condiciones de humedad sobre la duración de las etapas fenológicas en los cultivares evaluados	99
12. Efecto de las condiciones de humedad sobre las variables relacionadas con el rendimiento de grano.	100
13. Comportamiento de las variables de producción en las diferentes condiciones de humedad.....	101
14. Duración del período de antesis a Madurez de grano y eficiencia en producción de grano por tiempo.....	102

RESUMEN

En las tierras bajas del Noreste de México y en particular en el estado de Nuevo León, el agua es el principal factor limitante del rendimiento en los cultivos, situación que se agudiza en condiciones de temporal y no deja de ser importante aún bajo condiciones de riego por la disponibilidad limitada de agua. Con el fin de ofrecer una alternativa para incrementar la producción de forraje y de mantener estabilidad en el rendimiento de grano se comparó la eficiencia de Sorgo tropical adaptado con respecto al sorgo templado bajo diferentes condiciones de humedad, con el fin de observar el potencial de sorgo tropical el cual muestra tendencia a incrementar su eficiencia en producción de grano/ha/día conforme se desplaza hacia el norte, además de que se trata de sorgo de la raza caudatun que cuenta con adaptación a los ambientes de humedad más críticos.

Con el fin de cumplir con el objetivo planteado, se estableció un experimento en el ciclo tardío 1990 bajo condiciones de campo, en un suelo Feosem calcárico (FAO); en el Campo experimental de la facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en Marín N. L., se evaluaron tres cultivares dos tropical adaptados (UANL-187 y M-35585) y un templado (RB-3030), en cuatro condiciones de humedad: a). Humedad disponible superior al 50 % durante todo el ciclo, b) Riego de presembrado-temporal, c) Sequía en etapa de antesis d) Sequía en etapa de llenado de grano. Las condiciones de humedad en temporal y sequía en antesis fueron benignas para el cultivar RB-3030, el cual escapó a un agobio severo por sequía en etapa de antesis, en cambio los genotipos tropicales fueron severamente afectados por sequía durante la etapa señalada afectándose en mayor grado las variables evaluadas. Las condiciones de Humedad Testigo (50 %) y sequía en etapa de grano fueron homogéneas para los tres genotipos. El potencial hídrico bajo condiciones similares de humedad no varió significativamente entre genotipos, la variación fue en función de la dinámica de humedad en el suelo, el nivel crítico para esta

variable se observó abajo de -1.9 MPa, los valores más bajos se presentaron en la condición de humedad de temporal -3.5 MPa. En sequía en antesis sólo los cultivares tropicales mostraron descensos inferiores al nivel crítico -1.9 MPa. La removilización de asimilados (acumulados en preantesis) para el llenado de grano, se observó cuando la humedad en el suelo descendió a un nivel crítico durante la etapa de llenado de grano en los tres genotipos; RB-3030 y UANL-187 mostraron tendencia a removilizar asimilados en las cuatro condiciones de humedad, en cambio M-35585 sólo bajo sequía en etapa de llenado de grano. El cultivar UANL-187 mantuvo su crecimiento al mismo nivel que el observado en la condición de humedad testigo, cuando sufrió sequía en etapa de grano, que se manifestó en el rendimiento de grano, peso seco acumulado y en las TRC Y TCC. M-35585 sobresalió por su capacidad de recuperación después de sufrir sequía en etapa de antesis, al restablecerse el suministro de agua logró acumular una cantidad de materia seca superior a la producida por el híbrido RB-3030 y UANL-187 bajo la misma condición de humedad. Además observó buen comportamiento en la condición de humedad de temporal, ya que su peso de grano no disminuyó significativamente y mantuvo estable su índice de cosecha a través de la condiciones de humedad. En general los sorgos tropical adaptado tienden a incrementar su tasa de crecimiento durante la etapa de llenado de grano, aún bajo condiciones de sequía, cuando ésta ocurre en la misma etapa; lo cual se manifiesta en la producción de grano por unidad de tiempo.

ABSTRACT

On the low lands of the Northern México and in particular in the state Nuevo León, the water is the main limiting factor in crop yield, it is a critical factor in dryland agriculture and it is important even under irrigation due the low water availability. On The purpose offering another alternative to increment forge yield and mantain grain yield stability, the efficiency tropical adapted sorghum to temperate sorghum was compared under different moisture conditions. This was done to the tropical adapted sorghum potential since it shows a tendency to increse yield efficiency on day/ha/grain as it moves northward. besides the breed under study was caudatum which is adapted to critical moisture estress.

It was established an experiment in the late season 1980 under conditions of on a calcareus feosem soil (FAO). In the experimental station of the college of the agriculture of UANL in Marín N.L., three genotypes were evaluated, two tropical adapted (UANL-187, M35585) and a temperate hybrid (RB-3030), under four conditions soil moisture a) disponibility of humedity above 50 % through all the season, b) Watering before planting under conditions of low rainfall, c) Drougth during anthesis and d) drougth in the grain filling. The condition of low rainfall and drougth anthesis was benign to the RB-3030, which escaped from a severe water srstress in the anthesis. The tropical adapted genotypes were severely affected by drougth during the anthesis, affecting in high degree the evaluated variables. The conditions of the control moisture (50 %) and drougth in the period of grain filling were homogenous for the three genotypes. It was no variation of the water potential among genotypes water similar conditions of moisture. The variation was in function of the dynamic of the moisture soil. The critical level of this variable was observed under -1.9 MPa, The lowest values were observed under in conditons of low rainfall -3.5 MPa. In drougth in anthesis only the tropical adapted

showed lower values than critical level -1.9 MPa. The movility the acumulated in preanthesis for the grain filling was observed when the moisture on the soil descended to a critical level during grain filling on the three genotypes. RB-3030 and UANL-187 showed tendency to movility of asimilates under the four conditions of moisture soil, on the other hand M-35585 did only under conditions of water stress in the grain filling. UANL-187 maintained the growth the same level that was observed in the condition control, under drought in the period of grain filling reflected on the yield of grain, accumulated dry weight, relative growth rate (RGR) and the crop growth rate (CGR). The M-35585 after sufering drought during anthesis showed of its high capacity to recover in after restablishing of water is was reached on amount of dry matter above that produced by the hybrid RB-3030 and UANL-187 under same condition of moisture. it was observed a good performance in condition of rainfall the fact that grain weight did not get lower significatively and maintained stable the harvest index throughout the conditions of moisture soil. In general the tropical adapted sorghums have a tendency to increase the growth rate during the period of grain filling which increments under conditions of drought in the same period and reflects on the production of grain for time unit.