UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

EFECTO DE LA TENSION HIDRICA EDAFICA EN DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Phaseolus acutifolius* var *latifolius* F. Y *Phaseolus vulgaris* L.

MARIO AGUILAR SANMIGUEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALISTA EN PRODUCCION
AGRICOLA

MARZO DE 1986

TM
SB327
A3
c.1

1080072440

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFECTO DE LA TEMPERATURA ALTA EN DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Phaseolus acutifolius* var *latifolius* G. Y *Phaseolus vulgaris* L.

MARIO AGUILAR SANMIGUEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALISTA EN PRODUCCION
AGRICOLA

MARZO DE 1986

066761

TM
SB327
A3

045.635
FA1
98
.5

UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN

PRODUCCION AGRICOLA

CONSEJO PARTICULAR

M.C. GILBERTO E. SALINAS GARCIA
Consejero

Ph.D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO
Asesor

Ph.D. CIRO G.S. VALDES LOZANO
Asesor

M.C. FRANCISCO ZAVALA GARCIA
Asesor

MARZO DE 1986

AGRADECIMIENTOS

Al Ing.M.C. Gilberto E. Salinas García por su orientación sobre la selección del tema de investigación, por su oportuna asesoría durante la realización del Trabajo de Campo y elaboración de este escrito.

Al PhD. Rigoberto E. Vázquez Alvarado e Ing. Carlos H. Sánchez Saucedo por su participación en la determinación de la metodología a seguir durante mi trabajo, sobre todo en el manejo y control del agua para la aplicación de los tratamientos de tensión hídrica.

Al Ing.M.C. Nahum Espinoza Moreno e Ing. Antonio Durón Alonso por su desinteresada asesoría y participación en los análisis estadísticos y computación de la información generada en el Trabajo de Campo y Laboratorio.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme la oportunidad y el apoyo para realizar mis estudios de Postgrado.

A la Facultad de Agronomía de la UANL, en especial al Depto. División de Estudios de Postgrado y al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, por la ayuda brindada durante el Trabajo de Campo y Laboratorio, así como la infraestructura y autorizaciones necesarias para llevar a cabo el presente escrito.

Al PhD. Francisco Cárdenas Ramos por su energía de trabajo que me motivó a realizar mis estudios de postgrado y su autorización para concluirla satisfactoriamente.

Al PhD. Ciro G.S. Valdes Lozano y al Ing.M.C. Francisco Zavala García por sus oportunas observaciones y sugerencias en el escrito final.

A Martha Gpe. Caballero por su comprensión y aliento progresista que me ayudo a culminar mis estudios de Postgrado. Por su eficiente participación en el trabajo de Campo, Laboratorio y Mecanografía de este trabajo.

Al Dibujante Rubén Campos Cabrera por su participación en la elaboración de las figuras presentadas en el escrito.

A todos los que hicieron posible la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis queridos padres
y hermanos.

A mi esposa Martha Gpe.
y a mi hijo Mario Alan.

A mis compañeros Maestros,
Alumnos, Trabajadores de
Campo y Laboratorio.

Al T.A. Raymundo Montalvo por
su invalorable colaboración
en los trabajos previos a
este estudio.
Descanse en Paz.

CONTENIDO

Página

LISTA DE CUADROS. i

LISTA DE FIGURAS. iii

RESUMEN iv

1. INTRODUCCION 1

2. REVISION DE LITERATURA 3

2.1. Concepto y tipos de sequía. 3

2.1.1. Mecanismos de adaptación a la sequía. 5

2.2. Efecto de la tensión hídrica sobre los procesos fisiológicos. 6

2.2.1. Funcionamiento estomatal y fotosíntesis 10

2.2.2. Respiración 12

2.2.3. Translocación y distribución de los fotosintetizados 15

2.3. Efecto de la tensión hídrica sobre el crecimiento de la planta. 17

2.4. Efecto de la tensión hídrica sobre el rendimiento y sus componentes morfológicos. 21

3. HIPOTESIS. 25

4. MATERIALES Y METODOS 26

4.1. Localización del experimento. 26

4.2. Materiales 26

4.3. Métodos 28

4.3.1. Factores y niveles. 28

4.3.1.1. Diseño experimental 29

Página

4.3.2. Determinación de las constantes de humedad del suelo 30

4.3.3. Aplicación de las condiciones de humedad . . . 30

4.3.4. Características generales del estudio 39

4.3.5. Variables estudiadas 41

4.3.6. Análisis estadístico 44

5. RESULTADOS 46

5.1. Rendimiento y componentes morfológicos 47

5.1.1. Efectos principales 47

5.1.2. Interacción genotipos-condiciones de humedad en el suelo 50

5.2. Indice de cosecha 51

5.2.1. Efectos principales 51

5.2.2. Interacción genotipos-condiciones de humedad en el suelo 54

5.3. Análisis del crecimiento y desarrollo 58

5.3.1. Duración de las etapas del desarrollo 58

5.3.1.1. Efectos principales 58

5.3.1.2. Interacción genotipos-condiciones de humedad en el suelo 60

5.3.2. Análisis de crecimiento 61

5.3.2.1. Efectos principales 61

5.3.2.2. Interacción genotipos-condiciones de humedad en el suelo 68

5.3.2.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC). 77

6. DISCUSION 85

7. CONCLUSIONES 96

8. BIBLIOGRAFIA 98

Página

9. APENDICE 103

LISTA DE CUADROS

CUADRO	TITULO	Página
1	Características climáticas presentes durante el experimento, ciclo temprano (primavera-verano) 1985. .	26
2	Catacterísticas físico-químicas del suelo.	40
3	Comparación de medias entre genotipos para el rendimiento de grano y sus componentes morfológicos . . .	48
4	Comparación de medias entre genotipos para el porcentaje del peso de las valvas y del rendimiento por planta, en relación al peso seco total de la planta (PSTP) en la cosecha	49
5	Comparación de medias entre condiciones de humedad, para el rendimiento de grano y sus componentes . . .	50
6	Comparación de medias en la interacción de genotipos por condiciones de humedad para el rendimiento unitario.	52
7	Comparación de medias entre genotipos dentro de cada condición de humedad, para el rendimiento de grano y sus componentes.	52
8	Comparación de medias entre genotipos para el Indice de Cosecha y sus componentes	54
9	Comparación de medias entre condiciones de humedad para el Indice de Cosecha y sus componentes.	55
10	Comparación de medias en la interacción de genotipos por condición de humedad en el suelo, para el Indice de Cosecha y sus componentes	55
11	Comparación de medias entre genotipos para el tiempo transcurrido hasta la aparición de las primeras flores, últimas flores y la madurez comercial	59
12	Comparación de medias entre condiciones de humedad para el tiempo transcurrido hasta la aparición de las primeras flores, últimas flores y la madurez comercial	60

CUADRO TITULO Página

13 Comparación de medias en la interacción de genotipos por condiciones de humedad para el tiempo transcurrido hasta la madurez comercial. 61

14 Concentración de los resultados obtenidos en los análisis de varianza para el peso seco total de la planta (PSTP) en los muestreos y en la cosecha. . . 65

15 Comparación de medias entre genotipos para peso seco total de la planta (PSTP) dentro de cada muestreo y en la cosecha 65

16 Comparación de medias entre genotipos en los muestreos 1, 2 y 3 para los pesos reales y porcentajes de los pesos secos de los órganos de la planta en relación al peso seco total de la planta (PSTP) . . 67

17 Comparación de medias entre condiciones de humedad para el peso seco total de la planta (PSTP) dentro de cada muestreo y en la cosecha. 68

18 Concentración de los resultados obtenidos en los análisis de varianza para las tasas relativas de crecimiento, estimadas con los pesos secos totales de las plantas (reales) en los primeros cuatro muestreos 78

19 Comparación de medias entre genotipos dentro de cada condición de humedad, para la tasa relativa de crecimiento estimada en base al peso seco total de la planta (real) en los primeros cuatro muestreos . 78

CUADROS DEL APENDICE

1a Concentración de los análisis de varianza para los variables medidas después de la cosecha 104

2a Concentración de los análisis de varianza para el peso seco total de la planta en cada muestreo . . . 105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	Página
1	Humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo para la condición de humedad adecuada (D0).	33
2	Humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo para la condición de humedad con tensión hídrica en la etapa de prefloración (D1)	34
3	Humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo para la condición de humedad con tensión hídrica en la etapa de floración (D2).	35
4	Humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo para la condición de humedad con tensión hídrica en la etapa de postfloración (D3).	36
5	Humedad en el suelo durante el ciclo del cultivo para la condición de temporal (D4).	37
6	Curva de retensión de humedad en el suelo, a la profundidad 0-60 cm	38
7	Respuesta de los genotipos en las diferentes condiciones de humedad para la variable rendimiento unitario	53
8	Respuesta de los genotipos en las diferentes condiciones de humedad para la variable Indice de Cosecha	56
9	Respuesta de los genotipos en las diferentes condiciones de humedad en el suelo para la variable a) peso seco total de la planta y b) rendimiento por planta.	57
10	Efecto de la tensión hídrica sobre la duración de las etapas del desarrollo de los genotipos bajo diferentes condiciones de humedad	62
11	Efecto de la tensión hídrica sobre la duración de las etapas del desarrollo de los genotipos dentro de cada condición de humedad	63

FIGURA	TITULO	Página

12 Peso seco total de la planta (real) en función del tiempo para los genotipos, en base al promedio obtenido de las diferentes condiciones de humedad. . . 66

13 Peso seco total de la planta (real) en función del tiempo para las condiciones de humedad, en base al promedio obtenido de los genotipos 69

14 Peso seco total de la planta (real) en función del tiempo, del genotipo LEF-1-RB en las diferentes condiciones de humedad. 71

15 Peso seco total de la planta (real) en función del tiempo, del genotipo PHAACU-102 en las diferentes condiciones de humedad 72

16 Peso seco total de la planta (real) en función del tiempo, del genotipo PHAACU-125 en las diferentes condiciones de humedad 73

17 Peso seco (real) de los órganos de la planta en cada muestreo para el genotipo LEF-1-RB, en las condiciones de humedad D0(0), D1(1), D2(2), D3(3) y D4(4). . 74

18 Peso seco (real) de los órganos de la planta en cada muestreo para el genotipo PHAACU-102, en las condiciones de humedad D0(0), D1(1), D2(2), D3(3) y D4(4). 75

19 Peso seco (real) de los órganos de la planta en cada muestreo para el genotipo PHAACU-125, en las condiciones de humedad D0(0), D1(1), D2(2), D3(3) y D4(4). 76

20 Curvas de crecimiento del genotipo LEF-1-RB en las diferentes condiciones de humedad, en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión . . . 79

21 Curvas de crecimiento del genotipo PHAACU-102 en las diferentes condiciones de humedad, en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión . . . 80

22 Curvas de crecimiento del genotipo PHAACU-125 en las diferentes condiciones de humedad, en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión . . . 81

23 Curvas de las tasas relativas de crecimiento del genotipo LEF-1-RB en las diferentes condiciones de humedad, estimadas en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión 82

FIGURA	TITULO	PAGINA

24	Curvas de las tasas relativas de crecimiento del genotipo PHAACU-102 en las diferentes condiciones de humedad, estimadas en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión.	83
25	Curvas de las tasas relativas de crecimiento del genotipo PHAACU-125 en las diferentes condiciones de humedad, estimadas en base a pesos secos totales ajustados por medio de regresión.	84

RESUMEN

La influencia del ambiente sobre los procesos fisiológicos de la planta, se refleja en su crecimiento y desarrollo. El agua, siendo un elemento indispensable para que la planta realice sus funciones adecuadamente, provoca una tensión biológica cuando su disponibilidad es limitada; cuyos efectos se manifiestan de acuerdo a la especie y al genotipo, así como de la etapa del desarrollo en que se presenta dicha tensión, su duración e intensidad. En zonas donde el agua es el principal factor limitante, el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) produce bajos rendimientos unitarios. El frijol Tepari (Phaseolus acutifolius var. latifolius F.) se considera como una especie que cuenta con características que le permiten desarrollarse bajo condiciones de humedad restringuida. De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente estudio, consistió en evaluar el crecimiento y la eficiencia fisiológica de la planta de P. acutifolius var. latifolius F. y P. vulgaris L. para producir grano bajo condiciones de humedad deficiente, en las etapas de prefloración, floración y postfloración.

Para tratar de lograr el objetivo señalado, se diseñó un experimento donde se sometieron dos colectas de P. acutifolius y una línea experimental avanzada de P. vulgaris a tensión hídrica edáfica durante las etapas de prefloración, floración y postfloración, incluyendo dos testigos: uno con humedad disponible todo el ciclo y otro bajo condiciones de temporal. Para la estimación de la

tensión hídrica del suelo, primeramente se determinó su contenido de humedad por el método gravimétrico y después se recurrió a la curva formada al relacionar el contenido de agua en el suelo y la tensión a la cual está retenida. Para analizar el crecimiento de la planta se midió el peso seco total de la planta y los órganos que la componen, en muestreos periódicamente realizados durante todo el ciclo; así también, se calculó la tasa relativa de crecimiento entre muestreos contínuos. La eficiencia fisiológica fue determinada mediante los índices de cosecha, analizando la expresión del rendimiento y sus componentes.

De los resultados obtenidos, se llegó a las conclusiones siguientes: tanto el rendimiento unitario como el crecimiento final de la planta de los genotipos bajo estudio decrece cuando éstos son sometidos a tensión hídrica en las etapas de floración y postfloración al igual que bajo las condiciones de temporal. Los genotipos de *P. acutifolius* son los más eficientes fisiológicamente para producir grano bajo condiciones de temporal, estos genotipos producen un mayor rendimiento que el correspondiente a *P. vulgaris*. Los rendimientos obtenidos con tensión hídrica en la etapa de prefloración nos indican que pueden reducirse los insumos requeridos en la producción de frijol y a la vez se aumentan las posibilidades de incrementar el rendimiento unitario.