

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 ostíolo 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

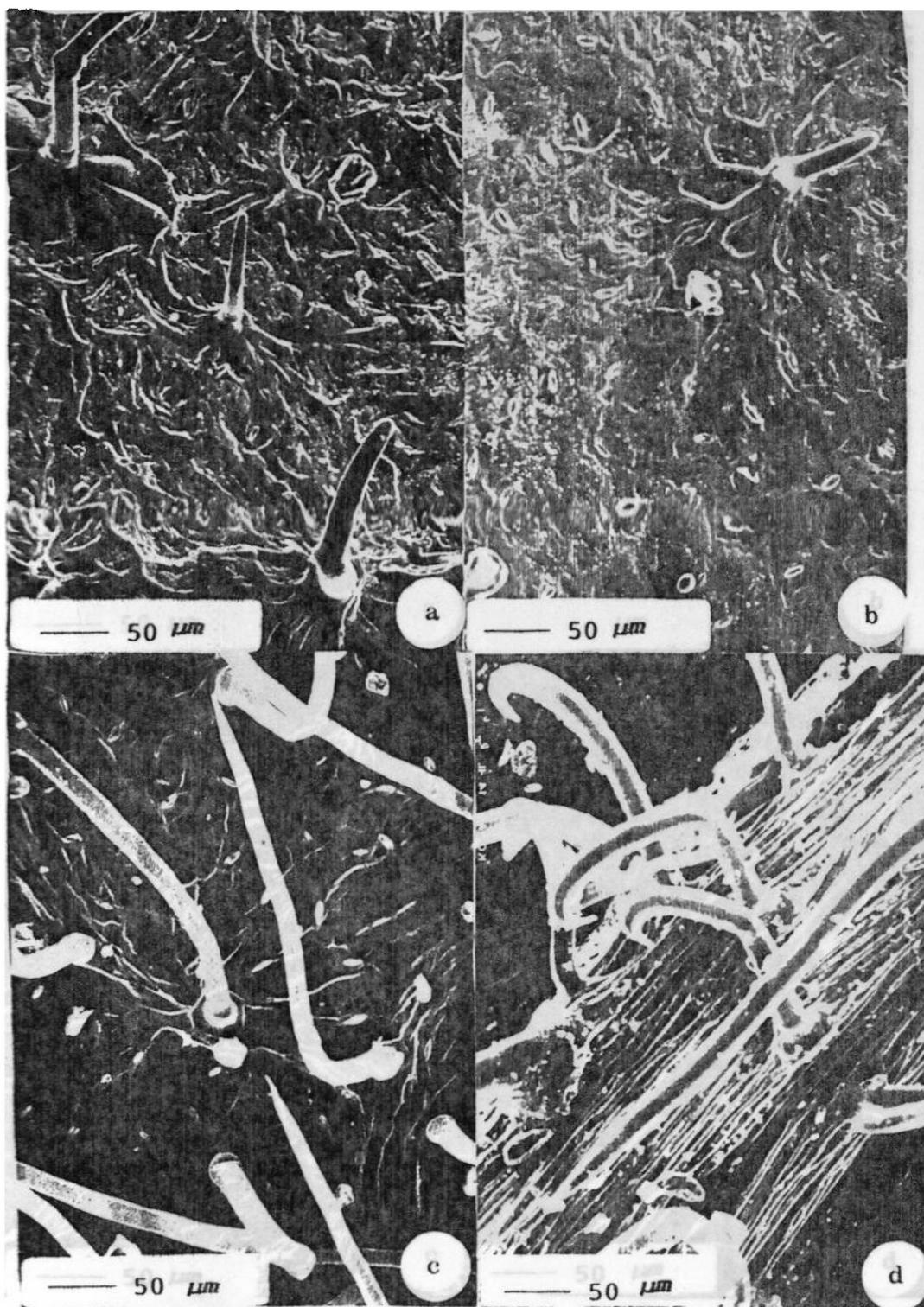


Figura 14. Fotomicrografía electrónica de barrido, superficie de la hoja, a y b) haz y envés de *Phaseolus anisotrichus*, mostrando tricoma característico en la lámina de la hoja; c) Tricomas largos y ganchudos, característicos de la nervadura principal en *P. anisotrichus*, d) tricomas largos, característicos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

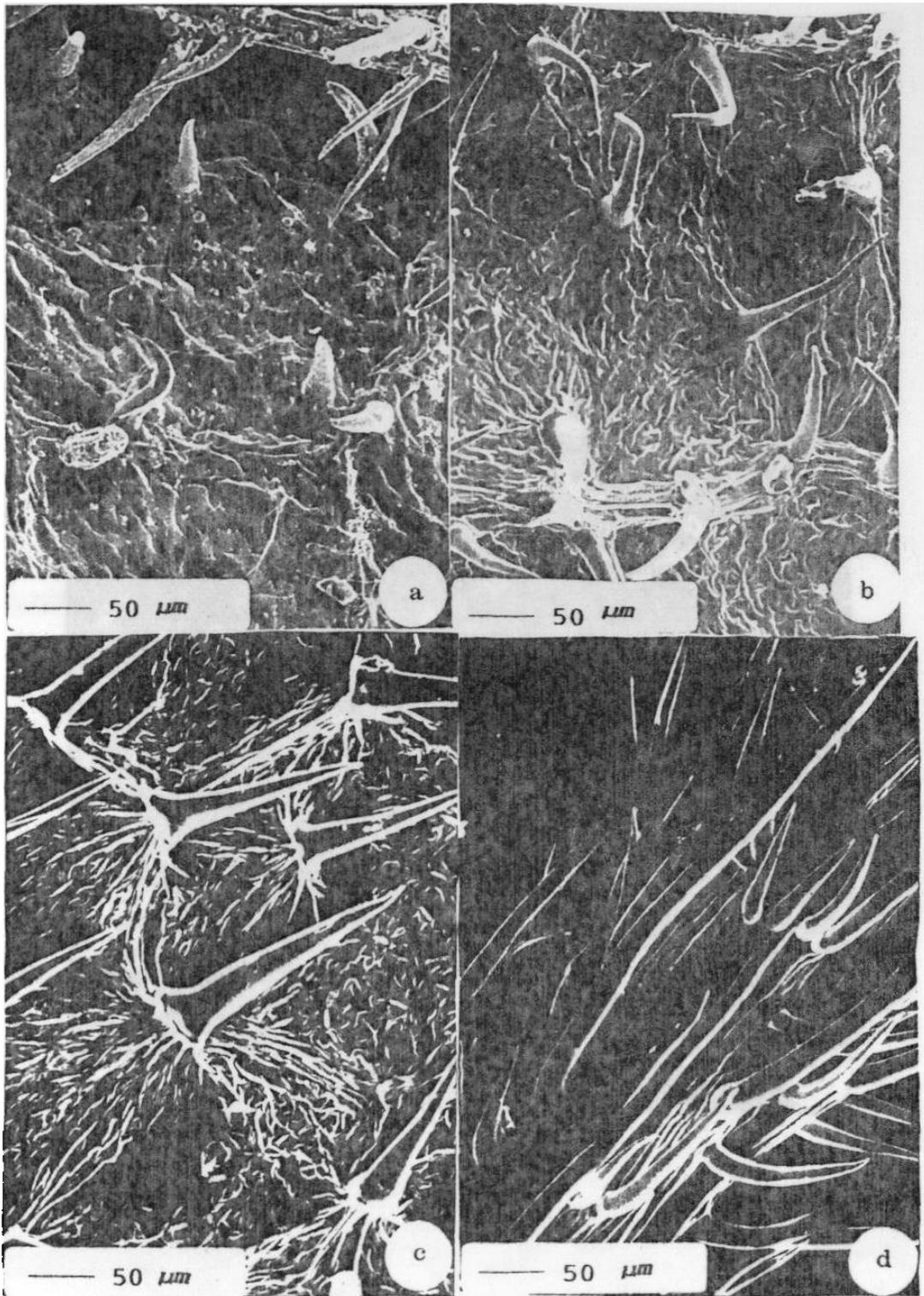


Figura 15. Fotomicrografía electrónica de barrido, superficie de la hoja mostrando la variabilidad en el número, tamaño y posición de tricomas en Phaseolus glaucocarpus. a y b) haz y envés, c) punto de ramificación de las venas y d) nervadura principal. 200 X.

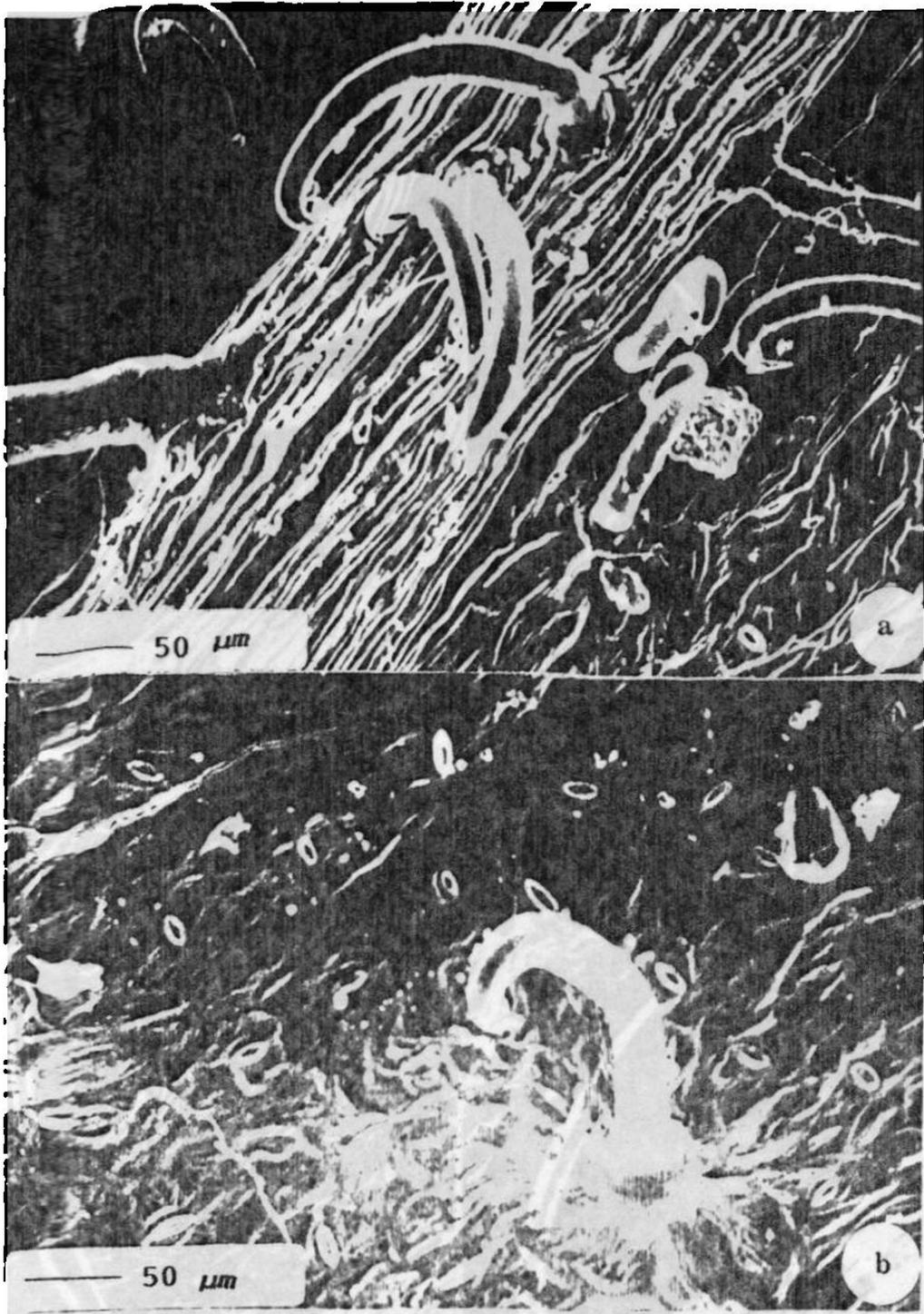


Figura 16. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando tricomas largos y ganchudos que se localizan en: a) la vena principal, y b) en el punto de ramificación de las venas y lámina de la hoja. En *Phaseolus heterophyllus*. 200 X.

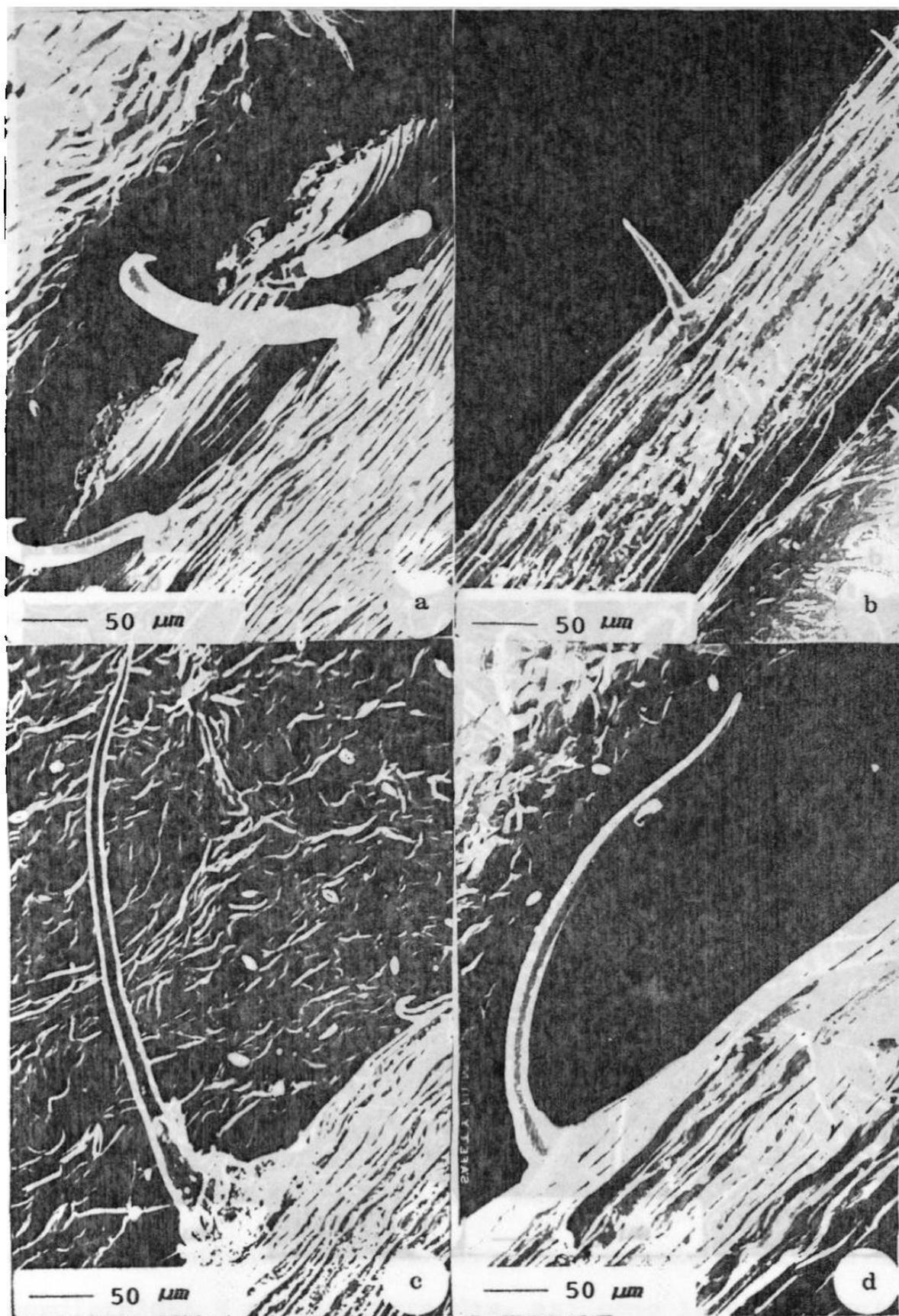


Figura 17. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando la variabilidad en el tamaño de los tricomas que se distribuyen en la nervadura principal. a) Phaseolus metcalfei, b) Phaseolus neglectus, c) Phaseolus scabrellus y d) Phaseolus xantotrichus. 200 X.

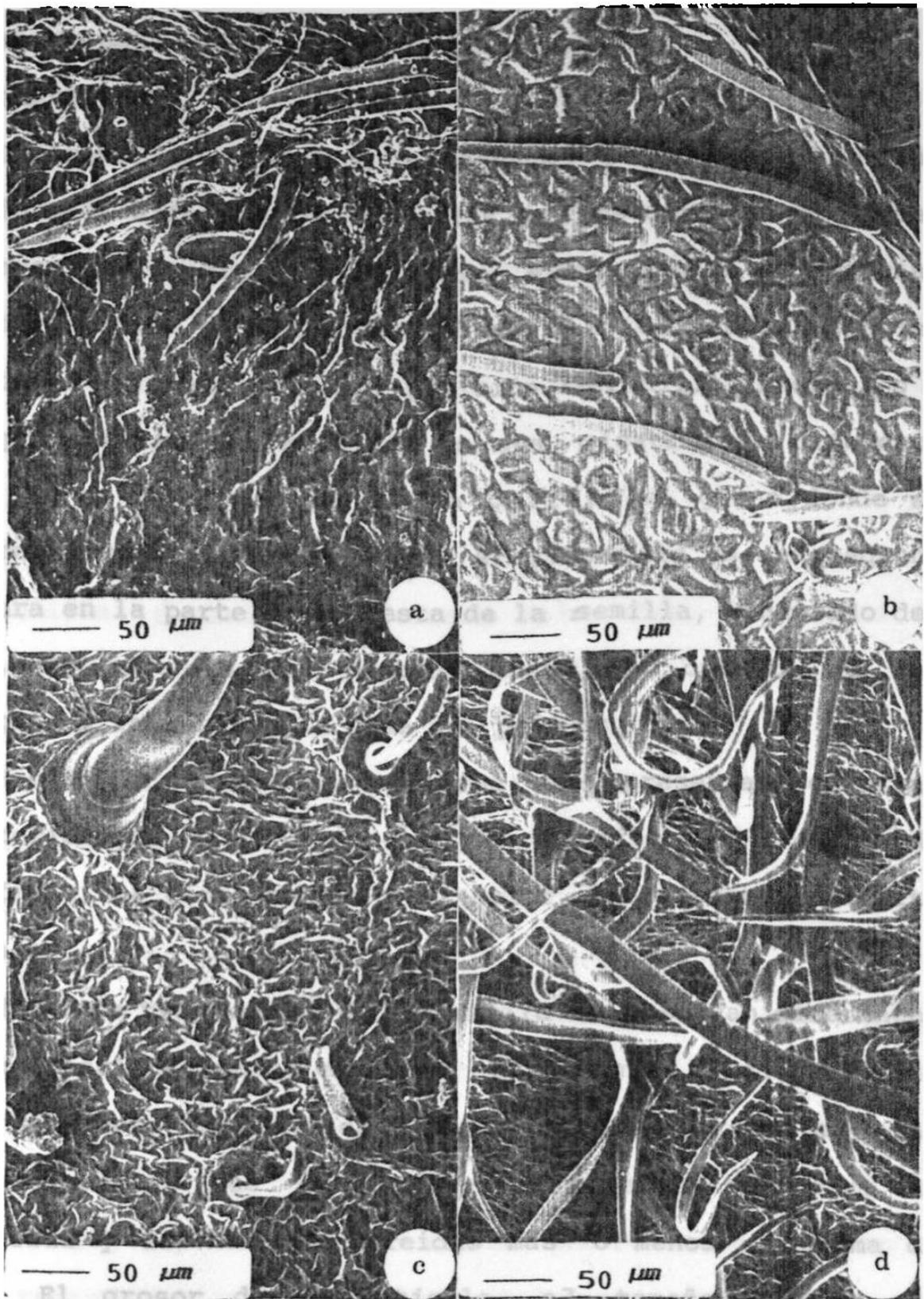


Figura 18. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando disposición de tricomas y células epidérmicas a y b) Haz y envés de *Phaseolus* sp. y c y d) Haz y envés de *Phaseolus vulgaris* (semicultivado). 200 X.

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).

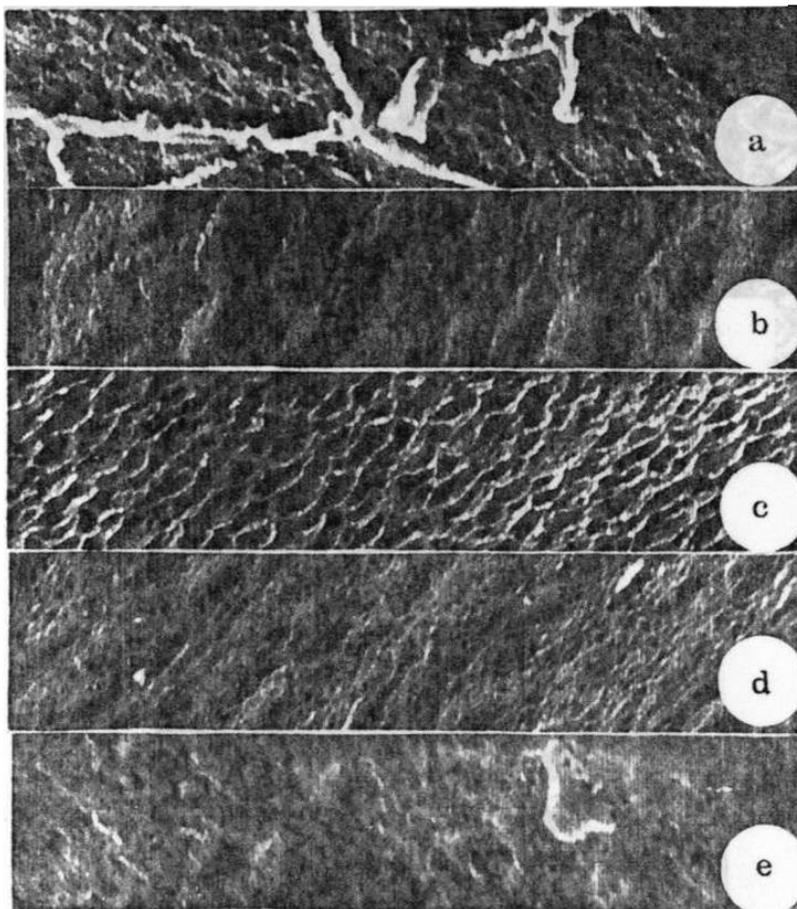


Figura 19. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando la variabilidad en la superficie de la cutícula en semillas de a) Phaseolus anisotrichus, b) Phaseolus glaucocarpus, c) Phaseolus sp, d) Phaseolus vulgaris (semicultivado) y e) Phaseolus vulgaris (cultivado). 1000 X.

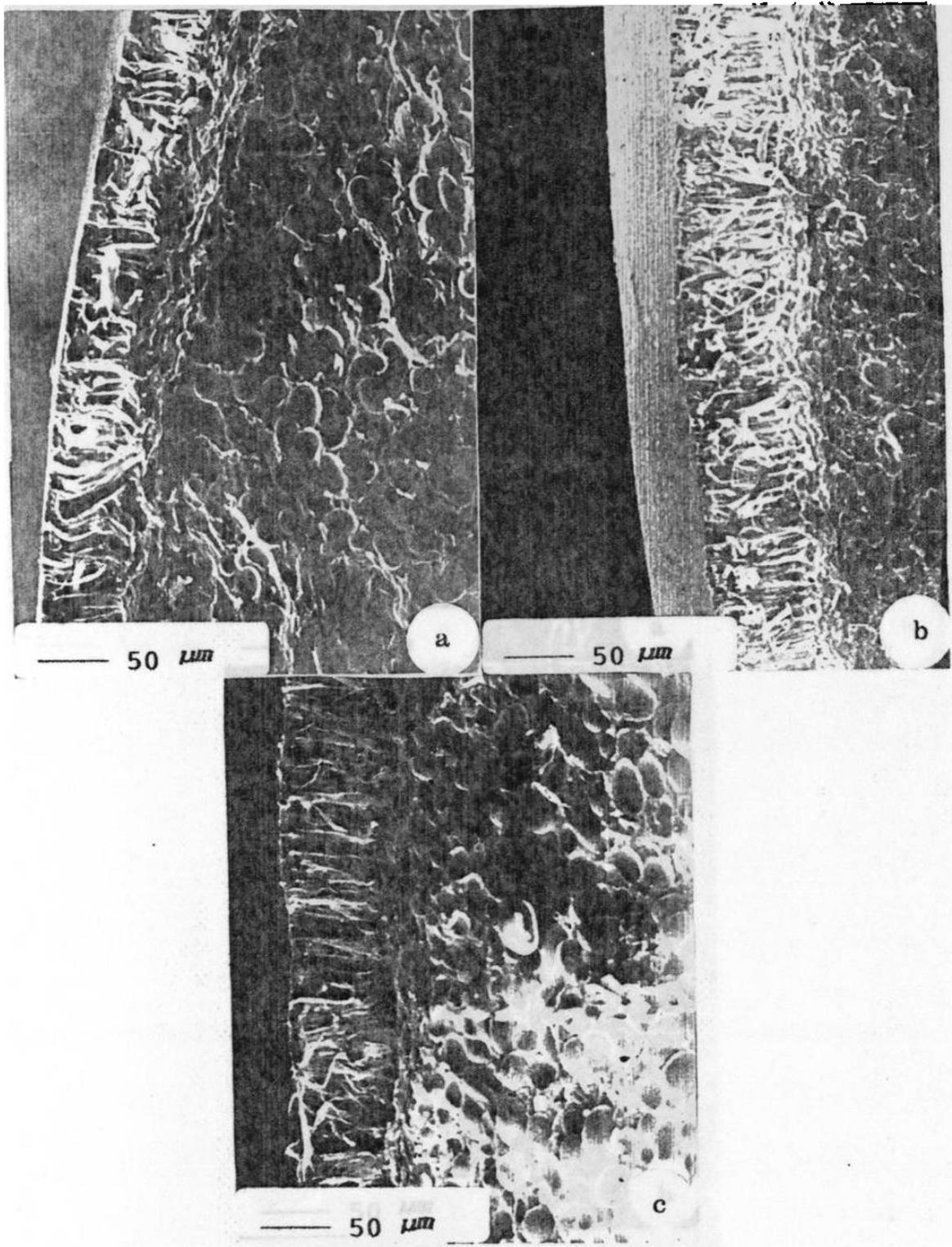


Figura 20. Fotomicrografía electrónica de barrido, corte transversal de la semilla, mostrando variabilidad en el grosor de la cutícula y testa, tamaño y orientación de macroesclereidas y microesclereidas y gránulos de almidón en: a) *Phaseolus anisotrichus*, b) *Phaseolus* sp. y c) *Phaseolus glaucocarpus*.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

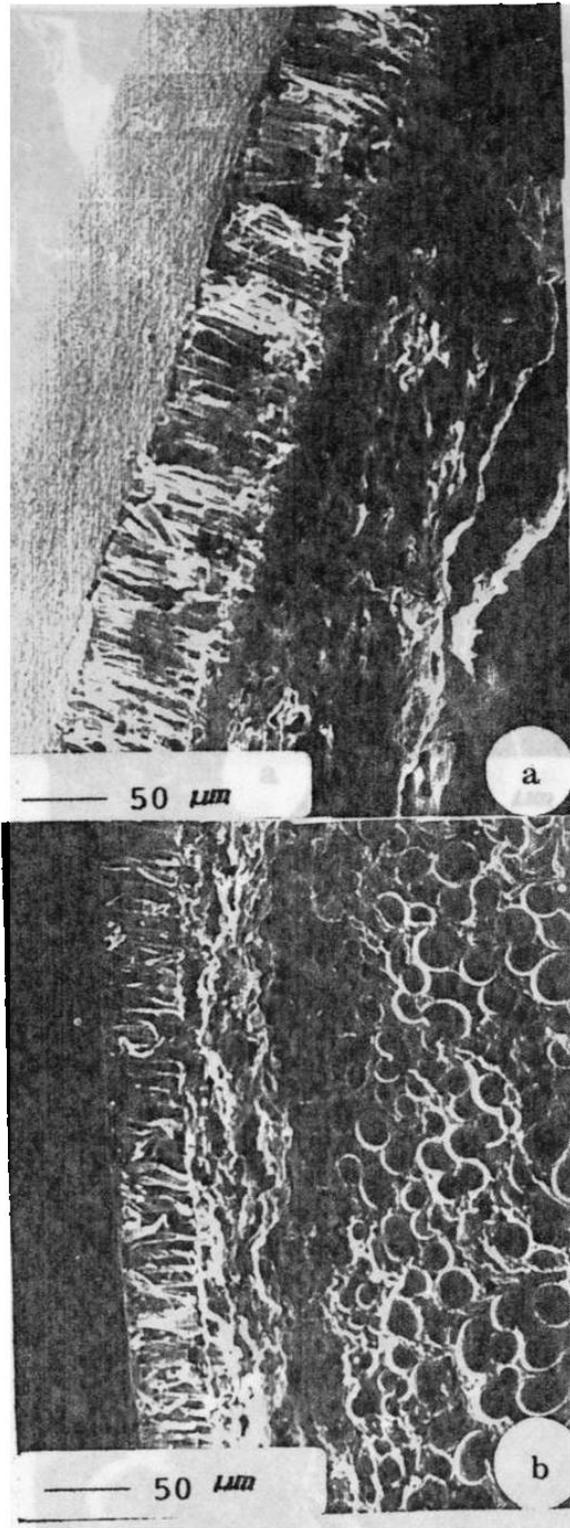


Figura 21. Fotomicrografía electrónica de barrido, corte transversal de la semilla, mostrando variabilidad en el grosor de la cutícula y testa, tamaño y orientación de macroesclereidas y microesclereidas y gránulos de almidón en: a) *Phaseolus vulgaris* (semicultivado) y b) *Phaseolus vulgaris* (cultivado).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

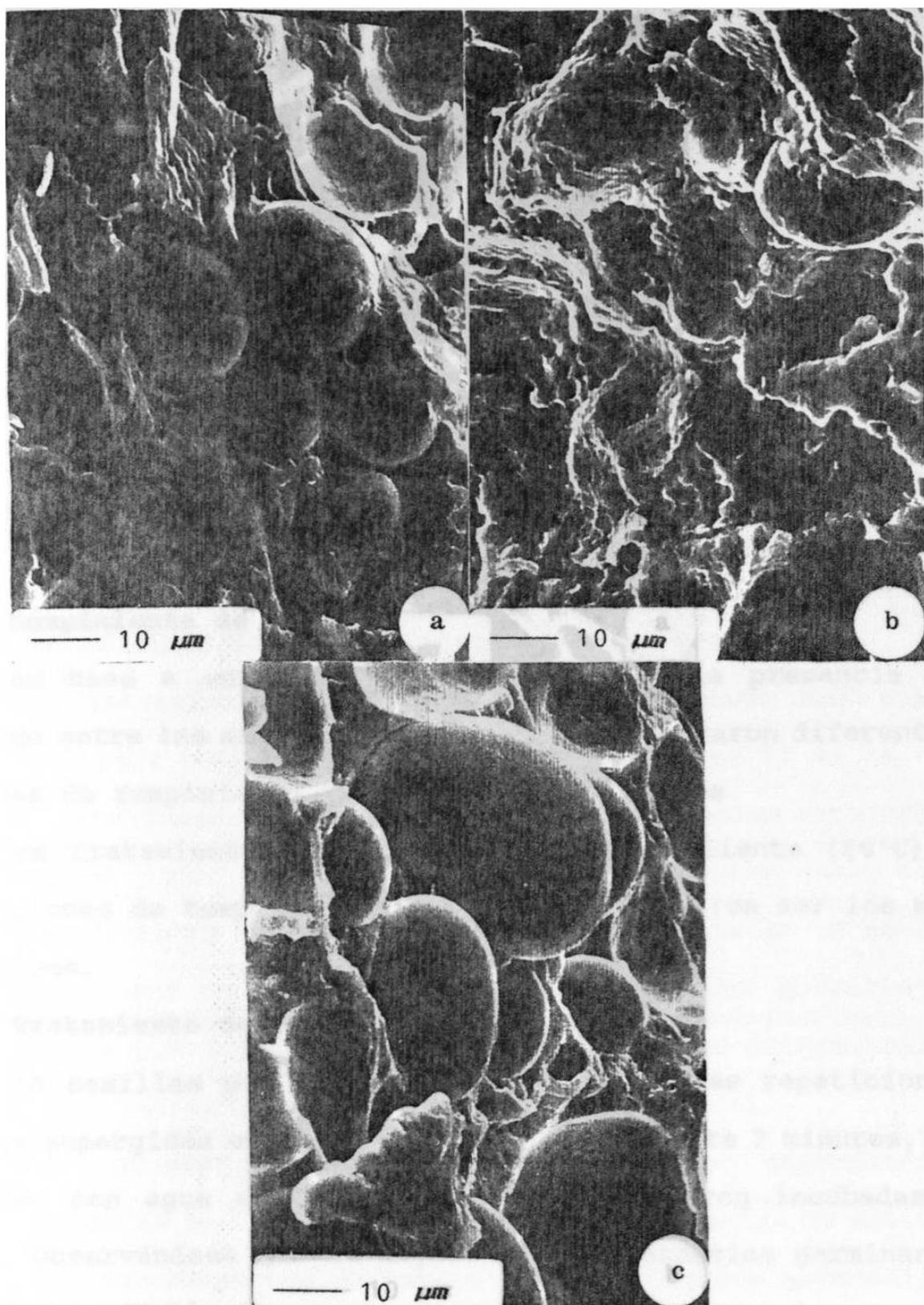


Figura 22. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando variabilidad en disposición, número y tamaño de gránulos de almidón y proteína en células cotiledonarias de: a) *Phaseolus anisotrichus*, b) *Phaseolus* sp. y c) *Phaseolus glaucocarpus*. 1000 X.

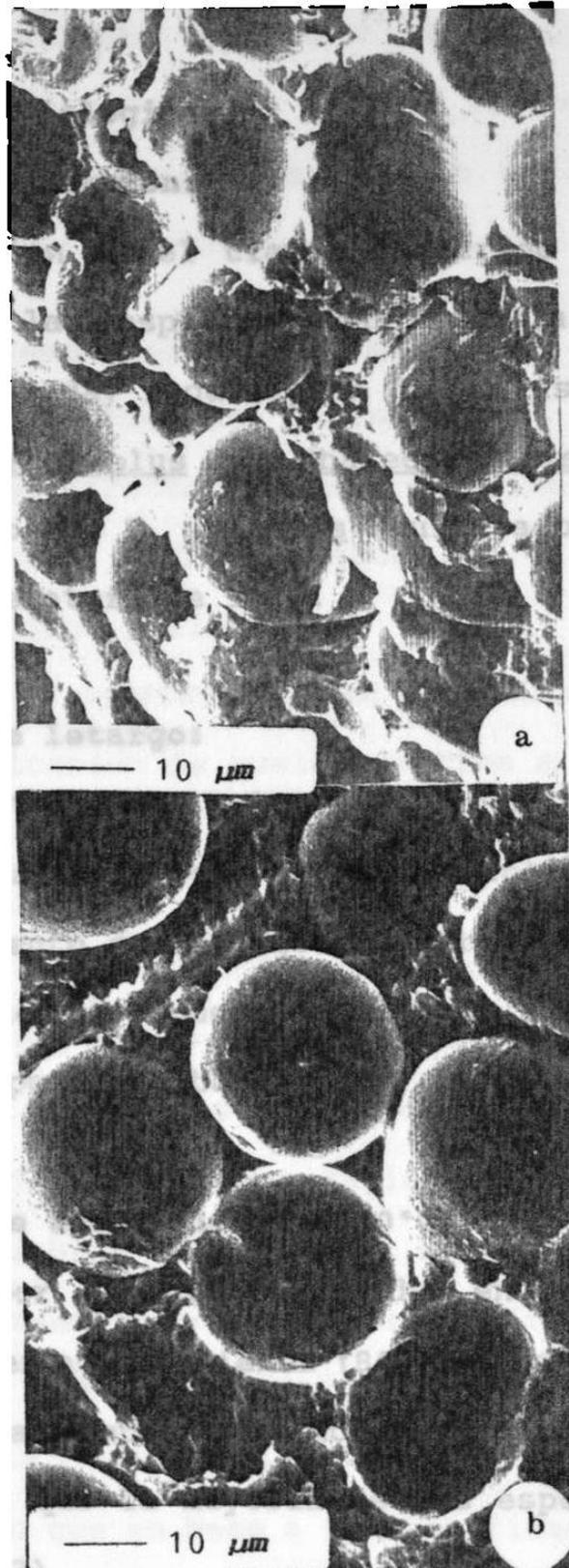


Figura 23. Fotomicrografía electrónica de barrido, mostrando variabilidad en posición, número y tamaño de gránulos de almidón y proteína en células cotiledonarias de: a) Phaseolus vulgaris (semicultivado) y b) Phaseolus vulgaris (cultivado). 1000 X.

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

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 pecíolo 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 pecíolo 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 fotoperíodo sobre la fenología de las especies silvestres y cultivadas

Se observó que el fotoperíodo tiene un efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las especies de frijol, ya que en la especie cultivada, sometida a un fotoperíodo 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 fotoperíodo de 16 horas, inmediatamente inició la floración. Contrario a lo que ocurre en plantas mantenidas en un fotoperíodo de 16 horas, que iniciaron la floración a los 35 días.

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

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

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 parasíticos, 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 estan

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).

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. 2 th 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. PAPGEORGIU & 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 resistence 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 carácter "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 Biológicas, 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. Rezistenta la seceta a unor soiuri si linii de fasole. Analele Institutului de cercetari pentru cereale si 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. Norwalk, 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. In "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 $p(\text{CO}_2)$ 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).

