

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



**ESTUDIO MORFOANATOMICO Y ALGUNOS
ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE
ESPECIES SILVESTRES DE FRIJOL
(Phaseolus spp) EN NUEVO LEON**

TESIS

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

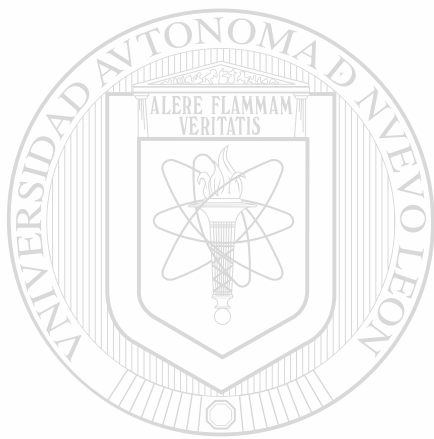
**PRESENTA
SERGIO MORENO LIMON**

MONTERREY, NUEVO LEON

ENERO, 1993







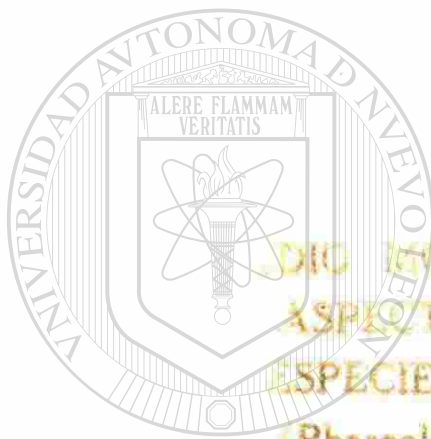
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISIÓN DE POSTGRADO



ESTUDIO MORFOANATÓMICO Y ALGUNOS
ASPECTOS ECOLÓGICOS DE
ESPECIES SILVESTRES DE FRÍJOL
(Phaseolus sp.) EN NUEVO LEÓN

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

OPORTUNIDAD PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON UNA TESIS EN BOTÁNICA

PRESENTA
SERGIO MORENO LIMÓN

SAN ANTONIO, NUEVO LEÓN

ENERO, 1993

TM
SB327
M6

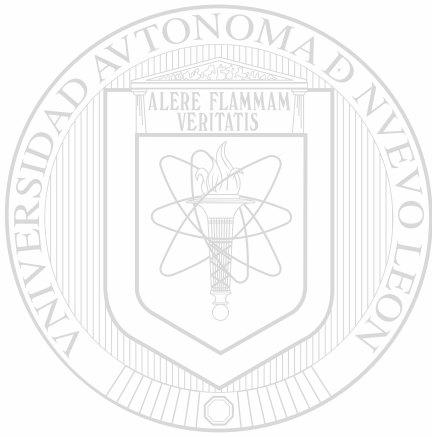


FONDO
TESIS

(73225)



FONDO
TESIS MAESTRIA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

ESTUDIO MORFOANATOMICO Y ALGUNOS ASPECTOS
ECOFISIOLOGICOS DE ESPECIES SILVESTRES DE FRIJOL
(*Phaseolus* spp) EN NUEVO LEON.

TESIS

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

PRESENTA

SERGIO MORENO LIMON



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMISION DE TESIS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

R. Maiti

DR. RATIKANTA MAITI
PRESIDENTE

P. Wesche Ebeling

DR. PEDRO A. WESCHE EBELING
SECRETARIO

Hilda Gamez Gonzalez
DRA. HILDA GAMEZ GONZALEZ
VOCAL

MONTERREY, NUEVO LEON

ENERO, 1993

DEDICATORIA

A DIOS.

A MIS PADRES:

LUIS MORENO MORALES

MA. ISABEL LIMON A.

Con amor. Por aceptar conscientemente la responsabilidad de mi existencia. A quienes debo lo que soy, y para quienes considero que esto es poco, comparado con todo lo que me han brindado.

A MIS HERMANOS:

JOSE LUIS

HECTOR GPE.

ARTURO

JUAN CARLOS

NOE

ISABEL ARACELY

NEREYDA

Con cariño. Por comprenderme, estimularme y darme afecto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A MIS AMIGOS:

Por ser los mejores amigos. A todos y cada uno de ellos mi cariño y gratitud.

A MIS MAESTROS:

Con agradecimiento y respeto.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo fué posible gracias a la colaboración de diversas personas e instituciones que sería difícil mencionarlas sin caer en el error de omitir alguna, sin embargo deseo dejar constancia de mi gratitud a las siguientes:

Principalmente a mis padres y hermanos, los cuales hicieron posible la realización de ésta tesis.

Merece especial mención el Dr. Ratikanta Maiti, director de tesis, por su valiosa asesoría, así como su disposición y consejos profesionales, para llevar a buen término el presente trabajo.

En igual forma se reconoce al International Crops Research Institute for Semi-arid Tropics (ICRISAT) Patancheru, India; al Al Lic. Raúl Javier Moya C. Jefe de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y a la L.Q.I. Ma. Angélica López García Jefe del Centro de Información técnica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por las facilidades brindadas para la realización de la revisión de literatura a través de los bancos de informática.

A la Dra. Hilda Gámez González y al Dr. Pedro Wesche Ebeling, por su asesoría, revisión al escrito original y por formar parte de la comisión de Tesis.

A la Biól. Teresa González Álvarez, y al M.C. Daniel Hernández C., cuya participación fue especialmente valiosa durante la realización de las colectas, así como por la revisión al escrito original y por sus acertadas críticas y sugerencias.

A la M.C. Marcela González Alvarez y al Biól. Marco Antonio Guzman L., por las facilidades brindadas durante la revisión de material de herbario y por contribuir a la revisión de especies.

Al Ing. M.C. Mauro Rodriguez Cabrera Jefe del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por proporcionar germoplasma de algunas de las especies.

Al M.C. Jorge L. Hernández P., Investigador Responsable de la Unidad de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L., por su asesoría y ayuda durante la realización de los estudios de ultraestructura.

A las Biól. Ma. Concepción Valades C., Ma. Luisa Cárdenas Avila y Josefina Galindo Rdz., por su ayuda desinteresada en el transcurso del presente.

A los QBP. Adriana Nuñez González y Juan Antonio Rdz. Arzave, por su valiosa ayuda en la realización de las determinaciones bioquímicas.

Al Biól. José Luis Gutierrez Lobatos, y a los M.C. Leticia Villarreal Rivera y Salomon Martínez Lozano, por sus consejos y su constante apoyo.

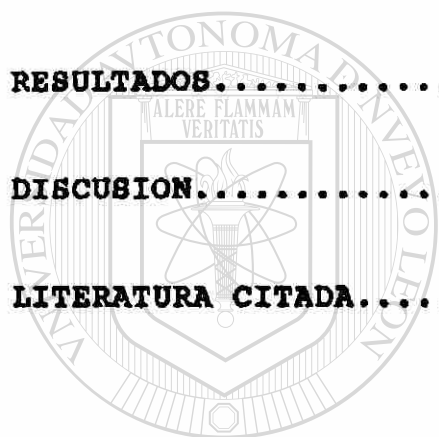
A los Biól. Aracely Lozano y Ernesto Valdes, quienes contribuyeron en forma importante con la elaboración de los dibujos.

G R A C I A S.

INDICE

CONTENIDO:	PAGINA
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	5
REVISION DE LITERATURA.....	6
Origen y distribución.....	6
Requerimientos ecológicos.....	8
Temperatura.....	8
Fotoperiodo.....	8
Humedad.....	9
Suelo.....	9
Anatomía.....	9
Fisiología.....	11
Fotosíntesis.....	11
Factores que afectan la fotosíntesis.....	12
Transpiración.....	13
Factores que afectan la transpiración.....	14
Eficiencia en el uso de agua.....	14
Caracteres morfofisiológicos y bioquímicos relacionados con la resistencia a los factores bióticos y abióticos.....	15
Características morfo-fisiológicas.....	16
Características bioquímicas.....	19
Aspectos de mejoramiento.....	24
ORIGINALIDAD.....	25
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	26

MATERIAL Y METODOS.....	28
Distribución y condiciones ecológicas.....	28
Morfología y taxonomía.....	28
Anatomía.....	28
Microscopía electrónica de barrido.....	29
Fisiología.....	29
Pruebas de germinación y rompimiento de	
letargo.....	29
Crecimiento y desarrollo de la plántula.....	30
Bioquímica.....	31
Contenido de proteína en semilla.....	31
Determinación de metales en semilla.....	31
RESULTADOS.....	33
DISCUSION.....	59
LITERATURA CITADA.....	68



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

Las especies reportadas en el presente estudio, se distribuyen en Nuevo León, desde los 23°50' N y desde los 99°50' hasta los 100°36' W, a lo largo de la Sierra Madre Oriental, alcanzando altitudes de 2550 msnm, con una temperatura media de 20 °C a 25 °C y de 700-1000 mm, en suelos poco profundos con abundante cantidad de materia orgánica.

La superficie de la hoja de las especies silvestres en comparación con la cultivada, muestra variación en el tipo, número, tamaño y posición de tricomas, estomas y cera epicuticular. Así mismo las características morfológicas (tamaño, forma y color) y estructurales (grosor de cutícula, longitud de esclereidas y gránulos de almidón) de la semilla, difieren entre las especies.

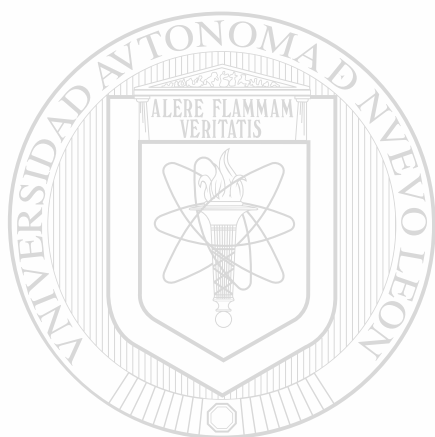
La presencia de letargo en la semilla es característica de las especies silvestres, por lo cual se aplicaron técnicas de rompimiento de letargo. El patrón de crecimiento y vigor de la plántula bajo condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo muestra variabilidad.

La cantidad de proteína y la eficiencia de asimilación de minerales en la semilla de las especies silvestres es mayor que en la cultivada.

El porcentaje de proteína alcanza valores de 27.91% en las silvestres en comparación con la especie cultivada que presenta un 20.80%. La cantidad de proteína y almidón es considerada

como un indicador evolutivo y de domesticación de las especies silvestres.

Las características morfo-anatómicas y bioquímicas de las especies silvestres se consideran como un mecanismo de adaptación a diferentes factores bióticos y abióticos, proporcionando una fuente de genes que pueden ser utilizados para el mejoramiento genético del cultivo de frijol.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCION

El frijol (Phaseolus vulgaris L.), es un cultivo de suma importancia alimenticia además de económica, del cual dependen campesinos que se dedican directamente a su cultivo. Es uno de los cultivos principales en América Latina, Africa y muchos otros países, llegando a un límite su rendimiento óptimo gracias a la contribución de los mejoradores, pero la diversidad de ambientes prevaecientes en las regiones de crecimiento afectan el rendimiento. Los principales factores limitantes a la producción de frijol en América Latina son sequía, plagas y enfermedades causadas por patógenos (Schoonhoven, et al., 1989), mientras que en Africa son las prácticas agronómicas pobres, deficiencia de fertilidad del suelo, susceptibilidad a la sequía, competencia con malezas, enfermedades e insectos, así como virus, bacterias y hongos, (Allen, et al., 1989). Actualmente se llevan a cabo diferentes actividades de investigación por un grupo interdisciplinario dedicado a la evaluación de los germoplasmas de frijol para la resistencia a la sequía, adaptación a la pobre fertilidad, fijación de nitrógeno biológico y resistencia a diferentes enfermedades (CIAT, 1988).

En México y específicamente en Nuevo León, la producción de frijol muchas veces no es suficiente para el consumo poblacional, debido principalmente a que las condiciones de siembra de este cultivo se caracterizan por agricultura de

temporal, suelos con baja fertilidad, suelos erosionados, infestación de plagas, etc., teniendo ésto como consecuencia, rendimientos bastante bajos en las cosechas.

El sur de México es considerado como uno de los centros de origen de especies de frijol Gentry (1969) y Vavilov (1949), citado por Miranda (1966), exhibiendo una gran variabilidad de especies silvestres. En Nuevo León se han reportado diferentes especies creciendo en forma silvestre (Rodríguez, et al., 1987) existiendo una necesidad de investigación sobre éstas, ya que es bien conocido que son fuente de genes resistentes a diferentes factores de estrés bióticos y abióticos, por lo cual es necesario enfocar estudios que contribuyan al conocimiento de los mecanismos de adaptación de especies silvestres bajo tales condiciones. Esto permitirá en estudios posteriores eleva los niveles de rendimiento y resistencia a condiciones ambientales adversas en los cultivos de frijol mediante el fitomejoramiento. Para ello es necesario primeramente conocer los requerimientos ecofisiológicos de las especies silvestres, así como sus características bioquímicas, morfológicas y anatómicas que se pueden relacionar con las adaptaciones de estas especies.

OBJETIVOS

- A).- Conocer las condiciones ecológicas y algunas de las características morfológicas, anatómicas, bioquímicas y fisiológicas de especies silvestres de Phaseolus, que pueden relacionarse con su adaptación bajo estas condiciones.
- B).- Comparar algunas características anatómicas, bioquímicas, desarrollo y fenología de la planta, en especies silvestres y cultivada.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



REVISION DE LITERATURA

Origen y distribución

Algunos autores han propuesto y discutido diferentes centros de origen del frijol. De acuerdo con Gentry (1969) y Vavilov (1949), citado por Miranda (1966) el frijol tiene su centro de origen en el área occidental y sur de México, así como Guatemala y Honduras. Formas de frijol silvestre fueron descritas desde México hasta Argentina (Gentry, 1969 y Miranda, 1967). Remanentes arqueológicos de frijol común de la misma edad fueron encontrados en México y Perú (Kaplan, 1965; Kaplan, et al. 1973)

La distribución geográfica de diferentes tipos de frijol silvestre y cultivado en base a los tipos de phaseolina, ha sido estudiada, los resultados permiten establecer algunas áreas de domesticación para frijol común; Mesoamerica para semillas chicas con tipo de phaseolina "S"; Colombia para semillas chicas con phaseolina "B" y Peru y Argentina para semilla grande con phaseolina "T" (y probablemente "A", "C" o "H") (Gepts y Bliss, 1986 y 1988; Gepts, et al., 1986).

La existencia de ambos tipos de phaseolina semilla chica "S" y semilla grande "T", en Brasil permite establecer hipótesis de que el frijol comun fue introducido por lo menos por dos rutas en este país, la primera ruta permite la introducción de algunos tipos de semilla desde centro de mesoamerica que deberia empezar desde México y podría seguir la

Costa caribeña hasta Colombia y Venezuela, y eventualmente hasta Brasil (Gepts et al., 1988).

México es una importante zona de la diversidad de las especies de Phaseolus silvestres reportando P. metcalfei para el estado de San Luis Potosí (Piper, 1926) citado por Rodríguez et al., 1987.

La forma silvestre de P. coccineus ha sido reportada por Kaplan y Neish (1960), citados por Rodríguez et al., 1987 mencionando que los cambios climáticos afectan su distribución. Además, Nabhan et al., (1980) estudiaron la distribución de P. metcalfei Woot. et Standl y P. ritensis Jones en el sureste de América del Norte y en el oeste de Texas, y en (1978 y 1985) reportan la distribución de P. acutifolius en la parte central de Durango y Chihuahua.

P. anisotrichus Schlecht, P. glaucocarpus Norvell, P. neglectus Hermann, P. scabrellus Benth, y P. xantotrichus Piper, han sido reportadas para el sur del estado de Nuevo León por Rodríguez et al. (1987). El número de especies pertenecientes al género Phaseolus es desconocido, sin embargo se considera que podría contener alrededor de 150 (Rendle, 1925 y Hutchinson, 1979 citados por Rodríguez, et al., 1987).

Requerimientos ecológicos

Temperatura.-

En relación a la temperatura necesaria para la germinación de frijol Diehl et al. (1973) indican que la temperatura máxima es de 37°C. Asimismo Sivorí et al. (1980) mencionan que el requerimiento es de 10°C como mínimo, 37°C como máxima y una temperatura óptima de 32°C. En tanto que Ramírez (1981) encontró que se requiere de temperaturas mayores de 8°C, con humedad apropiada y que con temperaturas entre 20 y 30°C, el frijol germina 2 ó 3 días después de la siembra. También observó que la temperatura óptima para la floración es alrededor de 15°C y para la maduración de los frutos es de 20°C.

Estudios sobre el efecto de la temperatura del suelo sobre el crecimiento de la raíz y el vástago del frijol, han demostrado que el mayor crecimiento se presenta entre los 20 y 30°C, mientras que a 5, 10 y 35°C se produce poco crecimiento, atribuyéndose esto a la tensión hídrica causada por la absorción del agua, tanto a temperaturas bajas como altas (Brower citado por Kramer, 1974).

Fotoperíodo.-

El frijol común, al igual que el frijol lima, alubia y otros tipos, son especies que florecen temprano en días cortos, pero en general se le considera insensible o neutro al fotoperíodo (Ramírez, 1981; SEP, 1983).

Humedad.-

El frijol (Phaseolus vulgaris L.) se puede producir bajo condiciones de temporal, si existe una abundante precipitación durante su ciclo vegetativo. La mayoría de las variedades exigen agua abundante (600-800 mm) por ciclo para su óptimo desarrollo (Bailey, 1961; SEP, 1983; Ramirez y Farias, 1986).

Suelo.-

Este cultivo prospera preferentemente en suelos fértiles de estructura media, profundos y bien drenados; suelos con alto contenido de materia orgánica con un pH 5.5 y 6.5 favorecen un excesivo crecimiento vegetativo de la planta (SEP, 1983).

Anatomía

La hoja tiene normalmente los mismos sistemas que el tallo: dérmico, fundamental y vascular. Cubriendo toda la hoja está la epidermis, la cual continúa sobre el tallo joven; dispersos entre las células epidérmicas hay pequeños poros llamados estomas (Esau, 1972). La frecuencia de células epidérmicas está relacionada a la frecuencia estomática, debido al tamaño de las células. Heichel (1971) citado por Loera (1985) indica que este carácter posiblemente esté controlado por ciertos genes, como lo es para la frecuencia estomática.

Flores et al. (1977) realizaron un estudio sobre la epidermis foliar de frijol mediante microscopía electrónica, observando un menor número de estomas en la superficie adaxial de la lámina foliar, los estomas de la superficie abaxial se

encuentran restringidos a las areolas y son de tipo parasítico, las células epidérmicas del envés mostraron diferentes tipos de tricomas que la parte abaxial. Las venas son pubescentes en la parte abaxial y las areolas son irregulares y algunas veces de forma poligonal. La cutícula es estriada principalmente en la superficie abaxial. El ostiolo de los estomas es pequeño si se compara en tamaño con otras especies de plantas y su número es extremadamente alto. Con frecuencia ostiolos pequeños se han relacionado con altas tasas de transpiración, lo mismo al elevado número de estomas. En otro estudio Gates (1980) reporta para frijol 4,000 y 28,000 estomas en el haz y el envés, respectivamente. Así mismo, Loera (1985) menciona que en el frijol las frecuencias estomáticas de células epidérmicas y tricomas, fueron mayores en el envés de la hoja.

Se ha demostrado que los tricomas en forma de gancho presentes en la epidermis de la hoja, son efectivos para proteger la planta de frijol contra la chicharrita Empoasca fabas. Además, se menciona que un estudio de tricomas u otros caracteres anatómicos (como el floema interxilemático) pueden servir al taxónomo en su tarea de buscar las mejores características para la clasificación (Pillemer y Tingey, 1976 citados por Engleman, 1979).

Vaquera (1986) realizó un estudio sobre las características morfológicas y anatómicas de la semilla de frijol, relacionándolas con vigor, imbibición y cocción. Encontró que existe diferencia en la interacción entre los

genotipos y la temperatura. La cocción de la semilla de frijol está determinada por la dureza de sus cotiledones. Así mismo, el peso seco y tamaño de la semilla, grosor de la testa y tiempo de cocción tienen una relación confiable entre ellos.

Fisiología

Fotosíntesis.-

Se han realizado una serie de investigaciones con el objetivo de determinar la tasa de fotosíntesis. Al respecto Fraser y Bidwell (1974) encontraron en frijol que la fotosíntesis neta se incrementa con el inicio de la floración, excepto en la primera hoja trifoliada (donde hubo más fotorespiración), aunque se incrementó con la emergencia y desarrollo de las hojas subsecuentes. En 9 variedades de frijol Peet et al. (1977) encontraron diferencias en la tasa fotosintética, teniendo un rango (a través de todos sus estados de desarrollo) desde 4.99 a 17.48 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹. Así mismo, la asimilación de CO₂ y fotosíntesis han sido estudiadas por Von Caemerer y Farquhar (1984) en un ambiente de presión de 330 bares y saturación de luz (1500 μmol quanta m⁻²s⁻¹), demostrando que la tasa de fotosíntesis disminuye desde 20 hasta 0 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹ coincidiendo esto con el potencial de agua en la hoja, pero se recupera a las 6 horas después del riego. Además la interacción entre fotosíntesis, conductancia estomática, radiación fotosintética activa (PAR), y potencial de agua en la hoja fueron estudiados por Díaz-Infante (1988) en frijol "Pinto

Americano", la fotosíntesis alcanzó niveles de saturación de aproximadamente $2.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y la conductancia estomática varió de 0.22 a 0.54 Cms^{-1} ; la radiación fotosintética activa de 1553 a $2251 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$; la temperatura de la hoja de 29 a 33°C y la humedad relativa de 16 a 30 %. Mientras que Arreola y Castellanos (1990a) determinaron el desarrollo de la capacidad fotosintética, el peso específico y la expansión foliar durante la ontogenia de hojas en plantas silvestres y cultivadas de *P. lunatus*. Las diferencias observadas sugieren la existencia de una modificación del balance de carbono foliar como consecuencia de la domesticación. Ese mismo año reportan (1990b) que la capacidad fotosintética de hojas expandidas fue similar y ligeramente superior a $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ sin embargo, el crecimiento de ambas poblaciones fue diferente.

Factores que afectan la fotosíntesis.-

La fotosíntesis se compone principalmente por tres procesos los cuales son afectados por diferentes factores. Dichos procesos son: a) Fotoquímico, el cual es afectado por las altas intensidades de luz; b) Bioquímico, afectado por la temperatura y concentración de CO_2 y c) difusión, afectada principalmente por las concentraciones de CO_2 (Gaastra, 1962).

La fotosíntesis es controlada por un gran número de factores que han sido clasificados por Heath (1970) en factores ambientales y factores de la planta. Se ha encontrado que en frijol la asimilación de CO_2 disminuye a medida que la resistencia aumenta. Las más bajas resistencias estomáticas

fueron de 10 cm^2 . Las mínimas resistencias a la difusión dependen del tamaño, densidad y distribución de los estomas (Peet *et al.*, 1977).

Se ha encontrado que un gran número de plantas tienen habilidad de fotosintetizar bien bajo un rango de temperaturas durante el día, así aclimatan su fotosíntesis a largos periodos de cambios de temperaturas estacionales (Berry y Bjorkman, 1980). En un estudio realizado por Cooper (1975) utilizando dos especies de malas hierba, un pasto tropical (C4) y una leguminosa (C3), observó que la C4 llega a saturación de luz a muy altas radiaciones, mientras que en la C3 esto ocurre relativamente a bajas radiaciones, altas temperaturas y bajo potencial de agua. Adedeji (1984), menciona que de todos los factores que afectan la fotosíntesis, usualmente uno limita y expresa.

Transpiración.-

Factor dominante en las relaciones hídricas de la planta, ya que la evaporación del agua produce el gradiente de presión que provoca el movimiento de ésta dentro y a través de las plantas. Kramer (1974) menciona que los coeficientes diurnos de transpiración suelen variar entre 0.5 y $2.5 \text{ g/dm}^2 \text{ h}$, y los coeficientes nocturnos son probablemente $0.1 \text{ g/dm}^2 \text{ h}$ o menores.

Trabajando en invernadero con frijol cv. Cacahuate Larque-Saavedra *et al.* (1982) encontraron tasas de transpiración de 1.70 a $12.84 \text{ mg agua cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. En tanto que Díaz-Infante (1988) encontró que la tasa de transpiración en "Pinto americano"

varió de 3.59 a 6.07 mmol agua m⁻² s⁻¹.

Factores que afectan la Transpiración.-

Se ha reportado que la resistencia del estoma generalmente se incrementa a bajos niveles de iluminación sobre cierto nivel crítico de luz, lo cual sugiere que la tasa de transpiración podría ser controlada por el estoma solo bajo un nivel crítico de luz recibida (Turner, 1969). Una gran disminución en la tasa de transpiración y crecimiento en frijol, bajo moderado potencial hídrico del suelo, se atribuye al incremento en la resistencia estomática (Kanamasa y Tanner, 1969).

Al disminuir la transpiración también puede reducirse la producción de materia seca. Millar y Gardner (1972) encontraron que cuando el potencial hídrico en frijol disminuyó de -0.28 a -0.40 bares, la transpiración disminuyó y la producción de materia seca se redujo en un 45 %. Larque-Saavedra *et al.* (1982) trabajando en invernadero con frijol, encontraron que las hojas de los nudos más bajos tenían valores más altos de resistencia estomática y menor transpiración que las de los nudos superiores, atribuyendo esto a la radiación, posición y edad de las hojas.

Eficiencia en el uso de agua.-

La eficiencia en el uso de agua en base a materia seca en frijol, bajo condiciones de riego y densidades de población, ha sido estudiada por Martínez (1983), encontrando que la mayor eficiencia fué de 336 g de materia seca/m³ de agua, con una densidad de población de 80,000 plantas/hectárea, cuando el

intervalo de riego fue de 20 días. El-Sharkawy y Cock (1984) encontraron en varias especies que la eficiencia en el uso del agua disminuyó con incrementos en el déficit de presión de vapor al influir sobre la transpiración. Específicamente para frijol, las eficiencias fueron de 5 a 2.3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1}$ agua cuando el déficit de presión de vapor varió de 2 a 4 KPa, en tanto la transpiración varió de 3.9 a 6.8 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y la fotosíntesis de 908 a 676 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$.

Características morfofisiológicas y bioquímicas relacionadas con la resistencia a los factores bióticos y abióticos

La variabilidad en las condiciones bióticas y abióticas afectan considerablemente la producción y el rendimiento de las especies cultivadas, razón por la cual un gran número de investigadores trabajan conjuntamente para el mejoramiento genético de los cultivos. Las investigaciones incluyen: 1) estudiar el efecto de la sequía y otros factores abióticos sobre la producción de frijol; 2) evaluación y selección de especies silvestres para su resistencia a diferentes factores de estrés; 3) estudiar los mecanismos de resistencia a diferentes factores de estrés; y 4) incorporación de resistencia a los factores de estrés a los cultivos (Popa y Dinca, 1985; Yonts *et al.*, 1985; CIAT, 1986-1988; Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987; Parjol-Savulescu *et al.*, 1985; Cornic *et al.*, 1987 y Vlad y Pretorian, 1986).

Características Morfo-fisiológicas.-

Las características relacionadas con las adaptaciones de frijol en condiciones de semiaridez en Kenya fueron estudiados por Itulya, et al. (1986) seleccionando varios cultivos adaptados a tales condiciones. Se ha encontrado que el color de la semilla, su tamaño, brillantez, hábito de crecimiento, días a floración, madurez, adaptación vegetativa y reproductiva, nodulación, daño por factores bióticos, resistencia a la sequía y tolerancia a los factores del suelo son considerados para la evaluación de los cultivos de frijol para su adaptación a tales condiciones (CIAT, 1987).

Los mecanismos de adaptación a la sequía fueron estudiados en CIAT (1988), evaluando longitud de hipocótilo, persistencia de raíz principal, fibrosis general y abundancia de raíz secundaria en 100 genotipos de frijol. El crecimiento de la raíz es mayor en todas las etapas en las líneas resistentes a la sequía comparado con las líneas susceptibles, observando que el cruzamiento entre especies mexicanas y colombianas produce poblaciones con mejores características para su adaptación a condiciones de estrés comparado con los progenitores de la misma región.

El estrés de humedad reduce severamente el índice de área foliar, peso seco, número de granos y rendimiento de frijol, pero las especies muestran alta recuperación en crecimiento y producción de vaina cuando se riegan después del tratamiento de sequía (Peña-Ramos y Muñoz-Orozco, 1988).

Los efectos fenotípicos y ambientales sobre las características de cultivares de *P. vulgaris* fueron estudiadas por Acosta-Gallegos *et al.* (1988) en 11 características morfológicas y fenológicas de 18 cultivares de frijol. Se muestra el mayor efecto en la variación ambiental y la interacción cultivar-ambiente fue significativa. La variación de los componentes de los cultivares fue importante para el número de días a floración y grosor de tallo. La presencia de mayor variación ambiental sugiere la posibilidad de incrementar el rendimiento a través de prácticas culturales que permiten una máxima captación y utilización de la precipitación. En este proceso se pueden obtener cultivares con una amplia adaptación y tolerancia a la sequía.

La sequía y la temperatura (más de 30°C) son las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades facilitando la infección por bacterias que penetran a través de la semilla y causando daño a los órganos aéreos y raíz (Mohan *et al.*, 1989). El efecto relativo del tallo y la raíz de diferentes genotipos de frijol sobre el rendimiento bajo condiciones de sequía fueron reportados por White y Castillo (1989) mostrando que los genotipos con abundante raíz tienen un efecto significativo sobre rendimiento de semilla pero los genotipos de tallo ancho no tienen efecto. No hay interacción entre el tallo y la raíz, demostrando que las características de tallo son de menor importancia. Sponchiado *et al.* (1989) demostraron en un estudio que el crecimiento de la raíz de 4

cultivares de frijol está relacionado con la tolerancia a la sequía en diferentes ambientes y en distintos tipos de suelo.

El estrés de humedad afecta el crecimiento del folíolo central de la hoja de P. vulgaris (Kohasi-Shibata y Uscanga, 1989). Asimismo se ha encontrado que los índices morfo-fisiológicos están relacionados con el crecimiento y productividad de plantas bajo condiciones de sequía, donde los cultivares resistentes muestran una alta actividad metabólica (Parjol-Savulescu *et al.*, 1985).

Por otro lado Ripple (1986) reporta que la reflectancia espectral de la hoja de frijol y el contenido de ácido abscísico se relacionan con la resistencia a la sequía.

P. acutifolius mostró alto rendimiento bajo condición de sequía, su tolerancia estuvo relacionada al potencial de agua, conductividad estomática y temperatura del dosel (CIAT, 1986).

La sequía en la etapa reproductiva de P. vulgaris reduce los efectos inducidos por ozono (Moser *et al.*, 1987).

Tonutti y Giulivo (1987) encontraron que el estrés de humedad, el daño osmótico y el tratamiento con etileno afecta la tasa de salida de solutos en hoja de frijol.

Existe una relación lineal entre la producción de materia seca y la evapotranspiración. Cumpa Reyes *et al.* (1988) desarrollaron un modelo logístico que explica el efecto de niveles de humedad relacionados con la tasa de producción de materia seca y la evapotranspiración.

Uprety (1989) estudió la capacidad fotosintética de

P. radiatus que se reduce bajo la influencia de estrés de humedad.

Características Bioquímicas.-

Sharkey y Seemann (1989) estudiaron el efecto del estrés de agua sobre los intermediarios del ciclo de carbono, la actividad de la carboxilasa de ribulosa bifosfato y la homogeneidad espacial de la fotosíntesis en las hojas de P. vulgaris. La tasa de actividad y la concentración de ribulosa bifosfato antes y después de la incubación con CO_2 y Mg^{2+} fueron poco reducidos por la sequía severa, pero no por la sequía ligera, la concentración de fosfoglicéridos fue reducida por ambas condiciones de sequía.

Vasquez-Tello et al. (1990) demostraron que la salida de electrólitos, fosfatos y azúcares solubles son pruebas fisiológicas para evaluar la resistencia a la sequía de especies como Phaseolus y Vigna.

La acumulación de ácido abscísico es indicador de la resistencia a la sequía en varios cultivos. La conversión enzimática de xantoxianina a ácido abscísico se ha observado en extractos de células de Phaseolus (Sindhu et al., 1990). La enzima aldehído abscísico oxidasa está presente en especies silvestres.

Existe una asociación entre la productividad, el crecimiento de raíz y la discriminación de isótopo de carbono bajo condiciones de sequía (White et al., 1990).

A su vez, Li y Walton (1990a) reportan que la

ciclohexamida bloquea la biosíntesis de ácido abscísico y provoca un aumento de la apertura estomática en plantas bajo condiciones sin y con estrés. Posteriormente, en otro estudio (1990b) demostraron que violaxantina es un precursor del ácido abscísico encontrando que las hojas de plántulas de *P. vulgaris* creciendo bajo condiciones de obscuridad acumulan considerablemente menos cantidad de xantofila y carotenoides en comparación con plántulas que crecen bajo condiciones de luz.

Recientemente diferentes investigadores han realizado estudios con respecto al efecto de estrés de agua o temperatura sobre los cambios bioquímicos en frijol cultivado y silvestre. La baja temperatura afecta la etapa temprana vegetativa, el intercambio gaseoso de la hoja y el potencial hídrico en las plantas (Wolfe, 1991). Además existen estudios sobre el efecto de frío y sequía en las relaciones de agua y acumulaciones de ácido abscísico (Vernieri *et al.*, 1991). El efecto de la sequía sobre el contenido de almidón en diferentes órganos de frijol bajo condiciones de riego y sequía fueron estudiados por Osuna-García *et al.* (1988) reportando que la sequía no afecta la distribución de almidón en los órganos vegetativos pero afecta el contenido de almidón en la pared de la vaina, semilla y planta entera. Los cultivares mostraron diferentes reacciones. En otro estudio se ha demostrado que una ligera sequía reduce la síntesis de almidón y la actividad de la sacarosa fosfato sintetasa (Vassey y Sharkey, 1989).

Trozos de hojas de frijol fueron tratado con

Polietilenglicol (PEG) 600 (-1.13 MPa) durante 4 horas para seleccionar especies tolerantes a la sequía y se estudió la cinética de electrólitos, azúcares solubles y el contenido de almidón durante un periodo de 24 horas de rehidratación de las porciones de hojas. Estas pruebas son indicadores de la integridad de la membrana de cloroplastos y células, actividad fotosintética y capacidad de movilización de azúcar. En base a estas pruebas se puede clasificar a las especies de acuerdo a la sensibilidad de las células al déficit de agua, resultando *P. vulgaris* sensitivo, *P. acutifolius* y *Vigna radiata* moderadamente tolerante y *Vigna unguiculata* tolerante (Vasquez-Tello et al., 1990).

Los cultivares de frijol "Aversa" mostraron resistencia a la sequía, relacionada con el tamaño de la semilla (1000 semillas= 340-470 g) y alto contenido de proteína hasta un 29.69 % (Popa y Dinca, 1985).

Las variedades "Fundulea 332" se reportan en Rumania como un cultivo prometedor para su adaptación a las condiciones de sequía, dadas sus características de etapa vegetativa corta, el crecimiento limitado y el alto contenido de proteína (Vlad y Pretorian, 1986).

El contenido de proteína está relacionado con la resistencia a la sequía. *P. acutifolius* se ha reportado como una especie resistente a la alta temperatura y sequía debido a que contienen un alto porcentaje de proteína. Líneas domesticadas y especies silvestres a diferentes condiciones de

agua mostraron diferencias significativas para diferentes caracteres estudiados, incluyendo rendimiento, peso de semilla y concentración de proteína. El rendimiento de semilla mostró una correlación positiva con peso de semilla ($r= 0.78$) pero existió una correlación negativa con el contenido de proteína de semilla ($r= -0.75$) en especies domesticadas (Frederici et al., 1990).

Bajo condiciones de nitrógeno no infectado con Fusarium, el contenido de proteína de la vaina varía inversamente con el riego, produciéndose frijol con mayores concentraciones de metionina en comparación con condiciones de nitrógeno infectado (Koehler y Burke, 1988).

La respuesta del estrés de humedad sobre algunas características agronómicas de especies domesticadas y silvestres fueron estudiados por Frederici et al. (1990), mostrando diferencias significativas entre las líneas silvestres y domesticadas en el contenido de proteína en la semilla, peso de semilla y el rendimiento.

Se ha encontrado que las sales minerales en frijol se encuentran del orden del 2 al 5%. Se considera que un alimento es de gran valor cuando la proporción de nutrimentos a energía es alto y en el frijol parece ser que esta condición se cumple por la proporción de proteína y carbohidratos. En los procesos de cocción, los azúcares tienen efecto sobre los almidones para su gelatinización y además confieren propiedades características. El frijol es alto en contenido de

polisacáridos cuya estructura ha sido objeto de numerosos estudios (Quick, 1957; Pritchard et al., 1973; Cerning et al., 1975).

Ortega y Rodríguez (1979) realizan un estudio sobre el contenido de carbohidratos en variedades mexicanas de frijol (Phaseolus vulgaris y Phaseolus coccineus), encontrando que en P. vulgaris el contenido total alcanza valores que varían de 1.23% a 5.62 %, en tanto que en P. coccineus varia de 2.13% a 4.59%. En general el contenido de azúcares es mayor en P. coccineus.

La capacidad de absorción de diferentes minerales ha sido estudiada en diferentes cultivos, siendo el sorgo el que más atención ha recibido a este respecto. Ramani (1980) citado por Saldivar (1991) examinó la absorción y el transporte de zinc en variedades de sorgo, resistentes y susceptibles a la sequía, observando que no existe deficiencia en la absorción de ambas variedades. Se ha observado además que las líneas "glossy" son más eficientes en la captación de fosfatos en comparación con las líneas "no-glossy" (Raju, 1980) citado por Saldivar (1991). Se ha concluido que los factores ambientales influyen negativamente la tasa de crecimiento y la asimilación de nutrientes (calcio y magnesio) en plantas de sorgo (Jacques et al., 1975).

Aspectos de mejoramiento

El mejoramiento, entre otros fines, persigue el incremento de la producción y/o la adaptación de un cultivo a una determinada zona ecológica.

Yassin (1973) mencionó que el rendimiento es heredado cuantitativamente, influenciado genéticamente y por la interacción genotipo-ambiente. Además, el rendimiento por sí mismo no es el mejor criterio de selección y de aquí que es importante estudiar sus componentes y el grado de asociación de éstos con el rendimiento. Cooper (1975) expone que los caracteres fisiológicos y morfológicos que determinan el potencial de producción y conversión de energía deben de ser identificados.

Varios autores han reportado que la selección de progenies puede hacerse mediante selección por su alta capacidad de intercambio de CO_2 , ya que se ha encontrado correlación entre la capacidad de intercambio de CO_2 y otras características de la planta como peso fresco por planta, área foliar, materia seca y otros (Crosbie y Pearce, 1982).

Sullivan (1988) estudió la transferencia de los caracteres cuantitativos mediante el cruzamiento de especies silvestres con cultivadas. Por otro lado Wells y Waines (1988) han realizado estudios sobre la eficiencia de las líneas de frijol mediante hibridación interespecífica.

ORIGINALIDAD

El presente trabajo fue planteado, considerando la falta de investigaciones enfocadas hacia los aspectos ecofisiológicos y mecanismos de adaptación de las especies silvestres del género Phaseolus, originario de México, prevaecientes en el Estado de Nuevo León.

Con este estudio se pretende principalmente conocer las estrategias de adaptación que desarrollan las especies dentro de un mismo género, las cuales les permiten sobrevivir y reproducirse bajo un gran espectro de condiciones ambientales. El conocimiento de esto deberá servir como base en un futuro al mejoramiento genético en especies cultivadas por medio de cruzamiento entre las especies silvestres y las cultivadas.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El estado de Nuevo León se localiza en la parte nororiental del país, entre los 98°17' y 101°07' de longitud 6-50 oeste y los 23°6' y 27°50' de latitud norte. Limita al norte con el estado de Coahuila, los Estados Unidos de Norteamérica y Tamaulipas. Hacia el poniente limita con Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas. Al sur con San Luis Potosí y Tamaulipas. Su superficie abarca 64 081.94 Km². Engloba porciones importantes de tres regiones naturales o provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental, la Gran Llanura de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 1983).

En Nuevo León predominan los climas semiáridos y extremos. La precipitación pluvial es en general escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores de 800 mm. La precipitación media anual oscila entre 300 y 600 mm. Los climas secos y semisecos se distribuyen principalmente en la región nororiental, la cual forma parte de la Gran Llanura de Norteamérica, y en la región suroccidental (INEGI, 1983).

En las áreas menores de la región de la Sierra en la zona del centro y sur de la entidad y en gran parte de la cuenca del Río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifríos (INEGI, 1983).

Afloran principalmente rocas sedimentarias de origen marino. Sólo hay pequeños afloramientos de rocas metamórficas

y algunos de rocas ígneas intrusivas (INEGI, 1983).

La mayor parte de las rocas que forman grandes estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales) que caracterizan a la Sierra Madre Oriental, son del Mesozoico. Los depósitos más recientes están constituidos por conglomerados y suelos aluviales que pertenecen al cuaternario (INEGI, 1983).

Las heladas en los climas semicálidos de la Llanura Costera del Golfo Norte presentan una frecuencia de 0 a 20 días al año; esto se debe básicamente al régimen térmico elevado, el cual sólo permite la presencia de estos fenómenos en los meses de diciembre y enero, distribuidos de manera irregular. En las zonas de climas secos de la Gran Llanura de Norteamérica y de la Sierra Madre Oriental las heladas tienen también un rango de 0 a 20 días, con excepción de las áreas con climas semiseco templado. En las sierras y llanuras occidentales se registran en periodos de 20 a 40 días. En las partes altas de la Sierra Madre Oriental, donde los climas son templados, se presentan heladas con una frecuencia que va de 20 a 50 días, debido a que las condiciones térmicas permiten el desarrollo de este fenómeno por periodos más prolongados, sobre todo en los meses de diciembre, enero y febrero (INEGI, 1983).

La vegetación en Nuevo León se puede agrupar conjuntamente en: vegetación de la Planicie Costera (bosques semiáridos, matorrales áridos); vegetación del Altiplano (matorrales áridos) y vegetación de la Sierra Madre (matorral templado; bosques templados y prado) (Rojas, 1965).

MATERIAL Y METODOS

Para la realización del presente estudio se trabajó con ejemplares depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L., así como con ejemplares que se colectaron en algunos Municipios del Estado de Nuevo León. La realización de este estudio se llevó a cabo en base al diagrama de flujo (ANEXO).

Distribución y condiciones ecológicas

En base a registros de estaciones meteorológicas, se realizó una breve descripción sobre las condiciones prevaletientes en los lugares de colecta, haciéndose énfasis en los aspectos de suelo, vegetación, precipitación y temperatura.

Morfología y taxonomía

La descripción morfológica de cada una de las especies se realizó en base a claves taxonómicas y a observaciones directas en campo y laboratorio; se procedió a hacer una descripción de la planta, vaina y semilla de cada una de las especies.

Anatomía

La ultraestructura de la epidermis foliar se realizó en microscopía electrónica de barrido en 10 especies:

P. anisotrichus, P. atropurpureus, P. glaucocarpus, P. heterophyllus, P. metcalfei, P. neglectus, P. scabrellus,

P. xantotrichus, Phaseolus sp y P. vulgaris (semicultivado). Se observaron características de células epidérmicas, tipo de estoma, tricomas, cera epicuticular y cristales.

Asimismo la ultraestructura de la semilla se realizó en 6 especies: P. anisotrichus, P. glaucocarpus, P. scabrellus, P. neglectus, Phaseolus sp y P. vulgaris (semicultivado y cultivado). Observandose, superficie de la testa, características de macroesclereidas y microesclereidas, grosor, presencia de granulos de almidón y cuerpos de proteína en las células cotiledonarias.

Microscopía Electrónica de barrido:

Muestras de hoja (haz y envés) y semilla (corte transversal) se colocaron en soportes de aluminio empleando una cinta de doble superficie adhesiva y pintura conductora de plata coloidal. El material se colocó en un cubridor iónico Balzers donde se cubrió con una película de oro 100 %. El material se observó en un microscopio electrónico de barrido ISI Mini Sem-5 (International Scientific Instrumental) a un voltaje de aceleración de 15 Kv. Las fotografías se tomaron a un aumento de 200 X, y 1000 X, utilizando una película Kodak 4127.

Fisiología

Pruebas de germinación y rompimiento de letargo:

Esto se realizó en base a los lineamientos establecidos por las Reglas Internacionales para el Ensayo de Semillas

(1976). Se evaluaron los días requeridos para iniciar la germinación en 4 especies silvestres (P. anisotrichus, P. neglectus, Phaseolus sp y P. vulgaris) y una cultivada (P. vulgaris).

Crecimiento y desarrollo de la plántula:

Se sembraron 15 semillas de cada una de las especies, las cuales fueron distribuidas en tres repeticiones, en macetas que contenían aproximadamente 1 kg de suelo. Las macetas se colocaron en cámaras bioclimáticas bajo condiciones controladas de temperatura (28-30°C) y fotoperíodo (14 y 16 hrs luz), evaluándose días a emergencia, longitud de la plántula, número de hojas trifoliadas, largo y ancho de folíolo central y longitud de pecíolo a los 50 días después de la emergencia.

Para la realización del análisis de crecimiento de las especies se tomaron muestras de suelo de una área cultivable del Municipio de Galeana, N.L., a las cuales se les realizó un análisis físico-químico que consistió en:

- 1) Color del suelo en húmedo y seco (Tabla de Munsell).
- 2) pH del suelo (Potenciómetro).
- 3) Textura (al tacto y mediante hidrómetro).
- 4) Materia orgánica (Walkley y Black).
- 5) Nitrógeno Total (C:N-3:1).
- 6) Capacidad de campo (Tubos de percolación).
- 7) Zinc (Olsen, modificado).
- 8) Cobre (Olsen, modificado).
- 9) Hierro (Olsen, modificado), por medio del

espectrofotómetro de absorción atómica.

10) Calcio.

11) Magnesio.

12) Sodio.

13) Potasio aprovechable (Peech & English).

Estas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Edafología y Pedología y en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la UANL.

Bioquímica

Contenido de proteína en semilla:

Se molieron 3 g de semilla de cada una de las especies. El análisis para la determinación del contenido de proteína se realizó por duplicado siguiendo las técnicas recomendadas por el A.O.A.C. (1980). Estas determinaciones se realizaron en las especies: P. anisotrichus, Phaseolus sp, P. vulgaris

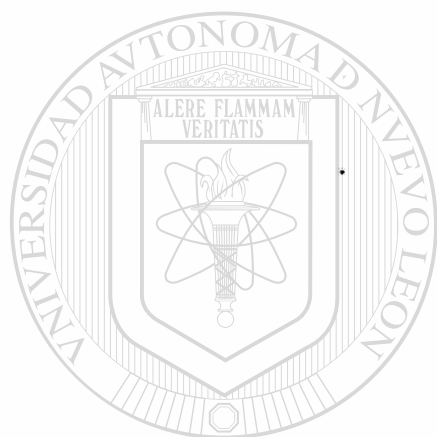
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Determinación de metales en semilla:

Se pesaron aproximadamente 2 g de cada una de las muestras, se carbonizaron completamente sobre un tripié con triángulo de porcelana y a fuego lento con la llama azul hasta ausencia de humo, y se calcinaron en una mufla a una temperatura de 500°C durante una hora. Las cenizas se disolvieron con 15 ml de ácido clorhídrico al 20 % pasando la solución a través de un embudo de filtración rápida. El filtrado se colecta en matraces de aforación de 500 ml. Se

preparó un blanco reactivo consistente en 15 ml de ácido clorhídrico al 20 % y aforado a 50 ml con agua bidestilada. Para el caso del calcio, el blanco deberá tener una concentración final de lantano.

Las muestras tratadas se analizan utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Zeiss FMD4 bajo condiciones instrumentales ya optimizadas (Perkin, 1976).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

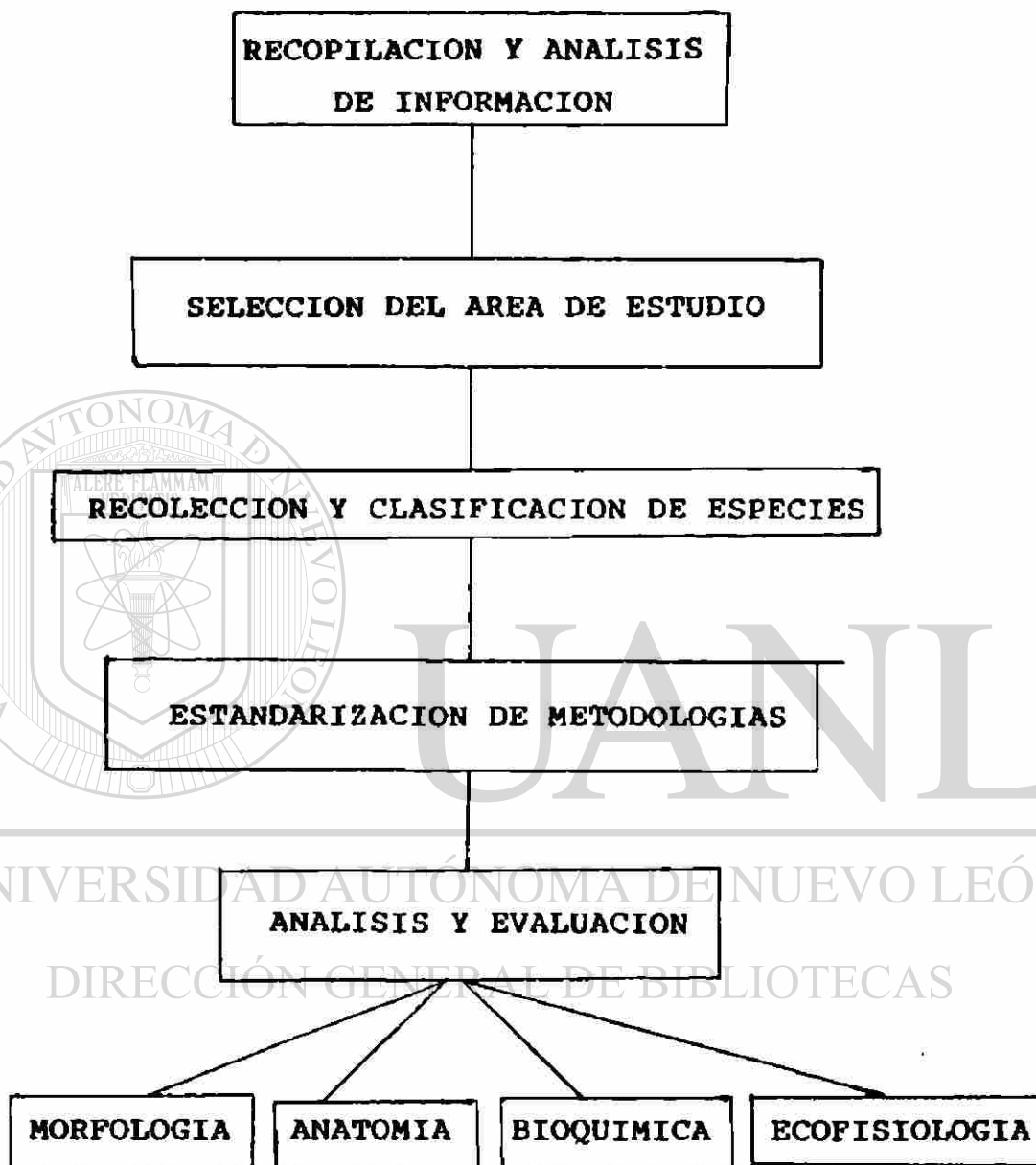


Diagrama de flujo para la realización del presente estudio.

RESULTADOS

Condiciones ecológicas

Distribución:

El área de trabajo y la distribución de las especies se muestra en la figura (1) y tabla (1). Observándose que las especies se distribuyen desde los 99°43'W y 23°47'N hasta los 100°11'W y 26°46'N, en altitudes que van de los 360 msnm en el municipio de Linares hasta los 2550 msnm en el municipio de Gral. Zaragoza. Se localizan a lo largo de la Sierra Madre Oriental en una orientación de Noreste-Sureste.

La Sierra Madre se caracteriza por una gran diversidad en climas y vegetación. Se encuentran diversos tipos de climas: secos extremos, semisecos y semicálidos. Esto se debe principalmente a la marcada diferencia de altitudes en la sierra. Las diferencias en temperatura ocasionadas por la existencia de cadenas montañosas, produce un efecto de condensación, que a su vez, genera lluvias que se concentran en la vertiente este de la sierra. Se presenta una temperatura promedio de 20 a 25°C y una precipitación de 700-1000 mm de lluvia anual, de acuerdo con la altitud. Los periodos de lluvia ocurren desde finales de Agosto hasta Octubre.

Los suelos arenosos, rendzinas se presentan frecuentemente. Son raros los suelos profundos. El manto del suelo es muy delgado, rocoso y con un alto contenido de materia orgánica.

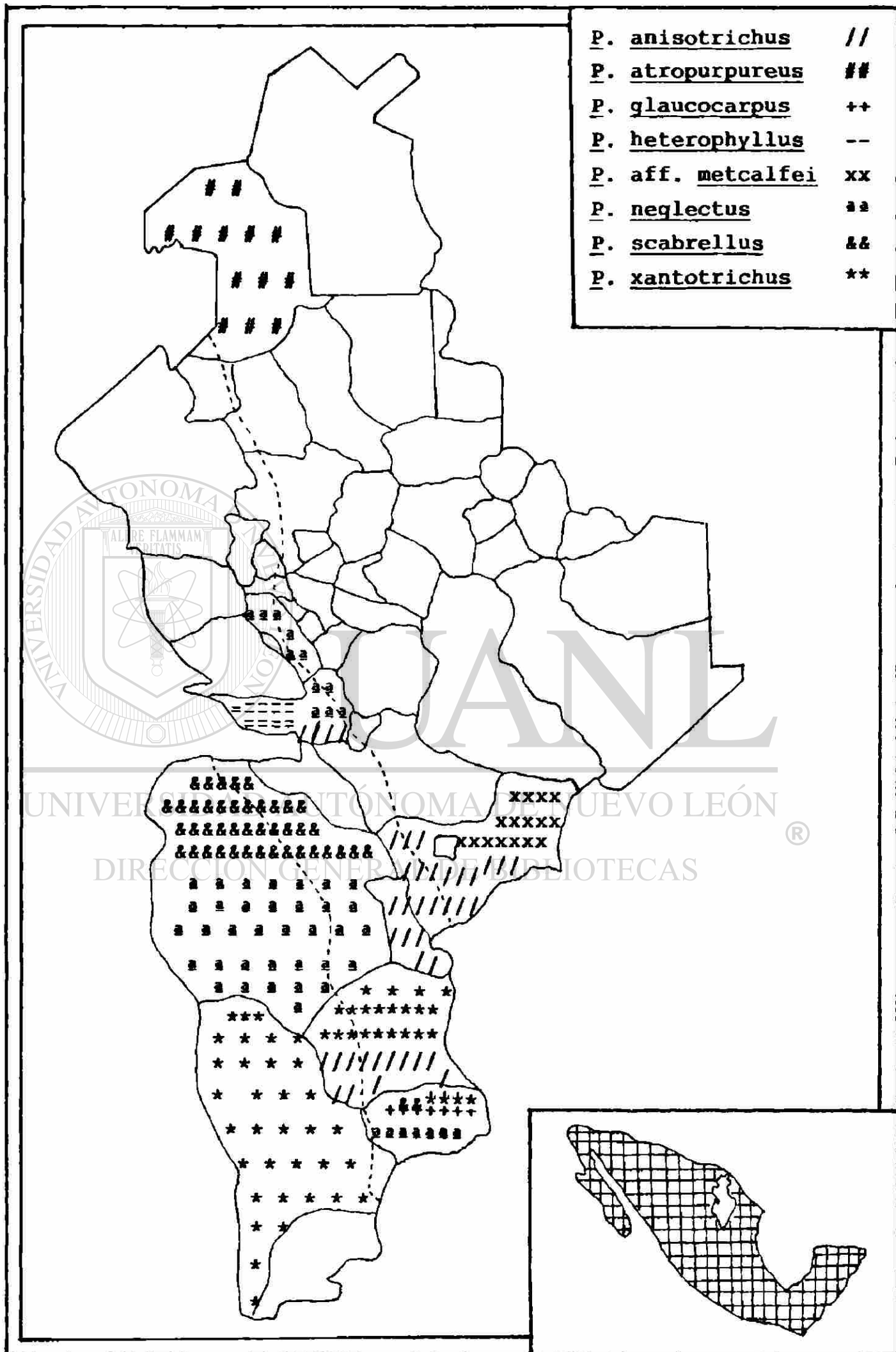


Figura 1. Distribución de especies de frijol en Nuevo León

Tabla 1. Distribución de especies silvestres de *Phaseolus* en Nuevo León.

ESPECIES	MUNICIPIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD MSNM
<u><i>P. anisotrichus</i></u>	Santiago	100° 19'	25° 23'	1 850
	Iturbide	99° 50'	24° 40'	1 500
	Aramberri	99° 47'	24° 20'	1 360
	Linares	99° 50'	24° 45'	720
<u><i>P. atropurpureus</i></u>	Linares	99° 50'	24° 45'	360
	Lampazos	100° 29'	26° 46'	530
<u><i>P. glaucocarpus</i></u>	Zaragoza	99° 47'	23° 57'	1 960
<u><i>P. heterophyllus</i></u>	Santiago	100° 16'	25° 22'	1 330
<u><i>P. aff. metcalfei</i></u>	Linares	99° 50'	24° 45'	850
<u><i>P. neglectus</i></u>	Santiago	100° 12'	25° 22'	1 380
	Zaragoza	99° 47'	23° 56'	2 060
	Galeana	99° 56'	24° 44'	1 650
	Monterrey	100° 36'	25° 50'	1 040
<u><i>P. scabrellus</i></u>	Zaragoza	99° 49'	23° 50'	2 550
	Galeana	100° 11'	24° 54'	2 140
<u><i>P. xantotrichus</i></u>	Aramberri	99° 49'	24° 22'	1 780
	Zaragoza	99° 54'	23° 48'	2 080
	Dr. Arroyo	99° 55'	23° 47'	1 910

Se puede observar que las especies silvestres en el estado de Nuevo León, se distribuyen en los Municipios: Lampazos de Naranjo, Monterrey, Villa de Santiago, Linares, Iturbide, Galeana, Aramberri, General Zaragoza y Dr. Arroyo (Tabla. 1) que se caracterizan por presentar una gran diversidad de condiciones ambientales edafológicas y climatológicas, propiciadas principalmente por encontrarse en su mayoría dentro de la zona fisiográfica de la Mesa del Norte, Sierra Madre Oriental.

Observaciones en campo:

Hábitat.-

Las especies colectadas se caracterizan por presentarse creciendo bajo diferentes condiciones edafológicas y climáticas, (suelo arcillo-arenoso con abundante cantidad de materia orgánica y clima principalmente húmedo), presentándose además en lugares generalmente con una pendiente muy pronunciada. Su hábito de crecimiento es generalmente de tipo guía, algunas de las cuales son exclusivamente rastreras. Creciendo preferentemente en lugares sombreados. (Figuras 2-5).

Se encuentran principalmente en Bosques claros de Pino, Encino, Nogal, Cedro, Pinabete, Quercus, Cupressus, Juqlans, Tilia, Platanus, Juniperus y Matorral de Acacia, Caesalpinia, Cordia, Opuntia, Lechuguilla. (Figuras 2-5).

Fenología.-

Las etapas fenológicas varían entre las especies, en forma general el inicio de la germinación y emergencia de ellas se lleva a cabo a principios de Agosto, desarrollándose su etapa vegetativa durante los meses de Agosto-Septiembre, su floración en el mes de Octubre y fructificando a principios del mes de Noviembre.

La maduración de la vaina se realiza a finales de Noviembre y principios de Diciembre, al ocurrir esto la vaina se abre y la semilla cae al suelo permaneciendo así, hasta el inicio de su germinación, lo cual indica que la semilla pasa durante una época fría y una alta temperatura del suelo, humedeciéndose con las precipitaciones que ocurren durante los meses de Agosto-Octubre demostrando su letargo durante este periodo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figuras 2 y 3. Aspectos generales sobre el hábito de crecimiento y condiciones ecológicas de especies silvestres de Phaseolus. Municipio de General Zaragoza, N.L.

Morfología y taxonomía

Descripción taxonómica:

PHASEOLUS L.

Hierbas anuales o perennes; generalmente 1 tallo erecto al inicio de su desarrollo, 3-30 dm de longitud, estípulas persistentes; hojas alternas, pecioladas una vez -pinnatífida-trifoliada; racimos axilares, ascendentes, pedúnculos largos (pedúnculos 5-30 cm de long), el raquis del racimo muy corto y elongado; cáliz acampanado o con tubo angostamente acampanado en 5 lóbulos, los 2 lóbulos superiores usualmente coalescentes más allá que los otros; corola papilionácea, blanca a púrpura o rojo ladrillo; alas en la antesis en algunas especies muy elongado, quilla usualmente angosta y siempre retorcida o en algunas especies usualmente dando 1 o más vueltas ligeras en espiral; 10 estambres diadelfos, 9 de los filamentos coalescentes, el superior libre, fruto usualmente lineal ligeramente lateralmente comprimido usualmente de pared delgada.

Phaseolus anisotrichus Schl.

Planta herbácea; tallo voluble, delgado, muy ramificado, puberulento con pelos extendidos, estípulas anchamente ovadas, de 5 a 7 mm de largo por 4 mm de ancho, muy conspicuas; pecíolo de 3 a 8 cm de largo, pubescente, con los pelos extendidos; folíolos anchamente ovados, de 2 a 4 cm de largo por 1.5 a 3.5 cm de ancho; ápice obtuso, borde entero, base anchamente

redondeada, haz y envés pilosos cáliz campanulado, de 3 mm de largo por 2 mm de ancho, por lo general glabro; corola de color morado, de 6 mm de largo; legumbre frecuentemente comprimida, falcada, de 2-3 cm de largo por 4 mm de ancho, un poco más ancha hacia el ápice que es agudo o acuminado, la base un poco angostada.

En Nuevo León se localiza en los municipios de Villa de Santiago, Iturbide, Linares y Aramberri. Creciendo en bosque claro de Encino, Pino, Cedro, Nogal, Mezquite, y Huizache. (Figura 6).

Phaseolus atropurpureus D.C. Frijol púrpura

Planta Perenne, siempre conspicuamente pubescente, hojas usualmente ovaladas o rómbico-ovaladas o algunas veces lanceo-ovaladas, siempre con un amplio lóbulo en uno o ambos lados en la mitad baja, 2-5 cm de long con pubescencia grisáceas al final de la parte baja; pedúnculos (8-) 15-20 mm de long; los internudos hasta la parte de atrás de antesis; cáliz 5-8 mm de long más de 5 lóbulos iguales, los lóbulos mucho más cortos que el tubo; corola distal de color rojo-púrpura obscuro, marrón o rojo escarlata; alas en la antesis mucho más elongadas vainas lineares, rectas, 4-8 cm de long, menos de 5 mm de anchura.

En Nuevo León se localiza en el municipio de Linares (Rancho Los Angeles) a una altura de 360 m, asociada a Matorral de Acacia farnesiana y Caesalpineia americana y en el municipio de Lampazos de Naranjo (Ladera Oeste del Cerro Colorado) a 530

Phaseolus neglectus Herman.

Planta herbácea, perenne; tallo trepador de hasta 2 m de longitud, ligeramente hirsutos. Estípulas pequeñas, ovadas, infrapeciolares. Foliolos 3, delgados, de ápice acuminado y base obtusa, de hasta 10 cm de longitud y 8.0-8.5 cm de ancho, de forma cordiforme. Inflorescencia en racimos, corola blanca. Fruto ligeramente falcado, de 4.5 cm de longitud y 0.8 mm de ancho, 4-5 semillas por vaina. Semillas de color rojizo, obscuro, de forma cuadrangular, de 0.5 cm de largo por 0.5 cm de ancho.

En Nuevo León se localiza en los municipios Villa de Santiago a 1380 m, Gral. Zaragoza a 2060 m, Galeana 1650 m y en Monterrey a 1040 m de altitud. Creciendo en Bosque semidenso de Quercus, Tilia y Ugnadia; carpeta de Ipomea, Desmodium, Solanum, Comelia; en suelo orgánico, pedregoso derivado de calcáreos (Figura 11).

Phaseolus metcalfei Woot & Standl.

Perenne de raíces profundas en bosques, siempre una vaina exhuberante, hojillas ampliamente ovaladas a ovuladas o la mayoría de las veces orbicular, tan largo como ancho, raramente lobulado, en la base redondeada o angosta; con ápice apiculado muy corto, 3-5 (-8) cm de long, estípulas ovaladas de 4-8 mm de long. pedúnculos 1-2 dm. de long; racimos de axis 4-15 cm de long, flores no amontonadas, 12-15 mm de long en la antesis; cáliz pubescente corto, cerca de 5 mm de long, 5 lóbulos

subiguales, los lóbulos mucho más cortos que el tubo; corola púrpura-palo; vainas de 35-80 mm de long, más de 5 mm de ancho. De 4,000-7,300 pies de altura. Julio-Septiembre.

En Nuevo León se localiza en el municipio de Linares a 850 m de altura. Creciendo principalmente asociado a matorral submontano (Figura 12).

Phaseolus xantotrichus Piper var zimapanensis A. Delgado.

Hierbas perennes de 1-3 m de longitud, pubescencia densamente escabrosa con pelos recto o encorvados; tallo delgado; estípulas 3-4.5 mm de long y 2-3 mm de ancho; peciolo 1.6-6 cm de longitud; raquis 0.3-2.6 cm de longitud; hojuelas 3, las terminales 2.7-6.5 cm de long. y 1.8-4 cm de ancho, las laterales 2.2-5 cm de long y 1.6-4.2 cm de ancho, ovada a anchamente ovado, ápice acuminado, base atenuada o subtruncada, delgadas y membranosas; inflorescencia enseudoracimos de 5.5-31 cm long con 6-4 nudos; corola blanco-lila; pedúnculos 2-14 cm de long; frutos 3.5-5.2 cm y 4-6 mm ancho, linear-falcada, comprimida; semillas 8-10 por fruto, oblongas de 3.5-4 mm long y 3.4-4 mm ancho, amarillo-café.

En Nuevo León se localiza en; Aramberri a 1780 m, en Gral. Zaragoza a 2080 m y en Dr. Arroyo a 1910 m de altitud. En Bosque claro de Pino Piñon con Nopal, Lechuguilla y Mimosoideae, suelo orgánico pedregoso, con drenaje normal (Figura 13).



Figura 6. Phaseolus anisotrichus Schlecht

Figura 7. Phaseolus atropurpureus D.C.

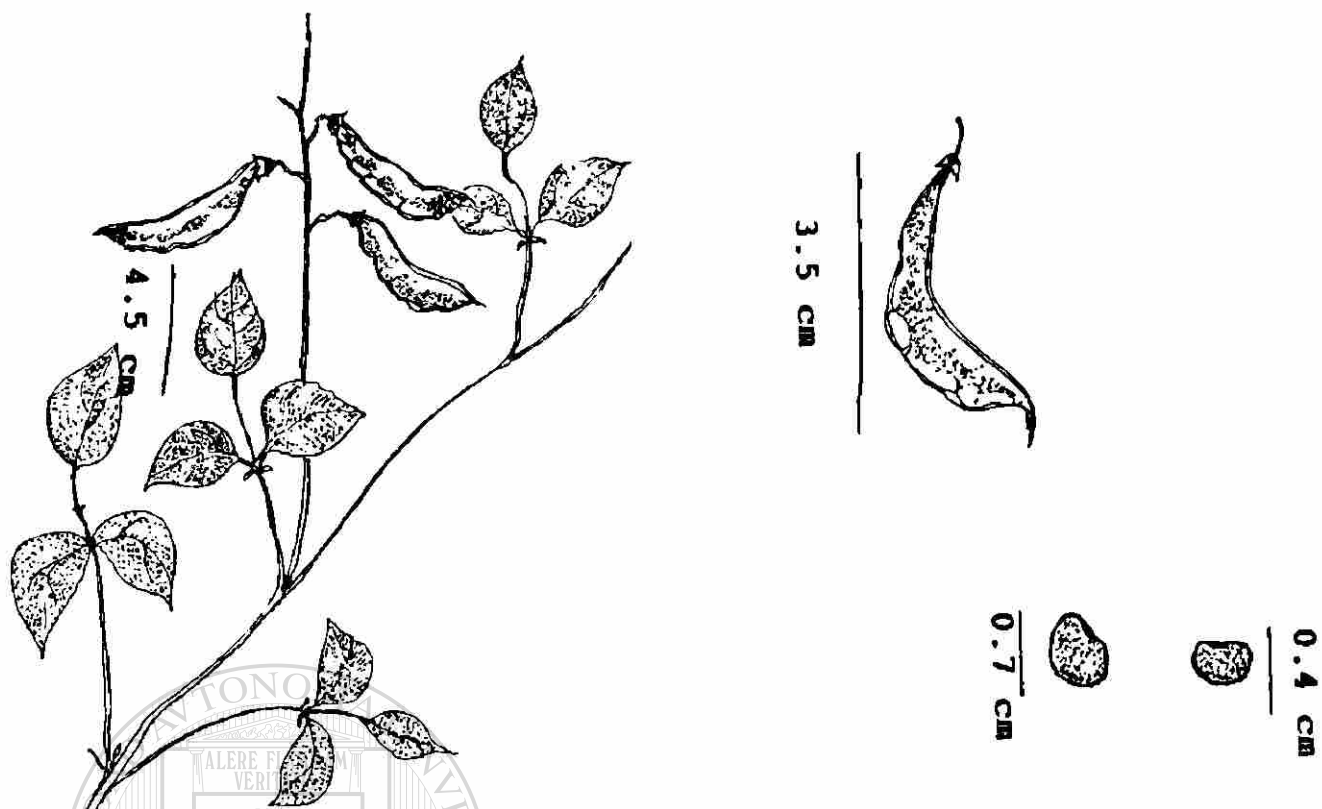


Figura 8. Phaseolus glaucocarpus Norvel

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 SERVICIO GENERAL DE BIBLIOTECAS

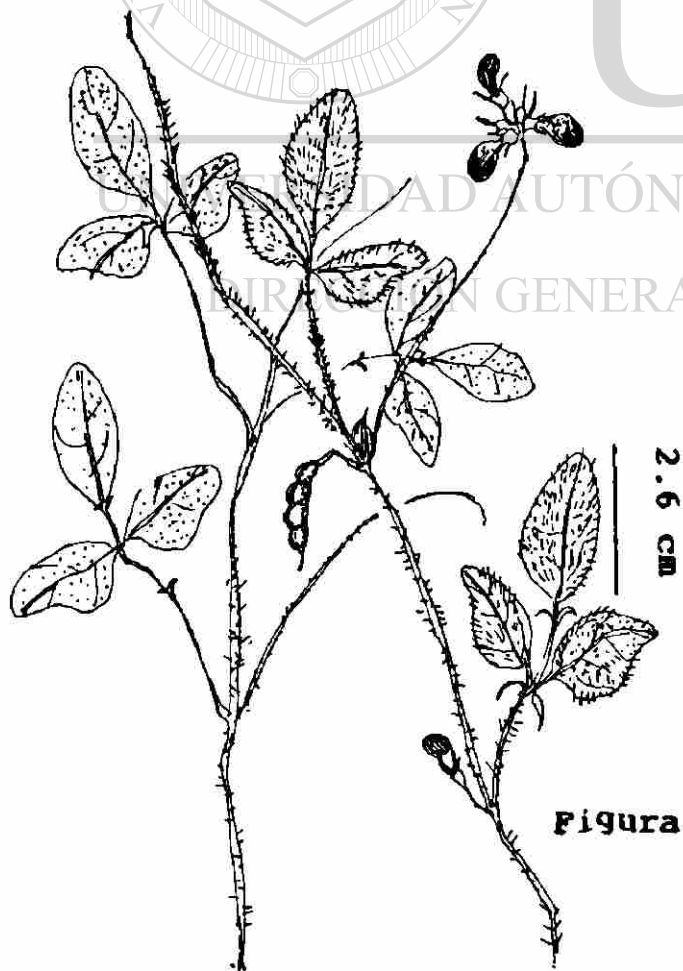


Figura 9. Phaseolus heterophyllus Willd

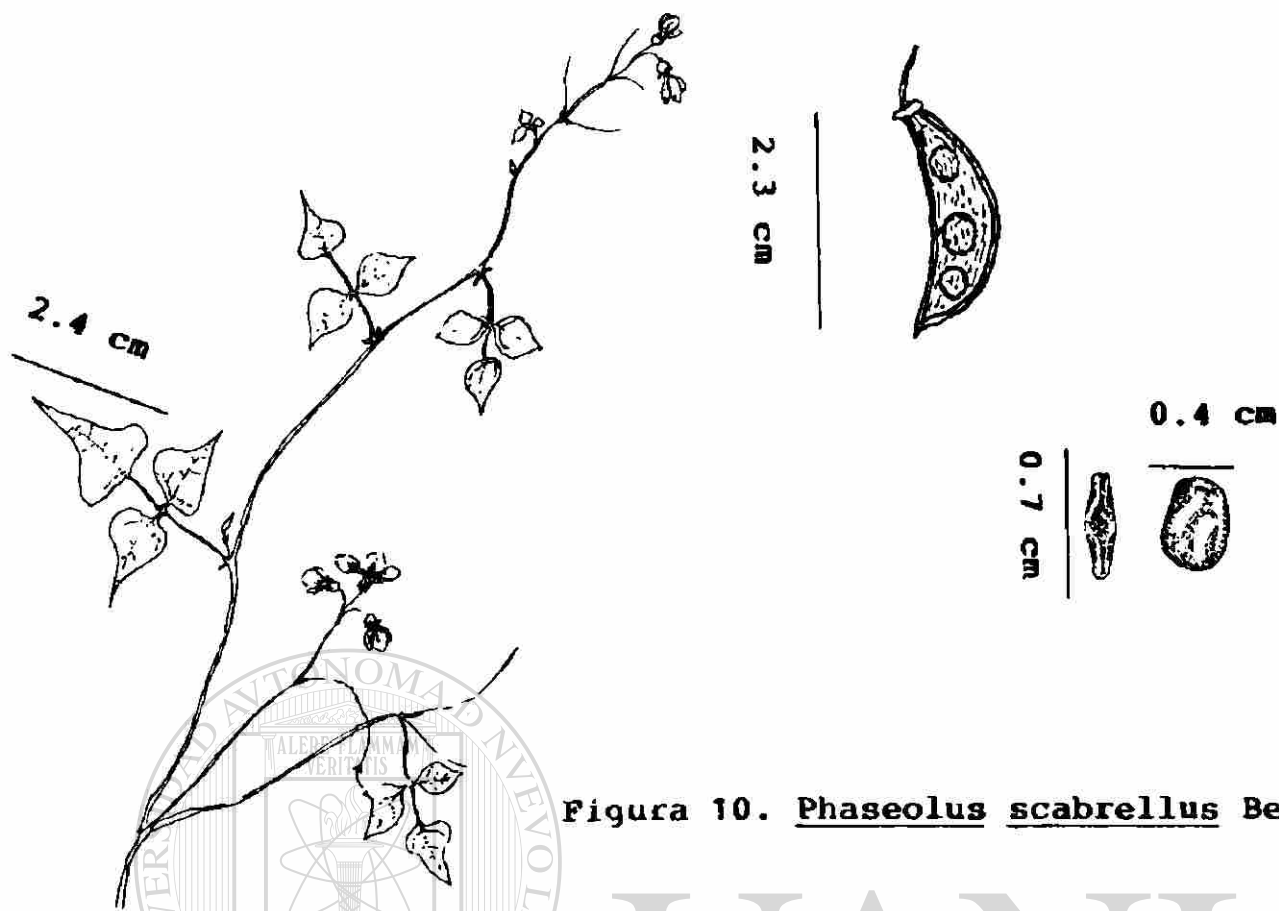


Figura 10. Phaseolus scabrellus Bentham

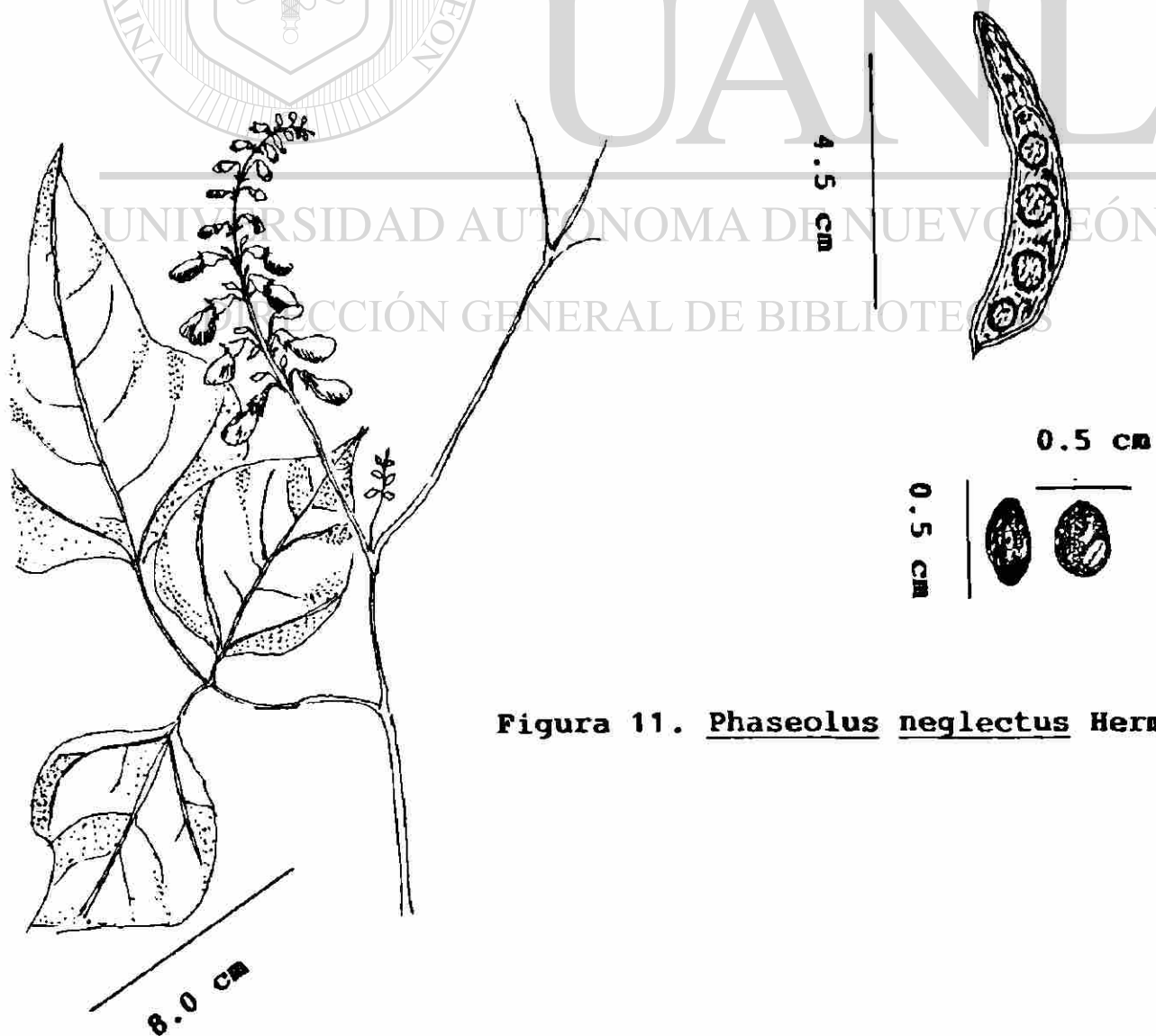


Figura 11. Phaseolus neglectus Hermann

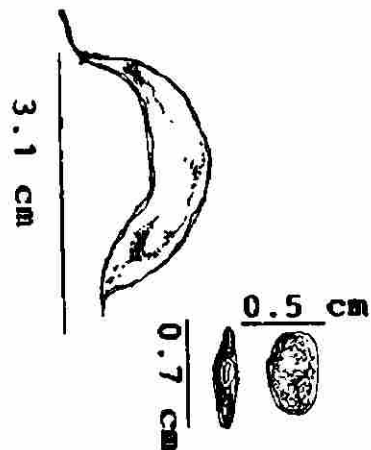
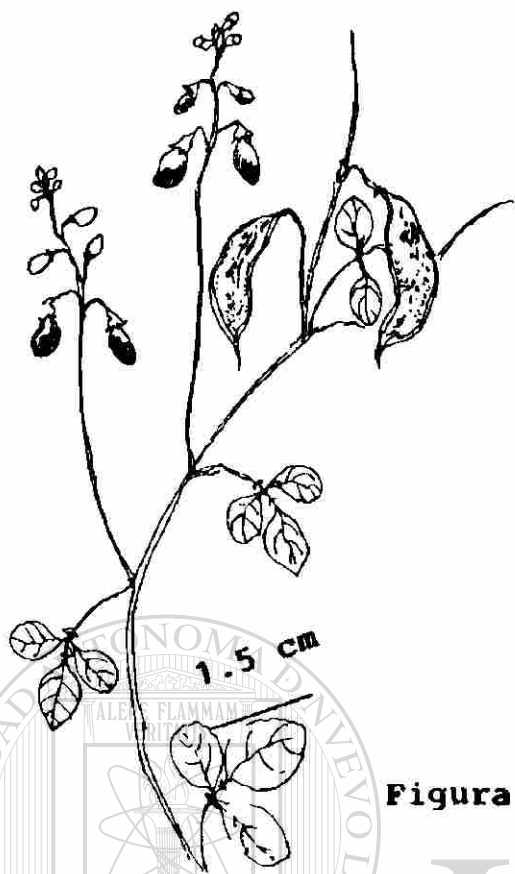


Figura 12. Phaseolus metcalfei Woot & Standl

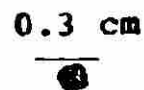
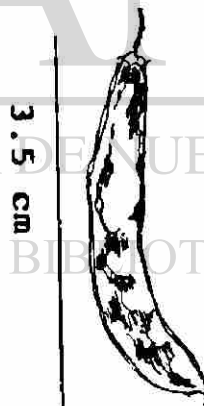
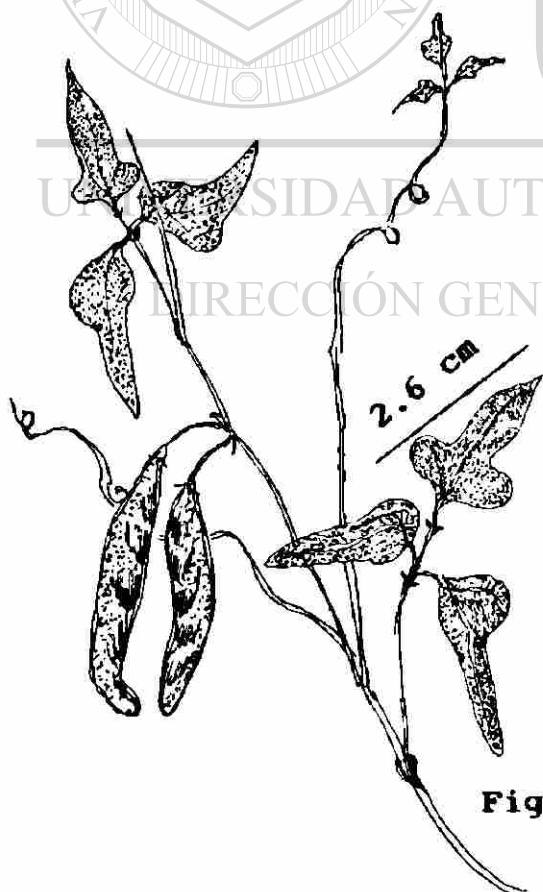


Figura 13. Phaseolus xantotrichus Delgado. S.

Anatomía

Estudio ultraestructural de la epidermis foliar:

PHASEOLUS L.

La superficie adaxial y abaxial de la lámina de las especies silvestres y cultivadas de frijol se divide en numerosas areolas, irregulares o poligonales formado por venas menores. Las células epidérmicas son de forma irregular y pared ondulada que se encuentra cubierta de una cutícula gruesa estriada variando entre especies. Se presentan diferentes tipos de tricomas, su tamaño e intensidad varía entre las especies, abaxialmente. Generalmente se presentan dos tipos de tricoma, el primer tipo es agudo, ganchudo y base ensanchada. El otro tipo es multicelular, de extremo distal ensanchado y glandular. Los estomas se encuentran en la superficie y son de tipo parasítico, con un par de células subsidiarias paralelas al ostiolo, algunas veces se encuentran cubiertas por una cutícula muy estriada.

Phaseolus anisotrichus Schlecht.

La superficie abaxial de la hoja es más lisa en comparación con otras especies, con una capa fina de cera epicuticular delgada. Las células epidérmicas son irregulares. Los estomas son visibles sumergidos. Tricomas glandulares unicelulares y bicelulares de forma cilíndrica con ápices agudos. Se presentan diferentes tipos de tricomas, distribuidos principalmente a lo largo de la nervadura central,

los que se presentan en las nervaduras secundarias son alargados con una célula basal y de ápice curvado.

La morfología de los tricomas en el envés es muy similar a la que se observa en el haz. Se distinguen fácilmente los estomas (Figuras 14 a,b,c).

Phaseolus atropurpureus D.C.

Superficie de la hoja lisa con una capa fina de cera epicuticular, dando brillantez. Se presenta gran número de estomas con ostíolos elongados. Abundante cantidad de tricomas bicelulares, alargados, puntiagudos y entrelazados, con la célula basal muy alargada. distribuidos en la nervadura central (Figura 14 d).

Phaseolus glaucocarpus Norvel.

Superficie lisa e irregular, con cristales de cera epicuticular agrupados espaciadamente. Se presentan abundantes tricomas de tamaño mediano erectos y ápice puntiagudo distribuidos en la lámina. El mismo tipo de tricomas unicelulares, sin célula basal se presentan en forma abundante y formando un ángulo con respecto a la nervadura central. No se distinguen los estomas.

En el envés tricomas abundantes alargados y curvados, superficie de la lámina es más lisa (Figura 15 a,b,c,d).

Phaseolus heterophyllus Willd.

Superficie irregular con cera distribuida irregularmente, abundantes estomas con ostíolos pequeños muy abiertos. Tricomas unicelulares de tamaño mediano, con una célula basal, ápice del tricoma curvado, distribuidos regularmente sobre la nervadura central (Figura 16 a,b).

Phaseolus metcalfei Woot. & Standl.

Superficie irregular, tricomas de tamaño mediano, recurvados en el ápice, engrosados hacia la base, se presentan en poca cantidad sobre la nervadura central (Figura 17 a).

Phaseolus neglectus Hermann.

Superficie irregular con cera epicuticular lisa y filamentosa dando una apariencia de irregularidad a la superficie. Tricomas pequeños erectos con presencia de célula basal, se presentan en poca cantidad (Figura 17 b).

Phaseolus scabrellus Benth.

Superficie irregular, cera lisa y en forma de diminutos filamentos presente sobre la lámina. Tricomas alargados de tamaño pequeño, se presentan sobre la nervadura central en menor cantidad. Abundantes estomas de tamaño pequeño con ostíolo abierto (Figura 17 c).

Phaseolus xantotrichus Delgado S.

Superficie de las células epidérmicas cubierta por cera lisa, dando una brillantez. Se presentan tricomas bicelulares muy alargados, recurvados, en mayor cantidad en la nervadura central, estomas en menor cantidad con ostiolo no claramente abierto. Células subsidiarias no definidas (Figura 17 d).

Phaseolus sp.

Superficie de las células epidérmicas es irregular con gran cantidad de cera epicuticular. Los tricomas no se presentan en la cara adaxial de la hoja pero si presenta tricomas unicelulares alargados con una inclinación de aproximadamente 45° con respecto a la nervadura. No se distinguen los estomas debido principalmente a que están completamente cubiertos por cera epicuticular.

La morfología de los estomas es similar tanto en el haz como en el envés, distribuyéndose uniformemente en la lámina.® Los estomas son abundantes distinguiéndose claramente. La superficie es lisa (Figura 18 a,b).

Phaseolus vulgaris (Semicultivado)

En el haz los tricomas son abundantes, muy alargados curvados, cubriendo casi totalmente la superficie de la lámina, con cera epicuticular abundante.

Superficie del envés lisa con presencia de cera epicuticular amorfa. Los cristales de cera epicuticular no se

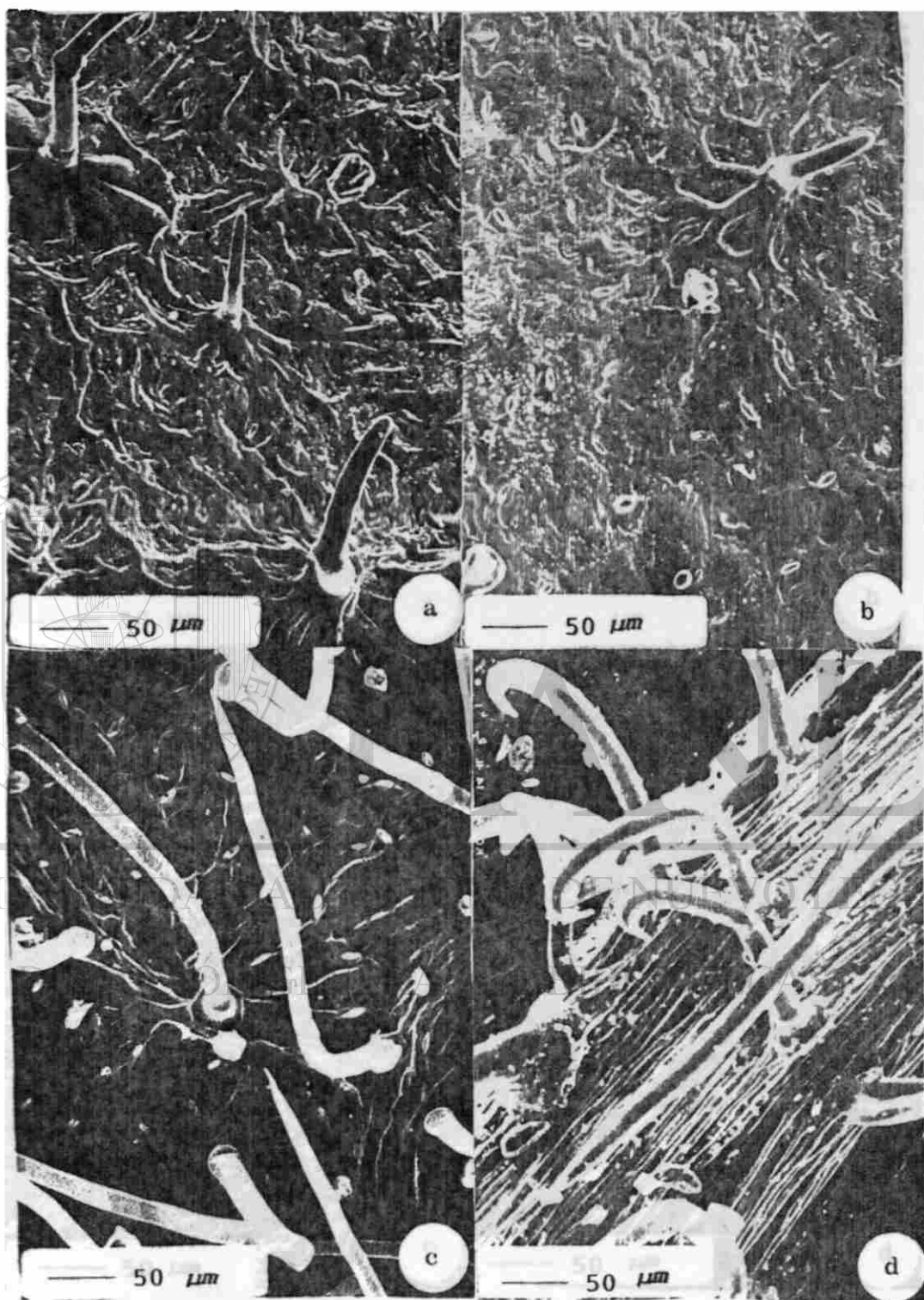


Figura 14. Fotomicrografía electrónica de barrido, superficie de la hoja, a y b) haz y envés de *Phaseolus anisotrichus*, mostrando tricoma característico en la lámina de la hoja; c) Tricomas largos y ganchudos, característicos de la nervadura principal en *P. anisotrichus*, d) tricomas largos, característicos del punto de ramificación de las venas *Phaseolus atropurpureus*. 200 X.

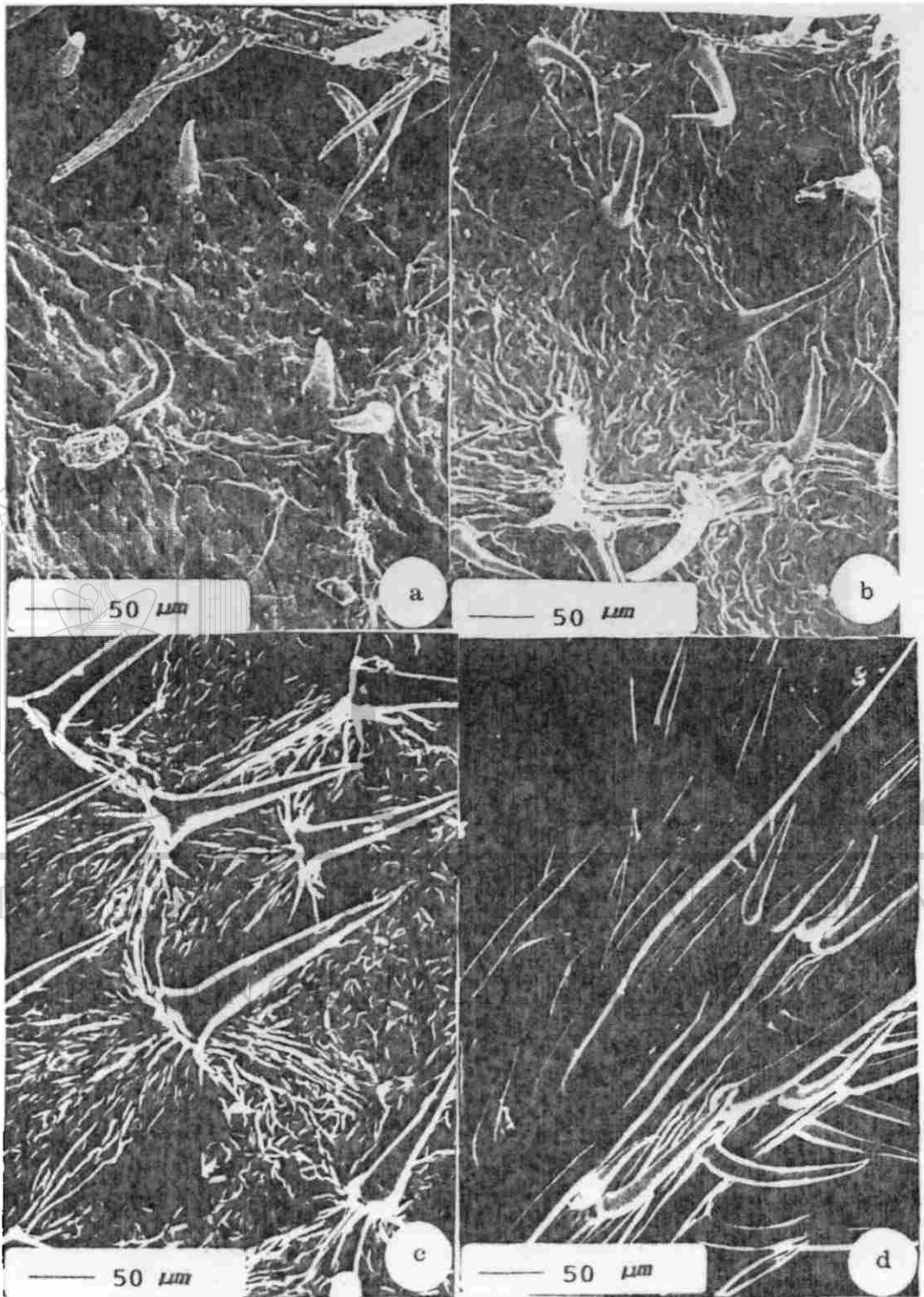


Figura 15. Fotomicrografía electrónica de barrido, superficie de la hoja mostrando la variabilidad en el número, tamaño y posición de tricomas en Phaseolus glaucocarpus. a y b) haz y envés, c) punto de ramificación de las venas y d) nervadura principal. 200 X.

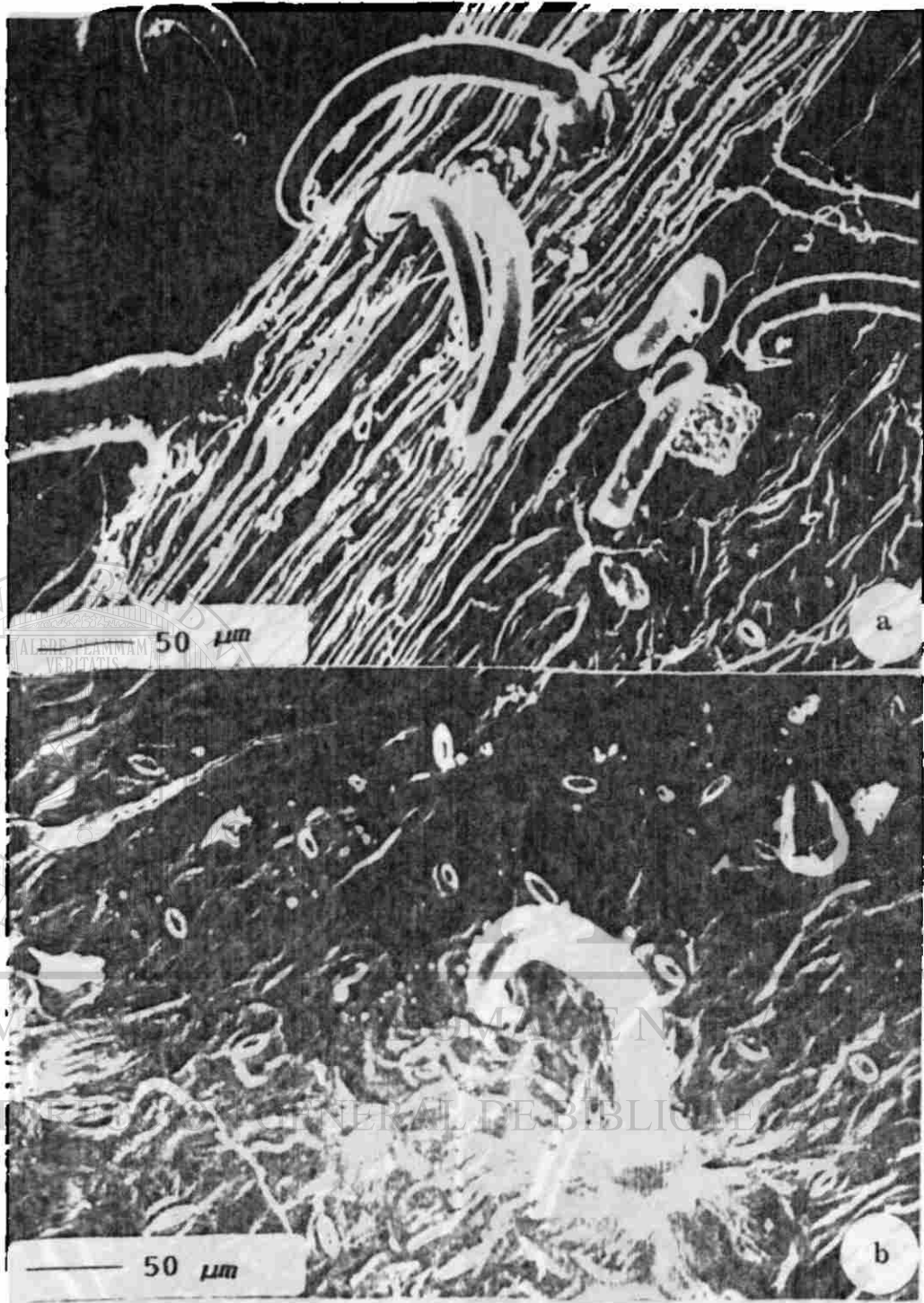


Figura 16. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando tricomas largos y ganchudos que se localizan en: a) la vena principal, y b) en el punto de ramificación de las venas y lámina de la hoja. En *Phaseolus heterophyllus*. 200 X.

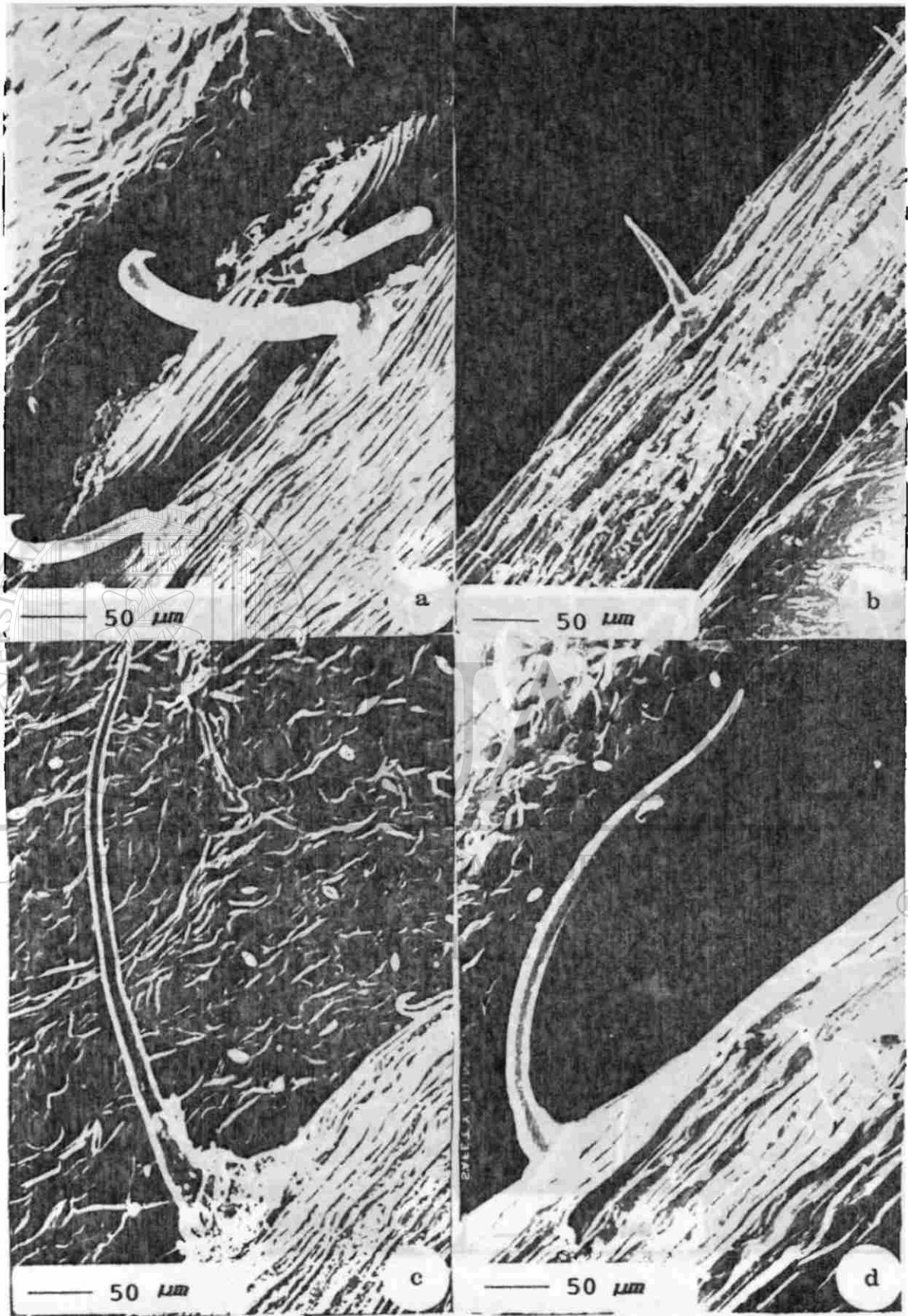


Figura 17. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando la variabilidad en el tamaño de los tricomas que se distribuyen en la nervadura principal. a) Phaseolus metcalfei, b) Phaseolus neglectus, c) Phaseolus scabrellus y d) Phaseolus xantotrichus. 200 X.

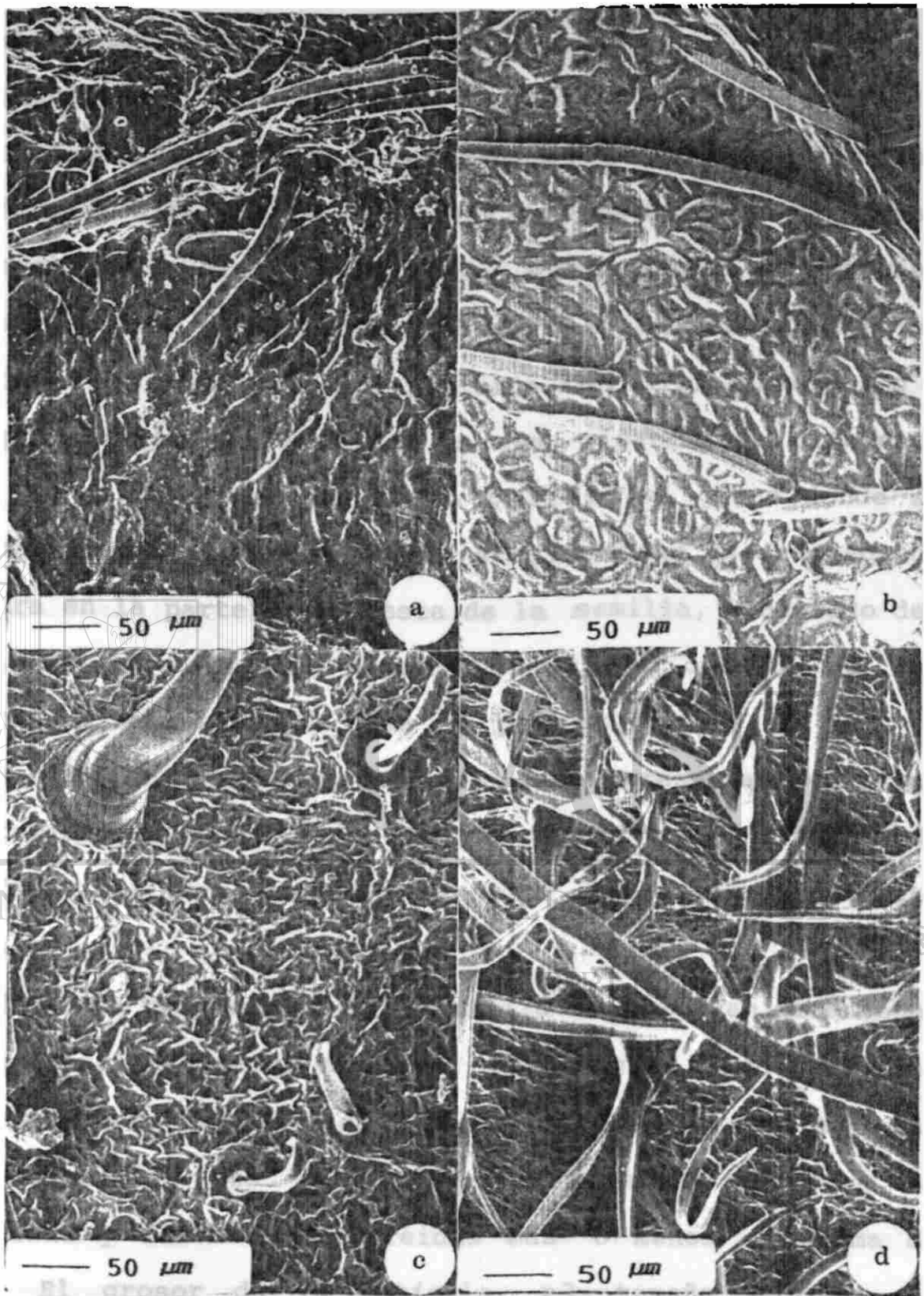


Figura 18. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando disposición de tricomas y células epidérmicas a y b) Haz y envés de *Phaseolus* sp. y c y d) Haz y envés de *Phaseolus vulgaris* (semicultivado). 200 X.

Morfología y estructura de la semilla:

PHASEOLUS L.

La semilla de frijol pertenece a la clase de las leguminosas, diferenciándose de las de los cereales por poder separarse fácilmente. Al analizarse externamente se aprecian características y estructuras propias de cada especie, destacando la forma, tamaño, posición del hilio, micrópilo y rafe principalmente; el hilio es una cicatriz de diferente forma en la mitad de una orilla o filo del grano donde se conecta el pedúnculo a la vaina; el micrópilo es una pequeña abertura en la parte de la testa de la semilla, a un lado del hilio. El rafe es una pequeña costilla, opuesto al del micrópilo y representa la base del pedúnculo.

Hacia la parte más externa se presentan diversas características siendo las más sobresalientes; el tipo de superficie, la consistencia y el color de la testa (cubierta seminal).

En corte transversal de la semilla se observan diferentes tejidos, hacia la parte exterior se presenta la cutícula, la testa que esta constituida por dos tipos de células; las macroesclereidas que son células elongadas en forma de empalizada y las microesclereidas más o menos en forma de hueso. El grosor de la cutícula, el tamaño y forma de macroesclereidas y microesclereidas, así como la compactación y disposición varía entre las especies.

Por debajo de las microesclereidas, formando la parte

interna de la testa se presenta el perispermo, el cual esta constituido por células elongadas y comprimidas. No se distingue el endospermo en ninguna de las especies estudiadas.

En los cotiledones se presentan gránulos de almidón que se distinguen fácilmente, asociados con gránulos de proteína en algunas especies.

Las características para cada una de las especies se presentan a continuación:

Phaseolus anisotrichus Schl.

Semillas pequeñas reniformes, aplanadas, de 0.4 cm de largo, 0.3 cm de ancho. El hilio es notable formando una concavidad en forma de media luna, de color claro. El rafe se presenta como una pequeña elevación, de color café brillante. Cotiledones ovalados, pequeños y delgados, color crema claro.

Superficie reticulada, coriácea, de color gris claro con manchas de color obscuro (Figura 19 a).

En corte transversal se presenta una capa de esclereidas de 70 μm de grosor. Las macroesclereidas son de forma cilíndrica, angostas en la base y engrosadas gradualmente en la parte superior, se distribuyen en forma irregular y se presentan muy espaciadas entre sí. Las microesclereidas son de forma rectangular elongada horizontalmente, constituyen una capa de dos células. Se presenta gran número de gránulos de almidón de 18.4 μm de diámetro distinguiéndose además gránulos amorfos de proteína en menor cantidad (Figuras 20 a y 22 a).

Phaseolus glaucocarpus Norvel

Semilla de forma variable de reniforme a irregular, aplanadas ventralmente, de 0.6 cm de largo, 0.5 cm de ancho. Hilio de color crema claro en forma de media luna. Rafe y micrópilo de color café claro brillante. El rafe formado por 2 lóbulos elevados de color café claro. Cotiledones carnosos de color crema.

Superficie reticulada con ondulaciones pequeñas dando una estratificación, coriácea, de color variable de crema a rojizo brillante, con manchas oscuras (Figura 19 b).

Cutícula de 76.5 μm de grosor. Las macroesclereidas, elongadas y delgadas se distribuyen uniformemente en forma espaciada. Microesclereidas, elongadas horizontalmente, constituyen una capa de dos células. Gránulos de almidón de 22.7 μm de diámetro, se distribuyen uniformemente en gran cantidad, presentándose en diferentes tamaños. Los gránulos amorfos de proteína se distribuyen alrededor de los gránulos de almidón (Figuras 20 c y 22 c).

Phaseolus sp

Semillas pequeñas reniformes, de 0.39 cm de largo, 0.30 cm de ancho y 0.20 cm de grosor; área del hilio completamente oscura, y micrópilo diminuto e imperceptible a la vista. Cotiledones carnosos, reniformes de color crema.

Superficie reticulada, coriácea, de color crema a café claro, con manchas de color oscuro (Figura 19 c).

En corte transversal se observa que la cutícula es delgada y la testa está constituida por dos tipos de células: macroesclereidas y microesclereidas, formando la capa externa e interna de la testa, de aproximadamente 95 μm de grosor, Las macroesclereidas son células elongadas, angostas en la parte superior, engrosándose gradualmente hacia la base, se presenta en forma semejante al parénquima de empalizada en corte transversal de la hoja de las dicotiledóneas. Las microesclereidas, forman una capa de una a dos células de forma cuadrangular, distribuyéndose uniformemente. Las células cotiledonarias son irregulares, presentando gránulos de almidón de 2.9 μm , de diámetro, que se distribuyen en forma agregada. Los gránulos de proteína son amorfos y se distribuyen en el interior de las células (Figuras 20 b y 22 b).

Phaseolus vulgaris (semicultivada)

Semilla grande, arriñonada, de 2.04 cm de largo, 1.25 cm de ancho. Hilio de color claro en forma de media luna. Rafe formado por 2 lóbulos elevados de color café claro brillante. Micrópilo redondeado. Cotiledones grandes, carnosos de color crema.

Superficie reticulada, con apariencia lobular, de color variable de café claro con manchas oscuras a café oscuro (Figura 19 d).

Cutícula de 90 μm de grosor. Las Macroesclereidas, delgadas y elongadas de forma cilíndrica. Se observa gran

cantidad de gránulos de almidón de 21.2 μm de diámetro, distribuidos uniformemente. Los gránulos de proteína son amorfos y se distribuyen alrededor de los gránulos de almidón (Figuras 21 a y 23 a).

Phaseolus vulgaris (Cultivada).

Semillas reniformes, de 1.35 cm de largo, 0.70 cm de ancho, y 0.60 cm de grosor.

Superficie de la cutícula completamente lisa, de color variable de crema a negro, en algunas ocasiones con pigmentaciones (Figura 19 e).

Cutícula de 65.0 μm de grosor. Las macroesclereidas elongadas, anchas en el ápice y agudas en la base, se distribuyen en forma espaciada. Las microesclereidas son de forma cuadrangular, se distribuyen en una sola capa de células y se encuentran compactas entre sí. Gran cantidad de gránulos de almidón de 25.8 μm de diámetro. Los gránulos de proteína se presentan bien organizados alrededor de los gránulos de almidón (Figuras 21 b y 23 b).

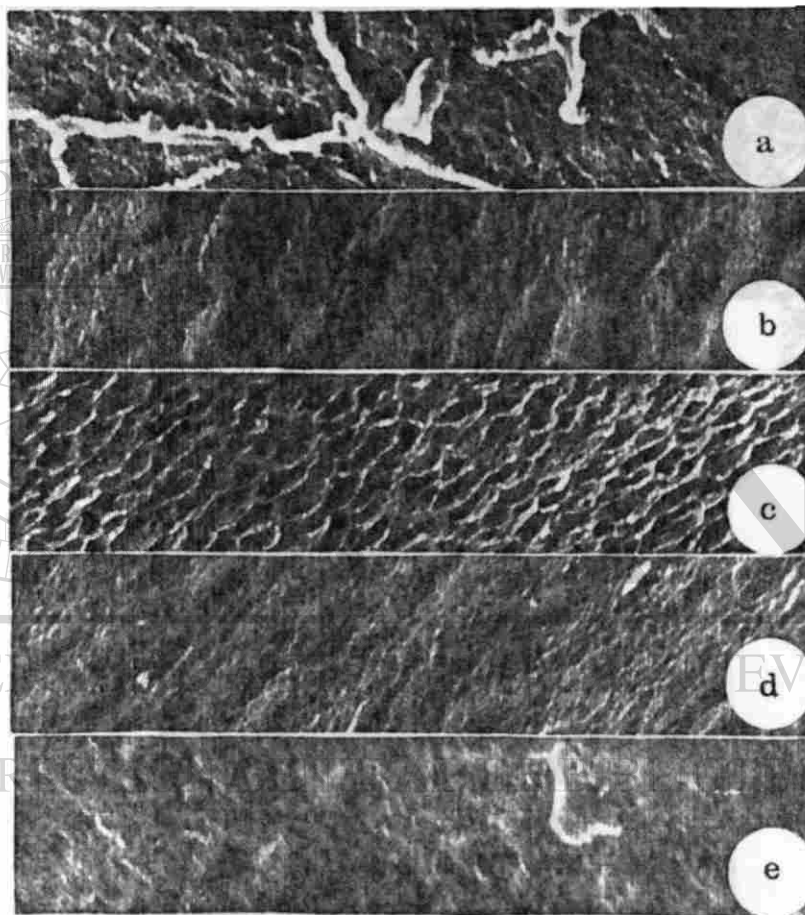


Figura 19. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando la variabilidad en la superficie de la cutícula en semillas de a) Phaseolus anisotrichus, b) Phaseolus glaucocarpus, c) Phaseolus sp., d) Phaseolus vulgaris (semicultivado) y e) Phaseolus vulgaris (cultivado). 1000 X.

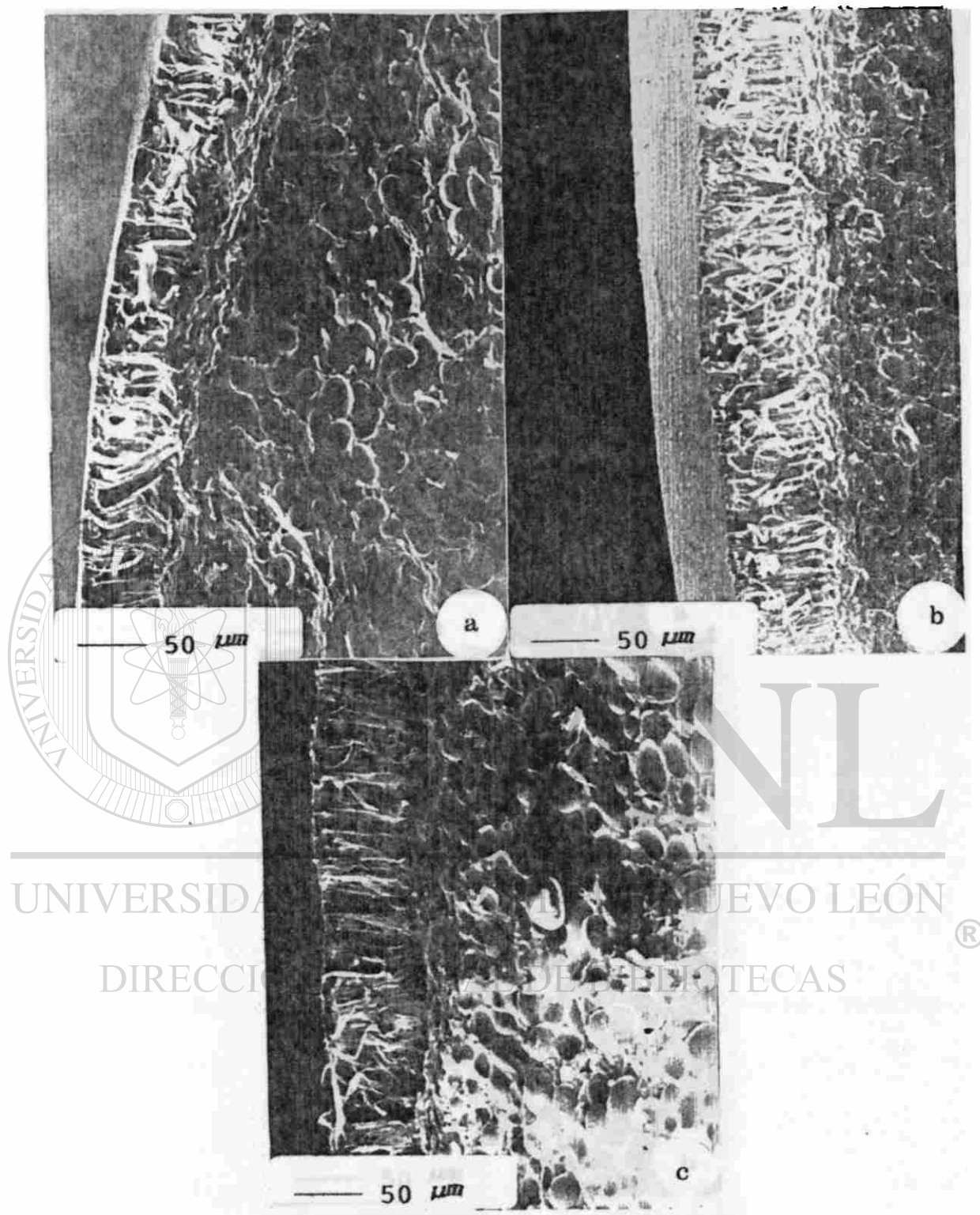


Figura 20. Fotomicrografía electrónica de barrido, corte transversal de la semilla, mostrando variabilidad en el grosor de la cutícula y testa, tamaño y orientación de macroscleireidas y microscleireidas y gránulos de almidón en: a) Phaseolus anisotrichus, b) Phaseolus sp. y c) Phaseolus glaucocarpus. 200 X.



UNIVERSIDAD

DIRECCIÓN

NL

BAJO LEÓN

TECAS

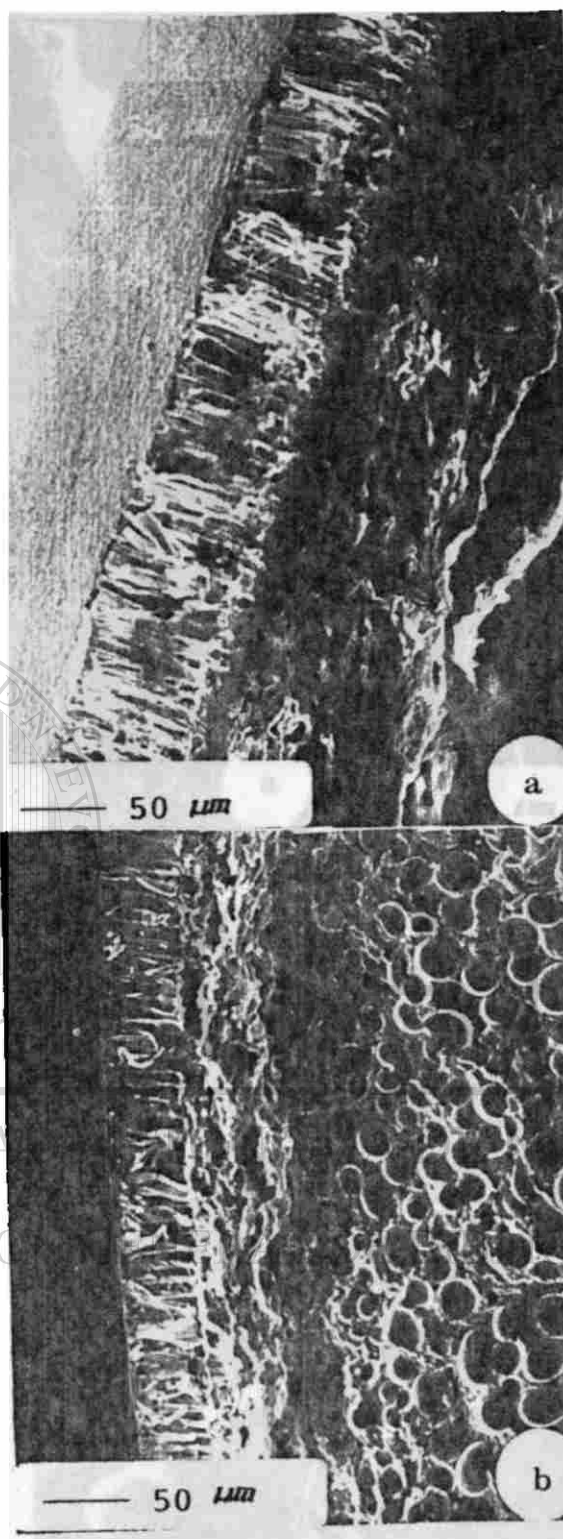


Figura 21. Fotomicrografía electrónica de barrido, corte transversal de la semilla, mostrando variabilidad en el grosor de la cutícula y testa, tamaño y orientación de macroesclereidas y microesclereidas y gránulos de almidón en: a) *Phaseolus vulgaris* (semicultivado) y b) *Phaseolus vulgaris* (cultivado). 200 X.

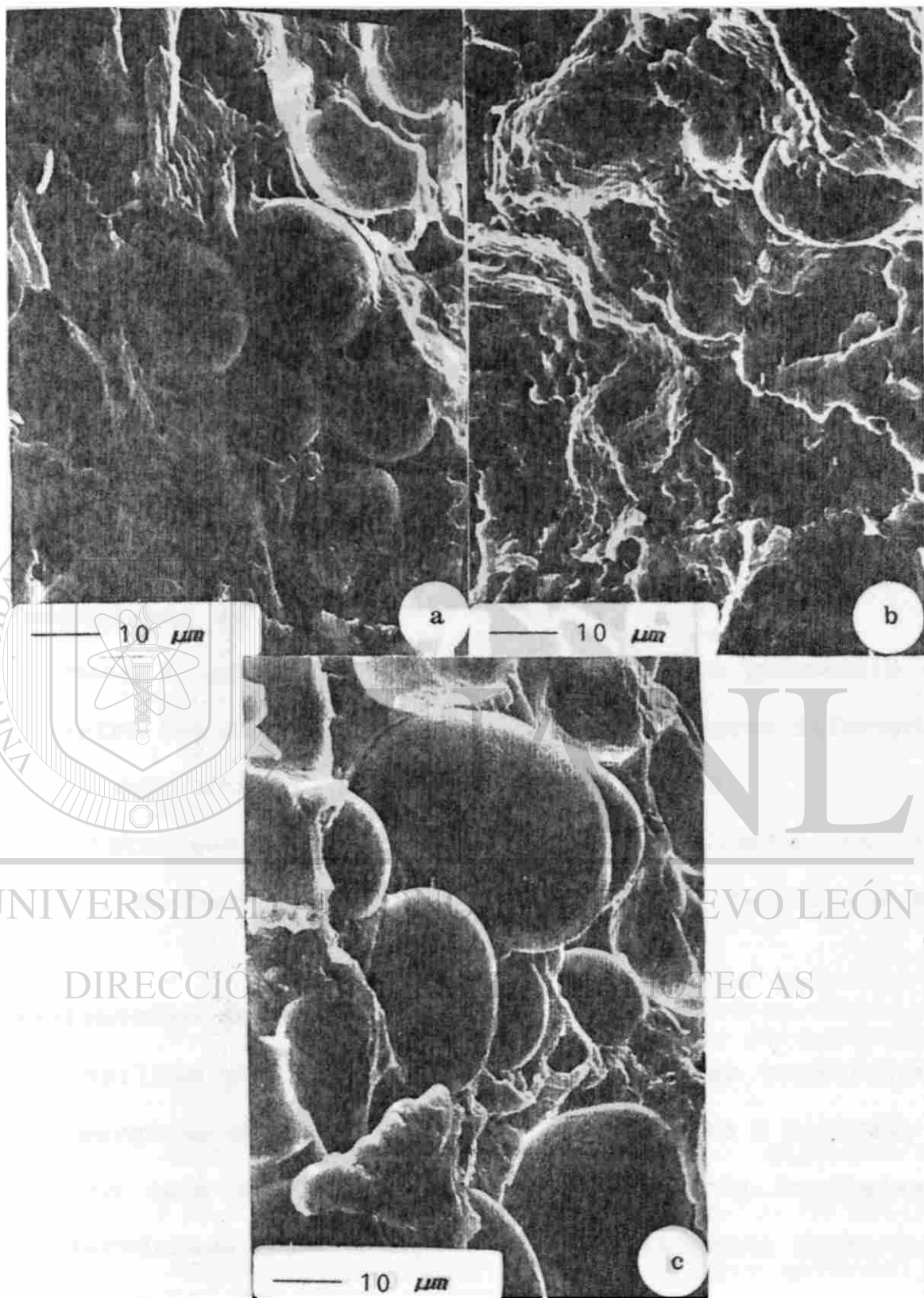
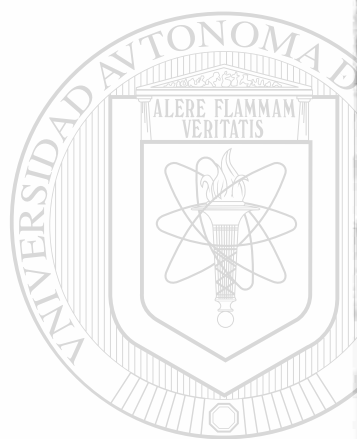


Figura 22. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando variabilidad en disposición, número y tamaño de gránulos de almidón y proteína en células cotiledonarias de: a) *Phaseolus anisotrichus*, b) *Phaseolus* sp. y c) *Phaseolus glaucocarpus*. 1000 X.



UNIVERSIDAD

NL

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN

DE BIOTECNAS

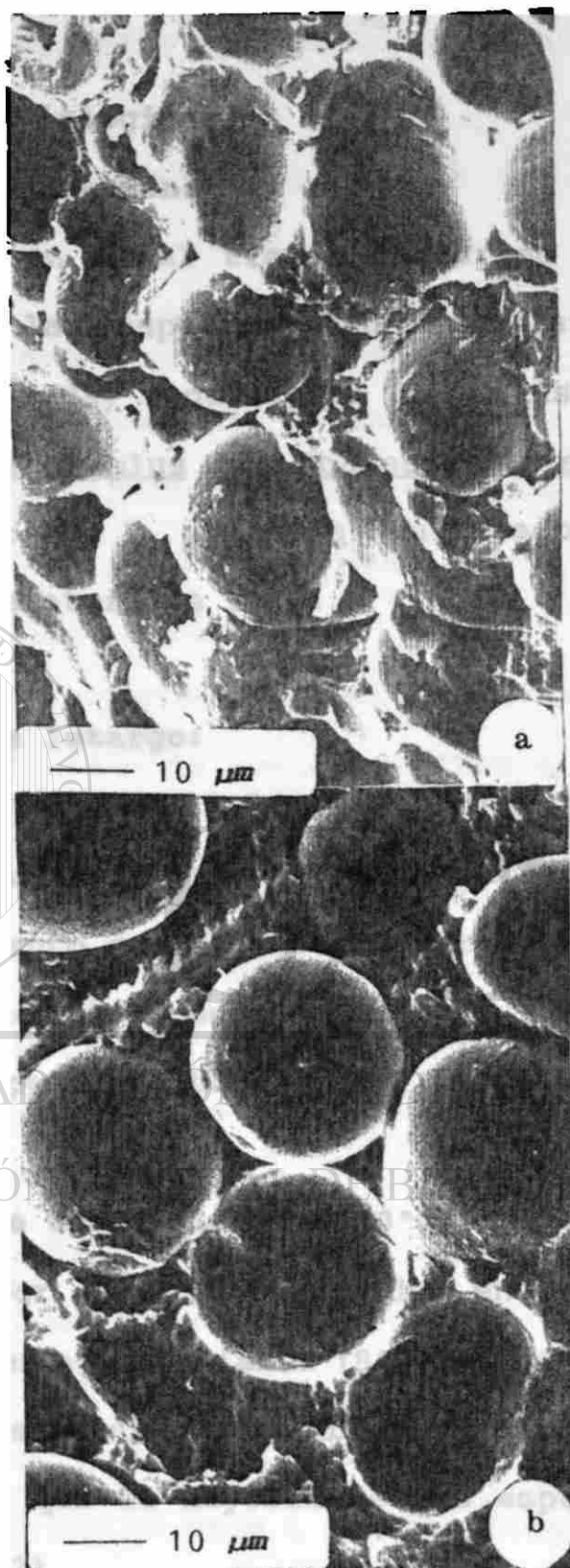


Figura 23. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando variabilidad en posición, número y tamaño de gránulos de almidón y proteína en células cotiledonarias de: a) Phaseolus vulgaris (semicultivado) y b) Phaseolus vulgaris (cultivado). 1000 X.

Fisiología

Aspectos ecofisiológicos

Pruebas de germinación:

Existe variación en el tiempo requerido para lograr la germinación entre las especies. Las semillas de Phaseolus vulgaris (semicultivada) requirieron de 5 días (120 hrs) para germinar, y las de Phaseolus sp y Phaseolus anisotrichus 7 días (168 hrs), en tanto que P. vulgaris (cultivado) germinó a las 48 hrs, a una temperatura de 30°C.

Rompimiento de letargo:

En base a estos resultados se supone la presencia de letargo entre las especies, por lo cual se aplicaron diferentes pruebas de rompimiento de letargo encontrándose que los tratamientos de inmersión en agua caliente (80°C) y condiciones de temperatura baja (5°C), resultaron ser los más efectivos.

Tratamiento de agua caliente (80°C):

15 semillas por especie repartidas en tres repeticiones fueron sumergidas en agua caliente (80°C) durante 7 minutos, se lavaron con agua a temperatura normal y fueron incubadas a 30°C. Observándose que la mayoría de las especies germinan a las 96 hrs (Tabla 2).

Tratamiento a baja temperatura (5°C):

15 semillas por especies fueron sometidas a baja temperatura (5°C) durante 24 hrs., transcurrido este tiempo se

sumergen en agua caliente durante 7 minutos, se lavan y se incuban a una temperatura de 30°C. Se observó que al transcurrir 6 días (144 hr) al menos una de las semillas de todas las especies había germinado (Tabla 2).

Crecimiento y desarrollo de la planta:

Análisis fisicoquímico del suelo.

De acuerdo a las características requeridas por las claves de unidades del suelo (DETENAL Carta F14 B14) del área se determinó como Vertisol pélico.

Los rangos de pH determinados en el análisis de suelo los ubica en la clasificación de suelos neutros a salinos.

Las determinaciones de textura y estructura del suelo utilizado para estudiar el crecimiento y desarrollo de la planta, resultaron ser de acuerdo a la clasificación agronómica de Tamahane (1983) por su grado de constituyentes en suelo tipo arcilloso-arenoso (Ra). Los niveles de materia orgánica resultaron ser mejores en comparación con los porcentajes presentados por Tamahane (1983) aún y cuando su determinación se realizó indirectamente por la relación C:N 3:1.

Las pruebas de capacidad de campo dependientes principalmente de la textura, estructura y contenido de materia orgánica, determinó que en base a la clasificación agronómica, el suelo presenta problemas de drenaje, ya que presenta un 17 % a 22 % de capacidad de campo.

El color predominante es el gris y café, esto indica condiciones de drenaje deficiente.

Los resultados del análisis químico del suelo se muestran en la tabla (3).

Proceso de germinación.

El proceso de germinación y el tiempo requerido para éste, varía entre las diferentes especies, dependiendo principalmente de la especie y la presencia y tipo de letargo. La mayoría de las especies silvestres presentan una testa gruesa e impermeable la cual influye en la velocidad de imbibición.

El proceso inicia con la absorción de agua, lo cual permite una hinchazón de la semilla que provoca la ruptura longitudinal de la testa y la emergencia de la plúmula en la parte media de la semilla, elongándose gradualmente en la parte del hipocótilo y empujando los cotiledones que permanecen cubiertos por la testa y una expansión gradual de las hojas cotiledonarias; durante este proceso cae la testa, la plúmula es de color blanco brillante, más gruesa que la radícula. La radícula es delgada y con un crecimiento lento, originándose diminutos pelos radiculares.

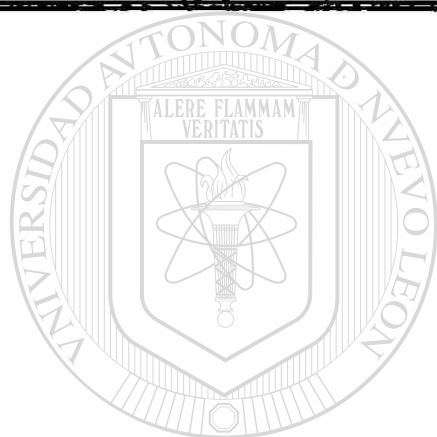
Proceso de emergencia.

Este proceso es muy similar al proceso de germinación; después de la germinación, existe una elongación del hipocótilo, empujando las hojas cotiledonarias que están cubiertas por la testa. Posteriormente hay una rápida elongación del epicótilo y aparecen las hojas secundarias.

Las hojas cotiledonarias varían en forma, tamaño y color entre las especies silvestres; se expanden formando un ángulo

Tabla 3. Análisis químico de suelo, del municipio de Galeana, N.L., utilizado para realizar el estudio del crecimiento y desarrollo de la planta.

MUESTRA	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Ca (%)	Mg (ppm)	Na (%)	K (ppm)
1 (0-20 cm)	0.4	<0.4	1.2	1.76	80.0	0.260	400.0
2 (20-40 cm)	0.5	<0.4	5.2	1.70	91.0	0.200	400.0
3 (0-20 cm)	0.4	<0.4	5.2	1.70	91.0	0.200	400.0



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

de 45° con respecto al epicótilo, en comparación con las especies cultivadas se observa que estas permanecen muy poco tiempo adheridas a la plántula. En las especies P. anisotrichus. P. glaucocarpus y Phaseolus sp las hojas cotiledonarias se presentan en forma redondeada, son gruesas, anchas y de color verde oscuro brillante.

La segunda hoja varía en forma, tamaño, así como en el tiempo de aparición. En la mayoría de las especies es de forma de corazón y en Phaseolus sp es redondeada.

Morfología de la plántula:

Phaseolus anisotrichus Schl.

Inicia la emergencia a los 5 días después de la siembra, a los 50 días de la emergencia alcanza una longitud de 15.5 cm desarrollándose un total de 7 hojas trifoliadas, el folíolo central alcanza una longitud de 1.8-2.7 cm y 1.3-2.9 cm de ancho. La longitud del pecíolo va de 2.3-3.3 cm, el cual es grueso y estipulado. La lámina es simétrica y el margen entero, con ápices poco agudos. Venación reticulada.

Folíolos laterales asimétricos acorazonados, con ápices acuminados, base redondeada. Venación reticulada. Superficie con abundante cantidad de tricomas.

Phaseolus sp.

Inicia la emergencia a los 5 días después de la siembra, a los 50 días después de la emergencia alcanza una longitud de 24.0 cm desarrollándose 3 hojas trifoliadas. El folíolo central alcanza una longitud de 1.0-1.4 cm y 0.4-0.8 cm de ancho. El peciolo es pequeño y grueso, alcanzando una longitud de 0.2-0.4 cm. La lámina es simétrica y de margen entero, con una venación reticulada.

Folíolos laterales simétricos ovalados con ápices redondeados, base acuminada. Venación reticulada.

Phaseolus neglectus Herman

Inicia la emergencia a los 5 días después de la siembra, a los 50 días después de la emergencia alcanza una longitud de 21.9 cm desarrollando 7 hojas trifoliadas. El folíolo central alcanza una longitud de 0.9-3.9 cm y de 0.6-3.1 cm de ancho. El peciolo alcanza longitudes de 0.7-3.8 cm.

Phaseolus vulgaris L.

Inicia la emergencia a los 2 días después de la siembra y 50 días después alcanza una longitud de 41 cm y alcanzan a desarrollarse de 3 a 5 hojas trifoliadas. El folíolo central alcanza longitudes que van de 2.3-8.1 cm y 0.6-4.5 cm de ancho. Presentando en esta fecha gran cantidad de botones florales y en algunos casos iniciaba la fructificación. El número de entrenudos por planta varía de 3 a 6.

Efecto del fotoperiodo sobre la fenología de las especies silvestres y cultivadas

Se observó que el fotoperiodo tiene un efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las especies de frijol, ya que en la especie cultivada, sometida a un fotoperiodo de 14 horas, durante 40 días se observó formación de botones florales, sin llegar a la floración, sin embargo al ser transferidas estas mismas plantas a un fotoperiodo de 16 horas, inmediatamente inició la floración. Contrario a lo que ocurre en plantas mantenidas en un fotoperiodo de 16 horas, que iniciaron la floración a los 35 días.

Bajo ambos fotoperiodos las especies silvestres no inician la formación de botones ni floración, observándose un crecimiento vegetativo lento, sin embargo se observa que en el fotoperiodo de 16 horas hay un crecimiento mayor en comparación con fotoperiodo de 14 horas.

Bajo condiciones ambientales la especie (Phaseolus vulgaris® (semicultivada), inicia la floración a los 51 días, después de la emergencia.

Bioquímica

Análisis de proteína de semilla:

Los análisis realizados para determinar el contenido de proteína en semilla de frijol, nos demuestran que este varía entre las especies, alcanzando valores más altos las silvestres (Phaseolus sp. 27.91% y Phaseolus vulgaris 18.74%) en comparación con la especie cultivada (Phaseolus vulgaris), que alcanza valores de 20.80%.

Determinación de micronutrientes:

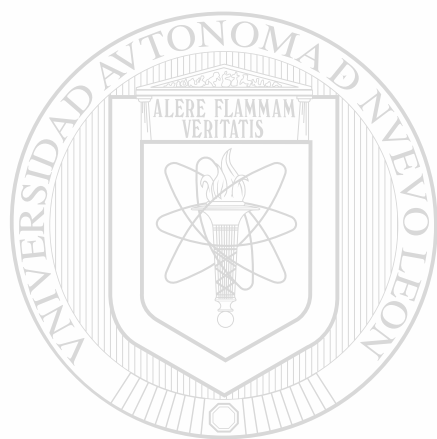
Los resultados nos muestran que existe variación en la capacidad de captación de minerales. Se puede observar que las especies silvestres poseen mayor capacidad en la asimilación de minerales, en comparación con la especie cultivada (Tabla 4).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 4. Contenido de minerales en la semilla de diferentes especies de Phaseolus.

ESPECIE	Zn (mg)	Fe (mg)	Mn (mg)	Cu (mg)	Ca (%)	Mg (mg)
<u>Phaseolus</u> sp.	5.38	3.24	1.025	0.22	360	44.55
<u>Phaseolus vulgaris</u>. (Semicultivada)	2.88	1.61	0.995	0.24	240	39.65
<u>Phaseolus vulgaris</u> (Cultivada)	2.56	3.26	1.02	0.355	185	36.10



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



DISCUSION

En México y a nivel mundial, los investigadores interdisciplinarios, están trabajando para elevar el rendimiento del frijol, que es un cultivo de gran importancia alimenticia y alto valor proteico, pero que las condiciones desfavorables, bióticas y abióticas prevalecientes en las regiones semiáridas reducen grandemente su producción (CIAT, 1987). Por lo cual urge desarrollar investigaciones para buscar nuevas fuentes de especies o variedades con genes de resistencia a diferentes factores de estrés y su incorporación en cultivos (Popa y Dinca, 1985, Yonts et al., 1985, CIAT, 1986). México es uno de los centros de origen del frijol exhibiendo gran diversidad en el sur (Vavilov, 1949 citado por Gentry, 1969) y en Nuevo León (Rodríguez et al., 1987). Es necesario explotar esta fuente de recursos y desarrollar investigación básica y aplicada para su utilización en un futuro en el mejoramiento genético para su resistencia al estrés múltiple.

Distribución y condiciones ecológicas.

Las condiciones ecológicas influyen en la distribución y hábito de crecimiento de las especies silvestres de Phaseolus. La mayoría se encuentran distribuidas a lo largo de la Sierra Madre Oriental en la cual existe una gran diversidad de climas y vegetación (Muller, 1939, citado por Rodríguez, et al., 1987) y se caracteriza por un clima más húmedo en el franco oeste

propiciado principalmente por los vientos húmedos provenientes del Golfo. En esta zona con una altitud de 500-3,600 m, con una temperatura media de 20-25°C y con una precipitación de 700-1,000 mm, las condiciones climáticas para el crecimiento y desarrollo de la planta son más favorables especialmente en las partes altas. El tipo de suelo influye en la distribución de la raíz de las especies ya que se caracteriza por ser principalmente arenoso, con poca profundidad y abundante materia orgánica permitiendo una disponibilidad de humedad en parte de capa superior y la distribución de la raíz en la parte superficial del suelo. Se ha reportado (SEP, 1983) que suelos con alto contenido de materia orgánica, con pH de 5.5. a 6.5. favorece un excesivo crecimiento vegetativo de frijol. En estos no se observan condiciones de sequía, pero la tasa de infiltración del agua de lluvia es muy elevada, lo cual favorece el crecimiento vegetativo y la producción de vainas, durante el desarrollo de éstas prevalecen temperaturas bajas, sin embargo esto no afecta su producción.

Caracterización Morfo-anatómica relacionada con la adaptación de las especies a condiciones silvestres.

El hábito de crecimiento en las especies colectadas es principalmente del tipo rastrero y/o enredadera, creciendo bajo condiciones de sombreado propiciado principalmente por la vegetación de matorral y de bosque pino-encino.

Las características morfológicas varían entre las especies

caracterizándose principalmente por la forma, tamaño, color y pubescencia de la hoja; forma, tamaño y color de las vainas.

La superficie de las células epidérmicas de la hoja varía entre las especies en cuanto a: frecuencia, tamaño, disposición y distribución de los estomas, los cuales son generalmente del tipo parásitos, esto ha sido relacionado con la tasa de transpiración (Brown y Escombe, 1900, citado por Metcalfe y Chalk, 1950). La cutícula en las diferentes especies muestra estriaciones, el grosor cuticular de la epidermis puede relacionarse con la tasa de transpiración (Pieniazaek, 1944, citado por Metcalfe y Chalk, 1950). Se presentan diferencias en el tipo (glandulares y no glandulares) y forma (agudos, encurvados, aguja) de los tricomas, los cuales generalmente son unicelulares o bicelulares de tamaño variable. En esta investigación, la presencia de cierto tipo de tricomas en el envés (ganchudo) hace suponer que funciona como una defensa y protección contra cierto tipo de plagas y a la vez pueden ser relacionados a la resistencia a plagas y sequía, de acuerdo con diferentes autores (Pillemer y Tingey, 1976, citados por Engleman, 1979; Flores, et al., 1977 y Loera, 1985), así mismo las características morfo-fisiológicas han sido relacionadas con el crecimiento y productividad de plantas bajo condiciones de sequía (Parjol, et al., 1985). El tipo de cutícula asociado a la cantidad de estomas en el envés permite suponer que la transpiración es alta abaxialmente (Flores, et al., 1977). Además, el tamaño, densidad y distribución de estomas están

relacionados con la resistencia a la difusión de agua (Peet et al., 1977) Las especies estudiadas presentan cera epicuticular de forma lisa, filamentosa, y/o en forma de cristales. Esta característica debe estar relacionada con la reflectancia de la radiación solar e incidencia de plagas; la cera lisa está relacionada con una mayor reflexión de la radiación solar y la resistencia a plagas, tal como ha sido señalado por Rodríguez et al. (1987), Maiti y Bidinger (1979) y Maiti (1992) para sorgo y otros cultivos. Las especies silvestres presentan características anatómicas que difieren ampliamente con las de las especies cultivadas, principalmente en la abundancia y tipo de estomas y tricomas. La cera epicuticular en las especies cultivadas es menos lisa y menos abundante que en las especies silvestres, por lo cual las especies cultivadas son más susceptibles a plagas y estrés de humedad.

La morfología de la semilla varía ampliamente entre especies. Las especies silvestres poseen semillas generalmente pequeñas y de una consistencia dura. La forma va de ovoide a rectangular, presentando un embrión pequeño. Las características de color de la semilla, tamaño, brillantez, y hábito de crecimiento de diferentes especies de frijol están relacionados con sus adaptaciones a condiciones de estrés (CIAT, 1987).

La anatomía de la semilla posee características distintivas entre las especies variando en la superficie y grosor de la cutícula, la morfología y espaciamiento de

macroesclereidas y microesclereidas así como en el grosor de la testa. La superficie de la testa en su ultraestructura varía entre las especies, la superficie de la testa en las especies cultivadas, es más lisa con una cutícula más delgada y el grosor de las macroesclereidas y microesclereidas es delgada, lo cual permite la imbibición de agua y una rápida germinación, contrario a las especies silvestres en las cuales la imbibición y el inicio de la germinación de la semilla es muy tardada. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Vaquera (1986), que menciona que el engrosamiento de la testa y la longitud de las macroesclereidas y microesclereidas están relacionados con el tiempo de cocción de la semilla. El engrosamiento y compactación de macroesclereidas, es un mecanismo de adaptación de las especies silvestres bajo condiciones desfavorables.

Factores ambientales influyen en las características morfológicas y fenológicas de frijol (Acosta et al., 1988). Por la tanto, la diversidad en las características morfo-anatómicas como tipo, densidad de tricomas y ceras epicuticulares en las especies silvestres puede ser utilizado en el mejoramiento genético del frijol cultivado para su resistencia a varios factores de estrés biótico y abiótico que reduce el rendimiento de frijol. Aún y cuando estas especies no se distribuyen en condiciones de aridez, las características anatómicas de la superficie de la hoja y la presencia de cera epicuticular que poseen pueden ser utilizadas mediante el fitomejoramiento para

adaptar cultivos a condiciones de sequía, resistencia a enfermedades, bacterias y plagas que son los factores que reducen mayormente el rendimiento de los cultivos (Allen *et al.*, 1989 & Schoonhoven *et al.*, 1989). Al respecto en estudios de hibridación de *P. vulgaris* y *P. acutifolius* se demostró que existe un alto grado de adaptación bajo condiciones de semiaridez (Wells y Waines, 1988). El mejoramiento de la población entre especies colombianas no aumenta su producción, pero el cruzamiento entre especies colombianas y especies mexicanas induce un aumento en la producción (Sullivan, 1988).

La presencia de almidón en las células cotiledonarias de las especies cultivadas y las silvestres es un punto muy interesante que puede ser relacionado con el proceso de domesticación natural o los procesos evolutivos. Las especies silvestres poseen generalmente una escasa cantidad de almidón y una alta cantidad de gránulos de proteína, contrario a lo que se observa en las especies cultivadas que contienen abundante cantidad de almidón. Las características de testa dura y gruesa y la escasa cantidad de almidón están relacionadas con su adaptación a condiciones silvestres, la semilla madura al inicio de invierno, sometida a temperaturas bajas seguida de una alta temperatura y un período de lluvias, lo que permite un rompimiento de letargo para el inicio de la germinación y la emergencia.

Las especies silvestres presentan mayor cantidad de proteína, variando de 18.74 % en *P. vulgaris* (semicultivada) a

27.91 % en Phaseolus sp. en comparación con 20.80 % para P. vulgaris (cultivada). La cantidad de proteína ha sido relacionada con el vigor de la plántula en diferentes cereales (Kauffmann y Mc Fadden, 1963; Kauffmann y Guitard, 1967; Dasgupta y Austenson, 1973; Sterling et al., 1977; Ries y Everson, 1973; Welch, 1977; Bulisani y Warner, 1980). El alto contenido de proteína esta relacionado con el tamaño de la semilla (Popa y Dinca, 1985). Asimismo se encontró que las especies con alto contenido de proteína están relacionadas para su adaptación a condiciones de sequía (Vlad y Pretorian, 1986; Frederici, et al., 1990).

Las lluvias erráticas inducen una rápida imbibición de las especies cultivadas y algunas especies silvestres con una testa delgada, a iniciando la hidrólisis de almidón y emergencia, lo cual por las condiciones climatológicas puede llegar a secarse y morir antes de lograr establecerse, contrario a lo que ocurre en las especies con un alto contenido de proteína, en las cuales este proceso es más lento debido a que se lleva a cabo primeramente el metabolismo de proteína, seguido por la hidrólisis de almidón, lo cual no permite una rápida germinación.

La eficiencia en la asimilación de distintos minerales varía entre las especies silvestres y cultivadas; observándose que la captación de Ca alcanza valores de 360% en Phaseolus sp a 185% en P. vulgaris (cultivado); para Zn y Mg los valores también son más altos en las especies silvestres.

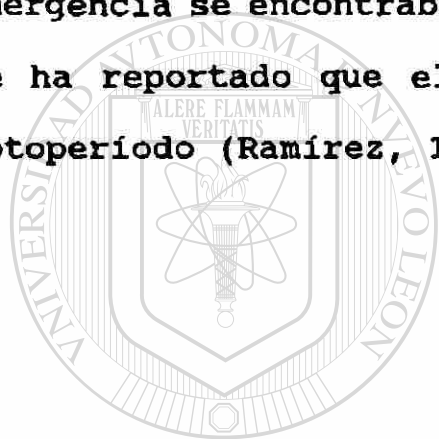
Germinación y Desarrollo de la Plántula.

El inicio del proceso de germinación varía entre las especies cultivadas y silvestre, siendo muy lento en las silvestres, debido principalmente a las características de dureza y engrosamiento de la testa, lo cual inhibe el proceso de entrada de agua. En la presente investigación se observó que la tasa de germinación es baja, iniciándose después de 9 días, lo cual indica la presencia de letargo, por lo cual se utilizaron diferentes técnicas de rompimiento de letargo seleccionando los tratamientos de agua caliente (80°C) durante 7 minutos, lo cual indujo la iniciación de germinación después de 4 días.

La morfología de la plántula difiere entre las especies silvestres comparada con la cultivada, con respecto al tamaño y forma de las hojas cotiledonarias, así como los protofilos y los metafilos. Difieren además en el hábito de crecimiento (rastrero y enredadera), el tiempo de desarrollo de las hojas trifoliadas varía, desarrollándose primeramente en Phaseolus neglectus y P. vulgaris. La longitud de la plántula, y la dimensión de las hojas a los 50 días es otra de las características que varía entre las especies. El patrón y la tasa de crecimiento varía entre las especies silvestres y cultivadas.

En el presente estudio se observó que el fotoperíodo influye sobre el crecimiento y desarrollo de las especies cultivadas y silvestres. A 14 horas de fotoperíodo la especie

cultivada inicia la formación de botones florales a los 40 días pero no abrieron, al ser transferidos a un fotoperíodo de 16 horas donde inicia la abertura floral. En un fotoperíodo constante de 16 horas, la especie cultivada inicia la formación de botones florales y floración a los 40 días. Esto indica que el fotoperíodo de 16 horas es un requerimiento para este proceso. Las especies silvestres presentan una tasa de crecimiento muy lenta, por lo cual a los 75 días después de la emergencia se encontraban aún en etapa de plántula. Al respecto se ha reportado que el frijol cultivado es insensible a el fotoperíodo (Ramírez, 1981 y SEP, 1983).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; R. OCHOA-MARQUEZ y I. SANCHEZ-VALDEZ. 1988. Efecto del genotipo y del ambiente sobre algunas características del frijol Phaseolus vulgaris L. bajo condiciones de temporal. Agricultura técnica en México. 14(1):83-96.
- ADEDEJI, E.O. 1984. The effects of temperature, soil water potential, irradiance, and their interactions on CO₂. Jour. Exp. Bot. 35:1252-1259.
- ALLEN, D.J.; H.F. SCHWARTZ & M.A. PASTOR-CORRALES. 1989. Bean Production Problems in the Tropics. 2nd Ed. Cali (Colombia). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali Colombia. p. 9-31.
- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 2th Ed. ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS Washington, D.C. ®
- ARREOLA, R.R. y A. CASTELLANOS. 1990a. Capacidad fotosintética durante la ontogenia foliar en plantas silvestres y cultivadas de Phaseolus lunatus. Memorias XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos 30 Sept. - 5 Oct. p. 208.
- , y ----- . 1990b. Fotosíntesis y crecimiento en plantas silvestres y cultivadas de Phaseolus lunatus. Memorias XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos 30 Sept.- 5 Oct. p.208.

- BAILEY, L.H. 1961. Manual of Cultivated Plants. The Mc. Millan Company. New York. p. 573.
- BERRY, J.A. & O. BJORKMAN. 1980. Photosynthesis responses and adaptation to temperature in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 31:491-543.
- BULISANI, E.A. & R.L. WARNER. 1980. Seed protein and nitrogen effects upon seedling vigor in wheat. Agron. J. 7:657-662.
- CERNING, J.A.; A. SAPOSNIK & A. GUILBOT. 1975. Carbohydrate composition of horse beans (*Vicia faba*) of different origins. Cereal Chem. 52:125-138.
- C.I.A.T. 1986-1988. Bean Program Annual. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL Cali (Colombia).
- COOPER, J.P. 1975. Control of photosynthetic production in terrestrial systems. In: "Photosynthesis and Productivity in Different Environments". Cooper, J.P. (Ed). London, Press. p. 593-621.
- CORNIC, G.; I. PAPAGEORGIOU & G. LOUASON. 1987. Effect of a rapid and a slow drought cycle followed by rehydration on stomatal components of leaf photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiol. 126:309-318.
- CROSBIE, T.A. & R.B. PEARCE. 1982. Effects of recurrent phenotypic selection for high and low photosynthesis on agronomic traits of two maize populations. Crop. Sci. 22(4):809-814.

- CUMPA-REYES, J.S.; E. PALACIOS-VELEZ y A. EXEBIO-GARCIA. 1988. Efecto del déficit de humedad y características físicas del suelo en el desarrollo del frijol Phaseolus vulgaris L. *Agrociencia* (México) 73:195-215.
- DASGUPTA, P.R. & H.M. AUSTENSON. 1973. Relation between estimates of seed vigor and field performance in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 53:43-46.
- DIAZ-INFANTE, M.G. 1988. Fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de campo. Tesis. Licenciatura. División Agronomía. U.A.A.N.
- DIEHL, R.; J.M.B. MATEO y P.T. URBANO. 1973. *Fitotecnia General*. Mundi-Prensa. España. pp. 17-20; 306-307.
- EL-SHARKAWY, M.A. & J.H. COCK. 1984. Water use efficiency of cassava. I. Effects of air humidity and water stress on stomatal conductance and gas exchange. *Crop. Sci.* 24:497-502.
- ENGLEMAN, E.M. 1979. Contribuciones al Conocimiento del Frijol en México. Colegio de Postgraduados de Chapingo., México. pp. 241-264.
- ESAU, J. 1972. *Anatomía Vegetal*. Ed. Omega. Segunda Edición. Barcelona España.
- FLORES, E.M.; A.M. ESPINOZA y Y. YOSUKA. 1977. Estudio estructural de la epidermis foliar de Phaseolus vulgaris L. *Turrialba*. 27(2):117-124.

- FRASER, D.E. & R.G.S. BIDWELL. 1974. Photosynthesis and photo respiration during the ontogeny of the bean plant. Can. Jour. Bot. 52:2562-2570.
- FREDERICI, C.T.; B. EHDAIE & J.G. WAINES. 1990. Domesticated and wild tepary bean: field performance with and without drought-stress. Jour. Agron. 82:896-900.
- GAASTRA, P. 1962. Photosynthesis of leaves and field crop. Neth. Jour. Agric. Sci. 10:311-324.
- GATES, D.M. 1980. Biophysical Ecology. Springer-Verlang. New York. p. 611.
- GENTRY, H.S. 1969. Origin of the common bean, Phaseolus vulgaris. Econ. Bot. 23:55-69.
- GEPTS, P. & F.A. BLISS. 1986. Phaseolin variability among wild cultivated common beans (Phaseolus vulgaris) from Colombia. Econ. Bot. 40:469-478.
- , & -----, 1988. Dissemination pathways of the common bean (Phaseolus vulgaris) deduced from phaseolin electrophoretic variability. II. Europe and Africa. Econ. Bot. 42:86-104.
- , T.C. OSBORN; K. RASHKA & F.A. BLISS. 1986. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (Phaseolus vulgaris): evidence for multiple centers of domestication. Econ. Bot. 40:451-468.

- , K. KMIECIK; P. PEREIRA & F.A. BLISS. 1988.
Disemination pathways of the common bean (Phaseolus vulgaris) deduced from phaseolin electrophoretic variability. I. The Americas. Econ. Bot. 42:73-85.
- HEATH, O.V.S. 1970. The Physiological Aspects of Photosynthesis. Heineman Educational Books. L.T.D. London. p. 310.
- I.N.E.G.I. 1986. Síntesis geográfica del Estado de Nuevo León. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. Secretaria de Programación y Presupuesto. México, D.F.PP. 1-170
- ITULYA, F.M.; C.L. COULSON & H.A. DSOURZA. 1986. Bean-cowpea CRSP (Collaborative Research Support Programme) Progress Report 1985. Nairobi Univ. (Kenya). Dept. of Crop Science.
- JACQUES, G.L.; R.L. VANDERLIP & D.A. WHITNEY. 1975. Agronomy Journal. 67:607-611.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant Microtechnique. Mc. Graw Hill. Book Company, INC. New York and London. pp. 126-154.
- KANAMASU, E.T. & C.B. TANNER. 1969. Stomatal diffusion resistance of snap bean. Influence of leaf-water potential. Plant Physiol. 44:1547-1552.
- KAPLAN, L. 1965. Archaeology and domestication in America Phaseolus (beans). Econ. Bot. 19:358-368.

- , T.F. LYNCH & C.E. SMITH. 1973. Early cultivated beans (Phaseolus vulgaris) from an intermontane Peruvian valley. Science 179:76-77.
- KAUFFMANN, M.L. & A.D. MAC FADDEN. 1963. The influence of seed size on results of barley yield traits. Can. J. Plant Sci. 43:51-58.
- , & GUITARD. 1967. The effect of seed size on early plant development in barley. Can. J. Plant Sci. 47:73-78.
- KNETCH, G.N. & D.W. O'LEARY. 1972. The effect of light intensity on stomata number and density of Phaseolus vulgaris L. leaves. Bot. Gaz. 133(2):132-134.
- KOEHLER, H.H. & D.W. BURKE. 1988. Nutrient and sensory properties of dry beans (Phaseolus vulgaris L.) grown under various cultural conditions. Food Sci. 53(4):1135-1138.
- KOHASHI-SHIBATA, J. & E. USCANGA-MORTERA. 1989. Differential effect of a water deficit on the growth of the central leaflet of Phaseolus vulgaris L. of determinate growth habitat. In: Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 32:44-45. Howard F. Schwartz, Colorado State University.
- KRAMER, J.D. 1974. Relaciones Hídricas del Suelo y Planta. EDUTEX, S.A. México. p. 538.

- LARQUE, S.A.; L.C. TREJO y D.F. GUTIERREZ. 1982. Perfil de respuestas estomáticas de frijol en invernadero y cámara de crecimiento. *Agrociencia* 50:7-15.
- LEAL, R.F. 1990. Variabilidad del caracter "glossy" y cera epicuticular en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y su relación con la resistencia a sequía. Tesis Maestría. Prod. Agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, N.L.
- LI, Y. & D.C. WALTON. 1990a. Effects of cycloheximide on abscisic acid biosynthesis and stomatal aperture in bean leaves. *Plant Physiol.* 93:128-130.
- , & ----- . 1990b. Violaxanthin is an abscisic acid precursor in water-stressed dark-grown bean leaves. *Plant Physiol.* 92:551-559.
- LOERA, M.E.N. 1985. Algunos aspectos morfológicos, anatómicos y de desarrollo en cultivares de frijol bajo condiciones de riego y castigo. Tesis. F.C.B. U.A.N.L.
- MAITI, R.K. 1992. Morpho-physiological traits in sorghum crop improvement. *Publicaciones Biologicas, F.C.B./UANL*(En Prensa).
- , & F.R. BIDINGER. 1979. A simple approach to the identification of shootfly tolerance in sorghum. *Ind. J. Plant Prot.* 7:135-140.
- MARTINEZ, A.J.E. 1983. Rendimiento de frijol bajo diferentes condiciones de riego y densidad de población. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Antonio Narro.

- METCALFE, C.R. & L. CHALK. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, Clarendon Press. 1500 p.
- MILLAR, A.A. & W.R. GARDNER. 1972. Effect of the soil and water potential on the dry matter production of the snap bean. Agric. Jour. 64:559-561.
- MIRANDA, C.S. 1966. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género Phaseolus. Serie de Investigación # 8. Colegio de Postgraduados ENA. Chapingo México. pp. 15-17.
- , 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (frijol común). Agrociencia. 1:99-109.
- MOHAN, S.K.; H.F. SCHWARTZ & M.A. PASTOR-CORRALES. 1989. Additional bacterial diseases. Bean production problems in the tropics. 2nd Ed. Cali (Colombia). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali (Colombia) p 303-319.
- MOSER, T.J.; D.T. TINGEY; K.D. RODECAP; D.J. ROSSI[®] & C.S. CLARK. 1987. Drought stress applied during the reproductive phase reduced ozone-induced effects in bush bean Phaseolus vulgaris cultivar Bush Blue Lake. Assessment of crop loss from air pollutants. Raleigh, North Carolina (USA) p. 25-29. Proceedings of an international conference on assessment of Crop Loss from Air Pollutants. Barking (UK). Elsevier Science Publishers. p. 345-364.

- NABHAN, G.P. & R.S. FELGER. 1978. Teparies in Southwestern North America. Bibliographical and ethnohistorical study of Phaseolus acutifolius. Econ. Bot. 32:2-19.
- ; J.W. BERRY & C.W. WEBER. 1980. Wild beans of the greater Southwest Phaseolus metcalfei and Phaseolus ritensis. Econ. Bot. 34:68-85.
- , 1985. Native crop diversity in Aridoamerica: conservation of regional gene pools. Econ. Bot. 39:387-399.
- ORTEGA, D.M.L. y C.C. RODRIGUEZ. 1979. Estudio de carbohidratos en variedades mexicanas de frijol (Phaseolus vulgaris L. y Phaseolus coccineus L.). Agrociencia 37:33-49.
- OSUNA-GARCIA, A.; M.L. ORTEGA-DELGADO y A. MUÑOZ-OROZCO. 1988. Contenido de almidón en plantas de frijol Phaseolus vulgaris bajo riego-sequia. Agrociencia 71:161-172.
- PARJOL-SAVULESCU, L.; F. POPA; N. HURDUC & V. DINCA. 1985. Drought resistance of some bean cultivars and lines. Rezistentă la seceta a unor soiuri și linii de fasole. Analele Institutului de cercetări pentru cereale și plante tehnice 52:419-431.
- PEET, M.M.; A. BRAVO; D.H. WALLACE & J.L. OZBUN. 1977. Photosynthesis, stomatal resistance and enzymes activities in relation to yield of field-grown dry bean varieties. Crop. Sci. 17:287-292.

- PEÑA-RAMOS, A. y A. MUÑOZ-OROZCO. 1988. Respuesta de tres especies cultivadas a condiciones deficientes de humedad edáfica. *Agrociencia*. 74:231-243.
- PERKIN, E. 1976. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry*. The Perkin Elmer Corp. Normalk, C.V. U.S.A. pp. A y 1-2, GN-2.
- POPA, G. & V. DINCA. 1985. Bean cultivar Aversa. *Soiul de fasole pentru boabe Aversa*. *Analele Institutului de cercetari pentru cereale si plante tehnice*. 52:87-98.
- PRITCHARD, P.J.; E.A. DRYBURGH & B.J. WILSON. 1973. Carbohydrates of spring and winter field beans (Vicia faba L.). *J. Sci. Fd. Agric.* 24:663-668.
- QUICK, R.H. 1957. Evaluation of quantitative sugar analysis by paper chromatography. *Anal. Chem.* 29:1439-1441.
- RAMIREZ, C.L. 1981. Efecto del sulfato ferroso sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en suelos alcalinos. Tesis. Facultad Ciencias Biológicas. U.A.N.L. pp.10-12.
- RAMIREZ, C.V. y C.H.M. FARIAS. 1986. Evaluación de 4 cepas de Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.), en Escobedo Nuevo León. Tesis. FAUANL. 17 p.
- RIES, S.K. & E.H. EVERSON. 1973. Protein content and seed size relationship with seedling vigor of wheat cultivars. *Agron. J.* 65:884-886.

- RIPPLE, W.J. 1986. Spectral reflectance relationships to leaf water stress. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 52:1669-1675.
- RODRIGUEZ, C.M.; S.T. RODRIGUEZ; M.S. AGUILAR & D.G. DEBOUCK. 1987. Phaseolus Germplasm Collection in Mexico. *FAO\IBPGR. Plant Genetic Resources Newsletter*. 69:30-38.
- ROJAS, M.P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. pp. 1-124.
- SALDIVAR, G.E. 1991. Evaluación y selección de genotipos de sorgo "glossy" altamente eficiente en captación de metales, bajo condiciones de sequía. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 46 p.
-
- SCHOONHOVE, A. VAN & M.A. PASTOR-CORRALES. 1987. Standard System for the Evaluation of Bean Germplasm. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia. 53 p.
- ; H.F. SCHWARTZ & M.A. PASTOR-CORRALES. 1989. Bean production problems in the tropics. 2nd. ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia. p. 33-57.
- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA (SEP). 1983. Manuales para la educación agropecuaria. Cultivos Básicos. Ed. Trillas. México.

SHARKEY, T.D. & J.R. SEEMANN. 1989. Mild water stress effects on carbon-reduction-cycle intermediates, ribulose biphosphate carboxylase activity, and spatial homogeneity of photosynthesis in intact leaves. *Plant Physiology*. 89:1060-1065.

SINDHU, R.K.; D.H. GRIFFIN & D.C. WALTON. 1990. Abscisic aldehyde is an intermediate in the enzymatic conversion of xanthoxin to abscisic acid in Phaseolus vulgaris L. leaves. *Plant Physiol*. 93:689-694.

SIVORI, E.M.; E.H. MONTALDI y O.H. CASO. 1980. *Fisiología Vegetal*. Ed. Hemisferio Sur., S.A. Buenos Aires, Argentina. p. 681.

STERLING, J.D.E.; H.W. JOHNSTON & D.C. MUNRO. 1977. Effect of seed source and seed treatment on barley emergence, yield and kernel weight. *Canad. J. Plant Sci*. 57:251-

256.

SULLIVAN, J.G. 1988. Transfer of quantitative traits in wide crosses involving the common bean Phaseolus vulgaris. ■

"Genetic Resources of Phaseolus Beans: Their Maintenance, Domestication, Evolution, and Utilization" P. Gepts (Ed.), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 543-560.

SPONCHIADO, B.N.; J.W. WHITE; J.A. CASTILLO & P.G. JONES. 1989. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. *Exp. Agric*. 25:249-257.

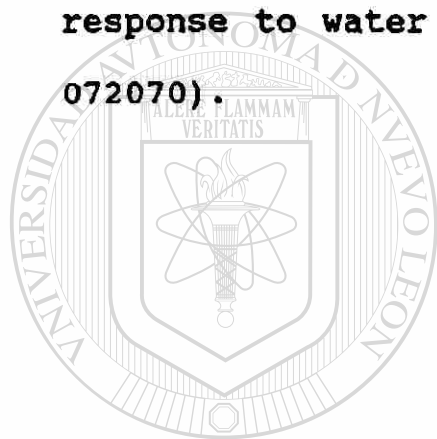
- TONUTTI, P. & C. GIULIVO. 1987. Effect of water stress, osmotic shock and ethylene treatment on solute leakage in bean leaves. *Adv. Hort. Sci.* 1:61-64.
- TURNER, N.C. 1969. Stomatal resistance to transpiration in three contrasting canopies. *Crop Sci.* 9:303-307.
- UPRETY, D.C. 1989. Photosynthetic capacity of green-gram Phaseolus radiatus leaves under influence of moisture stress. Short communication. *Indian Agric. Sci.* 59:404-407.
- VAQUERA, R.M.M. 1986. Características morfológicas y anatómicas (testa) de la semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación con vigor, imbibición y cocción. Tesis Licenciatura. Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- VASSEY, T.L. & T.D. SHARKEY. 1989. Mild water stress of Phaseolus vulgaris plants leads to reduce starch synthesis and extractable sucrose phosphate synthase activity. *Plant Physiol.* 89:1066-1070.
- VASQUEZ-TELLO, A.; Y. ZUILY-FODIL; A.T. PHAM THI & J.B. VIEIRA DA SILVA. 1990. Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological testa for screening resistance to water stress in Phaseolus and Vigna species. *J. Exp. Botany.* 41:827-832.
- VERNIERI, P.; A. PARDOSSI & F. TOGNONI. 1991. Influence of chilling and drought on water relations and abscisic acid accumulation in bean. *J. Plant Physiol.* 18:25-35.

- VLAD, D. & D. PRETORIAN. 1986. The behaviour of the main grain haricot varieties and of some perspective lines in the Burnas Plain. Comportarea principalelor soiuri de fasole pentru boabe si a unor linii de perspectiva in cimpia Burnasului. Productia-vegetala.-Cereale-si-plante-tehnice. 3:43-50.
- VON CAEMERER, S. & G.D. FARQUHAR. 1984. Effects of partial defoliation, changes of irradiation during growth, short-term water stress and growth at enhanced p(CO₂) on the photosynthetic capacity of leaves of Phaseolus vulgaris L. Planta. 160:320-329.
- WELLS, W.C. & J.G. WAINES. 1988. Performance of bean lines derived from interspecific hybridization (Phaseolus vulgaris X Phaseolus acutifolius). Ann. Rep. Bean Improvement Cooperative. 31:200.
- WHITE, J.W. & J.A. CASTILLO. 1989. Relative effect of root and shoot genotypes on yield of common bean under drought stress. Crop Sc. 29:360-362.
- ; ----- & J. EHLERINGER. 1990. Associations between productivity, root growth and carbon isotope discrimination in Phaseolus vulgaris under water deficit. Australian J. Plant Physiol. 17:189-198.
- WELCH, R.W. 1977. Seedling vigor and grain yield of cereals grown from seeds of varying protein contents. J. Agric. Sci. Comb. 88:119-125.

WOLFE, D.W. 1991. Low temperature effects on early vegetative growth, leaf gas exchange and water potential of chilling-sensitive and chilling-tolerant crop species. *Annals of Botany* 67(3):205-212.

YASSIN, T.E. 1973. Genotypic and phenotypic variances and correlations in field bean (Vicia faba L.). *Jour. Agric. Sci.* 81:445-448.

YONTS, C.D.; D.S. NULAND & L.A. NELSON. 1985. Dry bean response to water stress. 14 p. (Agris 1986-1988) (87-072070).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



