



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

RESISTENCIA A LA SEQUIA III

EFFECTO DE EXUDADOS DE RAIZ DE DIFERENTES ESPECIES EN
LA TRANSPIRACION DE Phaseolus vulgaris L.

T E S I S

Que para obtener el titulo de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Jaime de Jesús Ballesteros Lozano



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

R E S U M E N

En el presente trabajo se analizaron los efectos de los exudados liberados durante el enraizamiento de estacas de diferentes especies de plantas leñosas en el proceso fisiológico de la transpiración.

Dichos exudados se probaron por el bioensayo de inmersión de explantes de plántulas de frijol. El tratamiento se corrió - 24 horas en una cámara de crecimiento Sherer con un fotoperiodo de 12 horas, temperatura de 21°C. humedad relativa con 65% e intensidad luminosa de 5000 Lux (190 Einstein).

Se concluyó que, los exudados de las estacas enraizadoras analizadas, disminuyen la transpiración en diferente grado respecto al control, de la siguiente manera:

Testigo con agua destilada 100% de transpiración. Reducción de transpiración causada por los exudados de las siguientes especies: Salix caprea 43.2%, S. chilensis 41.2%, S. babilónica 40.0%, Sambucus mexicana 52.8%, Nerium oleander 33.8%, Tamarix gallica 32.8%, ésto con respecto al testigo.

C O N T E N I D O

Capítulo	Página
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
1.- INTRODUCCION.....	1
2.- REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1.- Inducción de raíces.....	2
2.2.- Inducción de raíces en estacas por medio de re- guladores del crecimiento.....	3
2.3.- Compuestos exudados durante el proceso de enrai- zamiento de plantas intactas.....	10
2.4.- Compuestos exudados durante el proceso de enrai- zamiento en estacas.....	12
2.5.- Factores ambientales y endógenos que afectan el enraizamiento.....	13
2.6.- Transpiración.....	14
3.- MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1.- Parte I. Estimación de la velocidad de transpi- ración por explantes de frijol (<u>Phaseolus vulga</u> <u>ris L.</u>).....	17
3.2.- Parte II. Obtención de exudados.....	21
3.3.- Parte III. Efecto de los exudados sobre la ve- locidad de transpiración en explantes de plántu- las de frijol.....	22

Capítulo	Página
4.- RESULTADOS.....	27
4.1.- Parte I. Estimación de la velocidad de transpi ración por explantes de frijol (<u>Phaseolus vul-</u> <u>garis L</u>).....	27
4.2.- Parte II. Obtención de exudados.....	37
4.3.- Parte III. Efecto de los exudados de raíz so-- bre la velocidad de transpiración en explantes de frijol.....	37
5.- DISCUSION.....	51
6.- CONCLUSIONES.....	55
7.- BIBLIOGRAFIA.....	56
8.- APENDICE.....	58

I.- INTRODUCCION

Trabajos realizados en los laboratorios de Fisiología Vegetal del Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados en Chapingo reportan que, durante los procesos de enraizamiento de estacas, de Salix caprea se liberan grandes cantidades de sustancias en el agua circundante. Dichos exudados disminuyen la transpiración en un 41% cuando son suministrados como sustrato acuoso a explantes de plántulas de frijol Phaseolus vulgaris L. (Larqué-Saavedra, datos no publicados).

Observando que hay pocos estudios sobre el tema y considerando la importancia de la transpiración en las plantas respecto al ahorro del agua, se plantearon los siguientes objetivos:

A.- Confirmar si los exudados de Salix caprea disminuyen la transpiración de Phaseolus vulgaris L.

B.- Investigar si exudados de otras especies de angiospermas leñosas puestas a enraizar afectan la transpiración.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Inducción de raíces:

La práctica del estacado o esqueje representa uno de los medios de propagación vegetativa más común e importante en el establecimiento de viveros, en floricultura, etc.

Van Tieghen y Douliot en 1888 (citado por Letham et al. 1978) encontraron que el sitio de formación de raíz dependía de la edad del tejido del tallo y de la época del año en que se pusieran a enraizar. Tan pronto como el tallo madura, el sitio de iniciación de raíz se mueve progresivamente hacia el interior del periciclo, en donde un gran número de células se agrandan radialmente, llevando a cabo, dos divisiones periclicinales para producir tres capas de células: la capa externa da lugar a la epidermis de la raíz, la segunda capa al cortex y las células internas forman al cilindro central.

La facultad que tiene un tallo a enraizar o de formar raíces se produce debido a la interacción de diferentes factores presentes en las células del tallo, así como, a la presencia de ciertas sustancias desplazables producidas en las hojas y en las yemas. Entre las sustancias que se transportan están las auxinas, azúcares, sustancias nitrogenadas, vitaminas y otros compuestos. A esto hay que agregar, la intervención de algunos factores ambientales como luz, temperatura, humedad y oxígeno, los cuales juegan un papel importante en este proceso, Janick (1963).

En sus investigaciones Letham et al. (1978) encontraron-

que la formación de raíces adventicias se originan a partir de células parenquimatosas, localizadas en los radios del parénquima del floema o en el floema. Sin embargo, se identificaron zonas en las que las raíces ocasionalmente pueden surgir, por ejemplo en médula, parénquima del xilema primario, epidermis y callos Letham et al. (1978). Priestley y Swingle en 1929 (citado por Letham et al. 1978) sugieren que el suministro de nutrientes de suelo puede ser otro factor que determine el sitio de formación de raíces.

Weaver (1972) divide la formación de raíces adventicias en dos fases:

a).- La primera consiste en la iniciación, caracterizada por la división celular y diferenciación de ciertas células parenquimáticas vivas de paredes delgadas, capaces de tornarse meristemáticas. En plantas leñosas, las raíces adventicias de estacas se originan generalmente en el floema secundario formando grupos de células pequeñas que se desarrollan ampliamente para formar primordios nuevos de raíz. En plantas herbáceas carentes de un cambium, las raíces iniciales se originan en las proximidades de los haces vasculares próximos al floema.

b).- La segunda fase corresponde a la de crecimiento, por medio de la división celular continua. De cada grupo de células comienza a formarse una estructura de ápice de raíz, desarrollándose un sistema vascular en el nuevo primordio, que se conecta con el haz vascular adyacente.

2.2.- Inducción de raíces en estacas por medio de reguladores-

del crecimiento.

Los reportes más antiguos encontrados acerca de la utilización de las auxinas para estacado, es la descrita por los -- jardineros holandeses quienes las utilizaron por muchos años -- para la estimulación de la formación de raíces, poniendo gra-- nos de semillas como fuente de auxinas en las camas donde colo-- caban las estacas Weaver (1972). Una de las funciones descri-- tas para las auxinas es la estimulación de la división celular, promoviendo la formación de raíces en estacas Weaver (1972).

Se demostró que el ácido indolacético (AIA) sintético y -- las sustancias relacionadas con el ácido indol-3-propiónico -- forman raíces y promueven el crecimiento de éstas Letham et al. (1978). El AIA es muy inestable en las plantas y se descompo-- ne rápidamente en soluciones no esterilizadas; los rayos del -- sol pueden inactivarlas en 15 minutos en una concentración de-- 10 ppm.

La utilidad práctica de las auxinas sintéticas como el á-- cido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenacético (ANA) en-- la propagación de plantas fue demostrada por Cooper (1935). El IBA es en la actualidad, el enraizador que comúnmente utilizan por su actividad auxínica débil que no desaparece ya que los -- sistemas de enzimas degradativas de auxinas, la destruyen en -- forma relativamente lenta. Otra característica favorable es-- que el IBA se desplaza muy poco o sea que se retiene cerca del sitio de aplicación, mientras que el ANA es tóxico, por lo que se evitan concentraciones altas Weaver (1972).

Otro compuesto auxínico es el ácido 2,4- diclorofenoxiacéti --

co (2,4-D) el cual promueve el enraizamiento de ciertas especies. Este compuesto sin embargo, se sabe que se desplaza rápidamente inhibiendo el desarrollo de los brotes y originando daños en ellos. Productos relacionados con el 2,4-D, tales como el ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) y el ácido 2,4,5-triclorofenoxil propiónico (2,4,5-TP) son buenos enraizadores y no dañan los brotes, si se utilizan a concentraciones muy bajas Weaver (1972).

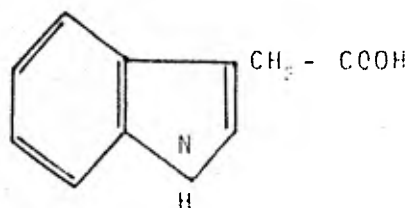
Una marcada estimulación de raíces adventicias en muchas plantas herbáceas se logra cuando se tratan con etileno Letham et al. (1978). Recientemente Kawase (1970), establece que altas concentraciones de Ethrel aumentan el número de raíces formadas en cortes de Salix alba.

Las giberelinas bajo ciertas circunstancias especialmente GA_3 , promueven la formación de raíces adventicias Kochba et al. (1974)

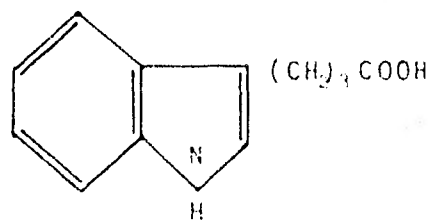
Muchas sustancias que generalmente no se consideran hormonas han sido aisladas de plantas, demostrándose que promueven el enraizamiento; entre ellas están la heliangina, aislada de hojas de Helianthus tuberosus, el ácido dihidroaspárgico y varios compuestos fenólicos como, el ácido clorogénico, catecol y pirogalol, ácido protocateico, ácido caféico, ácido salicílico, ácido gálico, ácido p-hidroxibenzóico y ácido tánico, las que actúan especialmente cuando son aplicados junto con las auxinas Letham et al. (1978) (Figura # 1).

F I G U R A No. 1

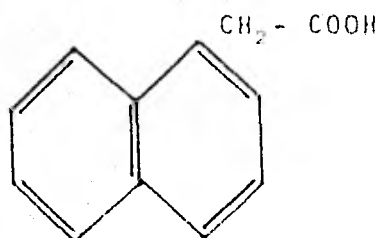
COMPUESTOS COMUNMENTE UTILIZADOS PARA FAVORECER EL
ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS



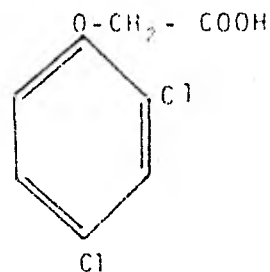
A.I.A.
(ácido indol acético)



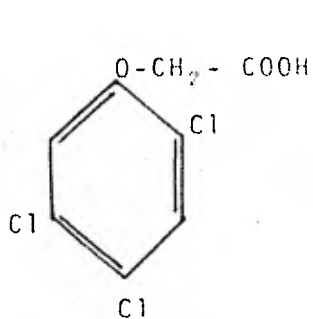
A.I.B.
(ácido indol butírico)



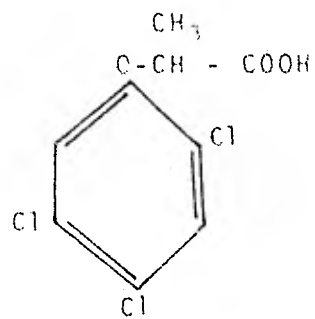
A.N.A.
(ácido naftalen acético)



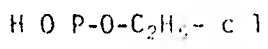
2,4-D (Acido
2,4-diclorofenoxiacético)



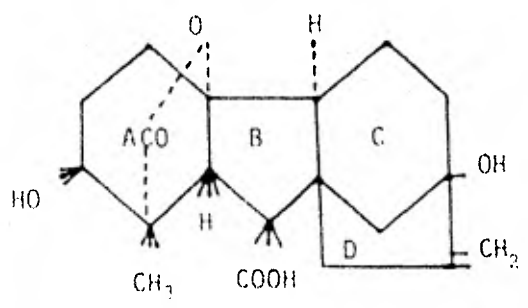
2,4,5-T (Acido
2,4,5-triclorofenoxiacético)



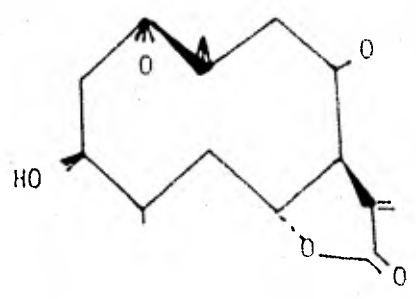
2,4,5-TP (Acido
2,4,5-triclorofenoxil)propiónica



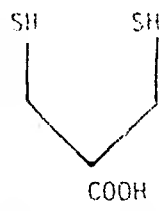
Ethrel



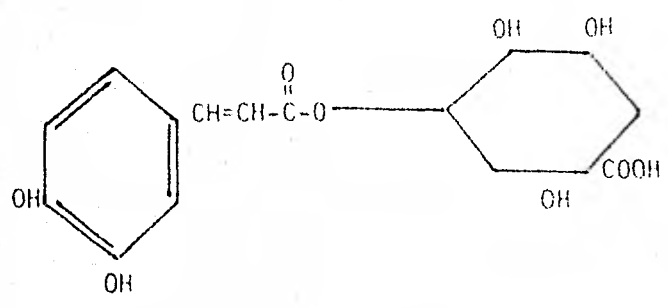
GA₃



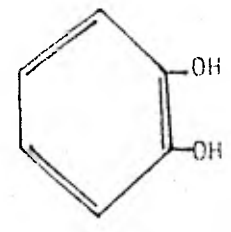
Heliangine



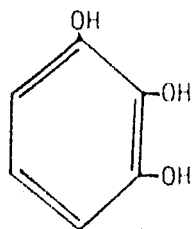
Acido Dihidroasparquísico



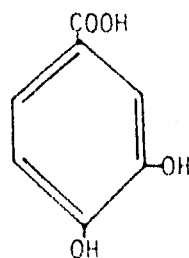
Acido Clorogénico



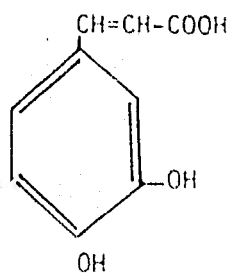
Catecol



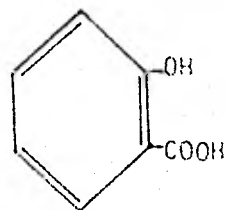
Pirogalol



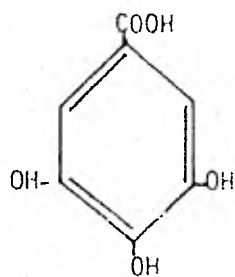
Acido Protocatéico



Acido Caféico



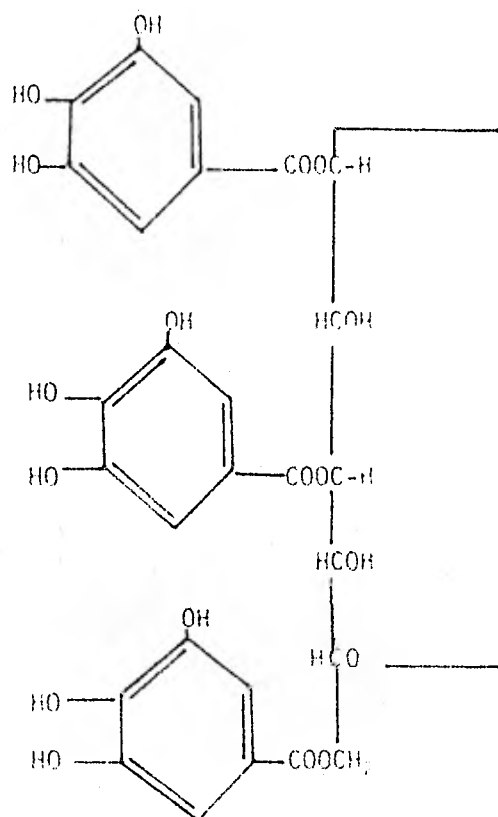
Acido Salicílico



Acido Gálico



p-Hidroxibenzoico



Acido Tánico

2.3.- Compuestos exudados durante el proceso de enraizamiento de plantas intactas.

La raíz de una planta en el ambiente edáfico es un sistema complejo de interacciones químicas, aleloquímicas y ecológicas Whittaker y Feeney (1971). Los microbiólogos del suelo -- fueron los primeros en dar atención a las diferencias en el ambiente, cercano a la superficie de la raíz Hale y Moore (1979).

Hale y Moore (1979) concluyeron de sus investigaciones, - que existen efectos químicos causados por compuestos residuales de cosechas previas. Otra evidencia indirecta es la aportada por los trabajos de Bird 1959, (citado por Letham et al. - 1978), quien afirmó, que los nemátodos y zoosporas de hongos - son atraídos fuertemente hacia la zona adyacente al ápice radical.

Las investigaciones hechas por Rovira (1969) señalan que la mayor fuente de exudados de las raíces es la zona que se encuentra inmediatamente por arriba del ápice de dicha raíz, identificándose por estudios de cromatografía en papel algunos de los compuestos exudados.

Rovira (1969) elaboró una lista de compuestos exudados -- por la raíz de plantas intactas de la especie Triticum aestivum L. El informe se hizo a partir de la recopilación de diez diferentes trabajos, todos identificados por cromatografía en papel, (ver cuadro # 1) que se reproduce a continuación).

C U A D R O No. 1

COMPUESTOS EXUDADOS POR RAIZ DE TRIGO
(Rovira y Mc Dougall, 1969)

Azúcares	Aminoácidos	Acidos orgánicos	Nucleótidos	Enzimas
Glucosa	Leucina	Oxálico	Flavina	Invertasa
Fructosa	Isoleucina	Málico	Adenina	Amilasa
Maltosa	Valina	Acético	Guanina	Proteasa
Galactosa	Acido amino butírico	Propiónico		
Ribosa	Glutamina	Butírico		
Xilosa	Alanina	Valérico		
Ramánosa	Aspargina	Cítrico		
Arabinosa	Serina	Succínico		
Rafinosa	Acido glutá mico	Fumárico		
Oligosacá ridos	Acido aspár tico	Glicólico		
	Glicina			
	Fenilalina			
	Treonina			
	Tirosina			
	Lisina			
	Prolina			
	Metionina			
	Cistationina			

2.4.- Compuestos exudados durante el proceso de enraizamiento en estacas.

Gesto, Vázquez y Vieitez (1977), determinaron en sus investigaciones que los extractos de agua de estacas de castaño (Castanea sativa Mill) y sauce (Salix viminalis L.) poseen diferentes efectos en el enraizamiento del frijol. Los primeros exudados de castaño nulificaron la actividad enraizadora, mientras que los exudados de S. viminalis incrementaron el enraizamiento a la vez que mostraron un ritmo en la exudación de sustancias endógenas favorecedoras del crecimiento. Se analizaron los exudados por cromatografía bidimensional, identificándose para ambas especies, los siguientes compuestos ácidos en la fracción e térea ácido p-hidroxibenzóico, ácido p-cumárico, ácido vanílico, ácido ferúlico, ácido gentísico, ácido salicílico, ácido --trans-cinámico.

Compuestos encontrados solo en castaño: escopuletina y el ácido p-hidroxifenil acético.

Compuestos encontrados solo en S. viminalis ácido caféico, esculetina, catecol, saligenina. Los dos últimos compuestos -- presentes en gran cantidad en los extractos, siendo éstos muy efectivos en incrementar el número de raíces de frijol.

Vancura (1965), en estudios realizados en cinco especies -- reporta la composición química de los compuestos exudados durante el enraizamiento cuando las estacas eran cortadas en dos fases del desarrollo (germinación y florecimiento) encontrándose -- que eran diferentes. Esto planteó que la composición de los exudados de estacas está relacionada con el estado de desarrollo --

de la planta.

2.5.- Factores ambientales y endógenos que afectan el enraizamiento:

La facultad que tiene un tallo para enraizar se debe a una interacción de factores ambientales y endógenos (fisiológicos) Janik (1963).

Ambientales:

Humedad.- La falta de humedad en el esqueje trae como resultado una desecación que se presenta antes de que haya tenido lugar la formación de raíces, debiéndose favorecer la utilización de neblina o llovizna para mantener una humedad relativa ambiental elevada o bien manteniéndose las estacas en agua permanentemente.

Temperatura.- El empleo de un fondo caliente destinado a mantener la temperatura a unos 24 C facilita la formación de raíces mediante la estimulación de la división celular en la zona de formación radicular.

Luz.- Inhibe la iniciación del enraizamiento variando con la especie de la planta, ya que las sustancias formadoras de raíz son inestables ante la luz.

Gases.- Actúan de diferente manera, por ejemplo niveles bajos de Nitrógeno determinan un incremento en el número de raíces producidas.

Endógenos (fisiológicos):

El nivel de auxinas elaboradas en la planta (así como aplicaciones químicas) se encuentran estrechamente asociadas con la formación de raíces adventicias de los esquejes.

La presencia de hojas y yemas ejercen una poderosa influencia sobre la formación de raíces en los esquejes ya que las yemas son una fuente de auxinas al igual que las hojas.

La edad y el estado de desarrollo de la planta son factores que afectan la calidad y cantidad de raíces formadas.

2.6.- Transpiración:

La transpiración se puede definir como la pérdida de agua en forma de vapor a través de las hojas de la planta, regulada por sistemas especiales (estomas en hojas y lenticelas en tallos herbáceos) y que permiten una comunicación con la atmósfera Miller (1967). La pérdida de vapor de agua vía estomas representa más de un 90% de la pérdida total; la transpiración lenticelar representa un máximo del 2 al 10% (Córdoba 1976).

Del total de agua absorbida por las plantas, más de un 95% lo pierden por transpiración y menos del 5% se utiliza dentro de la planta para reacciones de fotosíntesis, síntesis orgánica, hidratación del protoplasma para mantener el turgor y la estructura celular y como solvente (Kramer 1974).

Los procesos fisiológicos de absorción y transpiración de agua, están relacionadas por las columnas continuas de agua en el sistema del xilema de la planta. Así el movimiento que pasa a través de la planta, desde el suelo hasta el aire, se considera continuo. La absorción de agua se produce siguiendo gradien

tes decrecientes de potencial hídrico, del suelo a las raíces - y de éstas al xilema hasta las hojas.

Numerosos factores ambientales, anatómicos y fisiológicos - influyen en la transpiración de las plantas, dentro de los que se señalan por Kramer (1974):

a).- Luz: es uno de los factores ambientales más importantes por provocar la apertura de los estomas. De esta forma, los estomas estarán abiertos durante el día.

b).- Condiciones atmosféricas: tienen considerable influencia porque la intensidad de la pérdida de agua de las plantas - depende de la capacidad de la atmósfera para absorber humedad - (humedad relativa). Cuando la humedad relativa es baja, las hojas transpiran una gran cantidad de agua con el fin de equilibrar la humedad del medio que las rodea con el medio interno.

c).- Temperatura, puede afectar la intensidad de la transpiración en dos formas:

i).- Al elevarse la temperatura de la atmósfera aumenta la capacidad del aire para retener la humedad.

ii).- Las hojas expuestas directamente a la luz del sol tienen mayor temperatura que el aire que las rodea, por lo que aumenta la energía cinética de las moléculas de agua en el tejido esponjoso, aumentando su capacidad de difusión.

d).- Prácticas agrícolas como la aplicación de fungicidas - que contienen cobre aumenta la transpiración de las plantas. Otras aplicaciones como emulsión de aceite o aceite y urea reducen la transpiración.

Dentro de los factores anatómicos y fisiológicos que afec-

tan la transpiración podemos mencionar:

- a).- Tamaño, número y diámetro de los estomas.
- b).- Sistema radical.
- c).- Edad de la planta.
- d).- Concentración de la solución de la savia.
- e).- Superficie foliar y características de las hojas (se-
rosidad, espinas, etc.)

Larqué-Saavedra (datos no publicados), demostró el efecto de los exudados de *Salix caprea* sobre la velocidad de transpiración en explantes de frijol, reduciéndola hasta en un 41% respecto al control de agua destilada.

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Estimación de la velocidad de transpiración en ex--
plantes de frijol (Phaseolus vulgaris L.)

a).- Se sembraron 40 semillas de frijol Phaseolus vulga--
ris L. c v. Cacahuate, en 5 hileras con 8 semillas cada una en
cajas de madera de 45 X 35 X 7 cm. que contenía vermiculita. -
Se regaron cada tercer día (fig. # 2). Larqué-Saavedra A. (1978)

b).- Se dejaron desarrollar bajo condiciones de invernade
ro de 15 a 16 días hasta alcanzar a formar las primeras hojas-
cotiledonarias (prófilos), y una altura de aproximadamente 25
cm. (fig. # 3). Larqué-Saavedra A. (1978)

c).- Con el fin de que las plántulas se ambientaran para-
la realización del bioensayo, veinticuatro horas antes se trans
firieron las cajas del invernadero a las cámaras de crecimien-
to (Sherer modelo 4005-oB) con un fotoperíodo de 12 horas con
tubos fluorescentes incandescentes 40 W, 5000 Lux de intensi--
dad y $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ día y noche con 65% de humedad relativa (fig.# 4).

d).- Se prepararon frascos de 110 c.c. de capacidad, con-
un volumen de 30 c.c. de agua destilada (testigo) y solución--
problema a un pH de 6.5 (6 repeticiones por tratamiento), cada
tratamiento consistió en realizar diferentes cortes con el fin
de establecer la hora, posición y lugar así como cortes libres
o bajo el agua (fig. # 5).

e).- Posteriormente se pesaron los frascos con los explan
tes en una balanza eléctrica analítica modelo (Sartorius 2354),
se colocaron en la cámara antes mencionada por veinticuatro ho



Fig. # 2. Teriliare cu plantule de fructe (*Fraxinus vulgaris* L. s.v. *Fraxineta*).

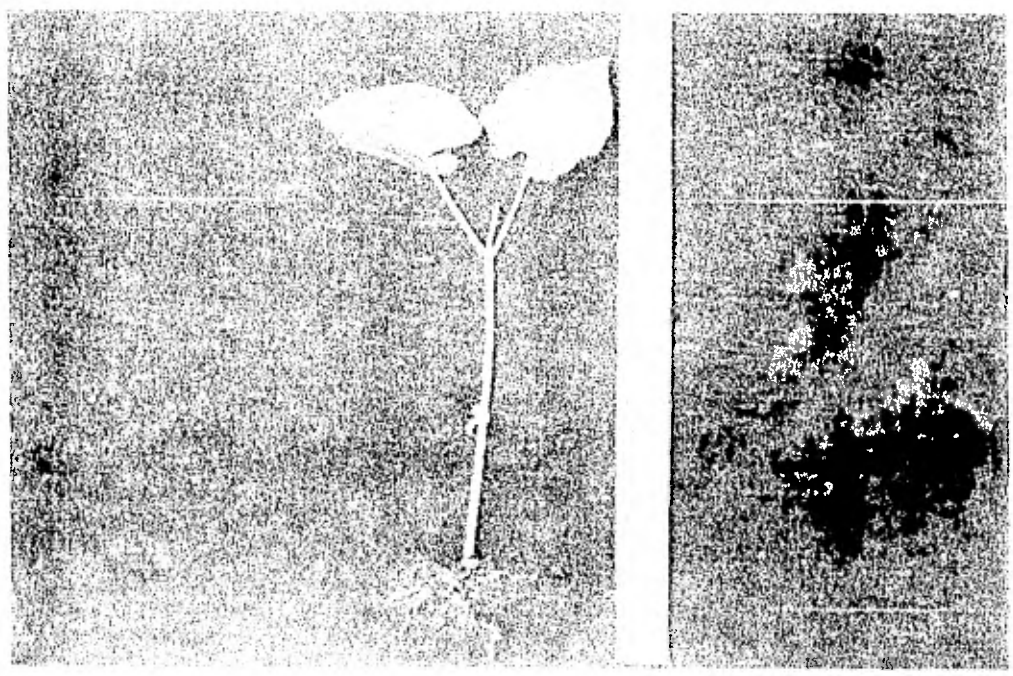


Fig. # 3. Clădirea de la sursă (planșă realizată la cort).

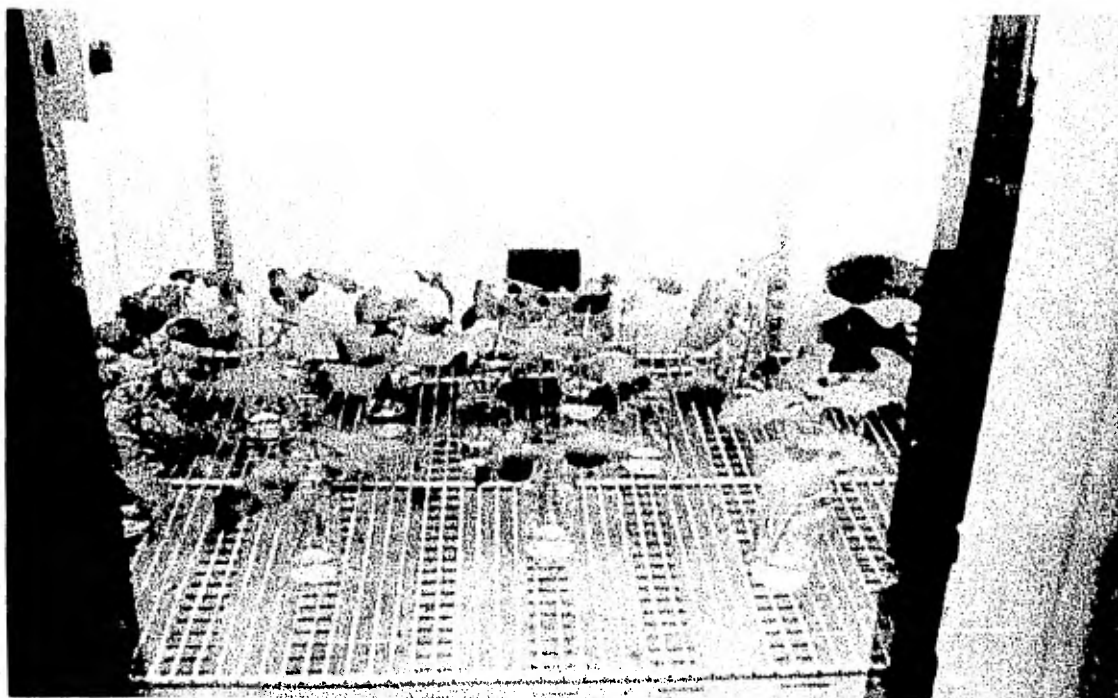


Fig. # 4 Cámara de crecimiento mostrando el biensayo.

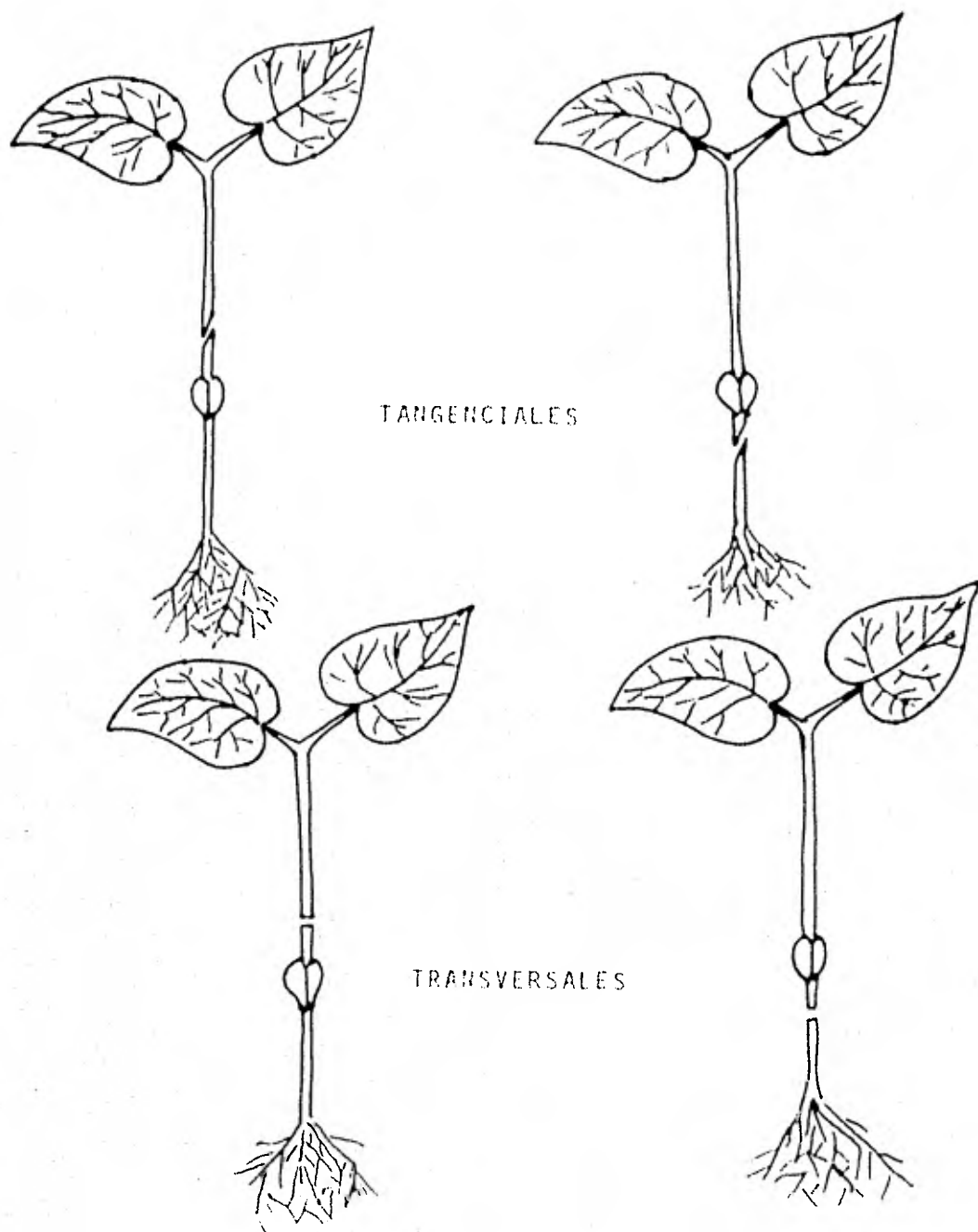


Fig. # 5 Diagrama de los diferentes tipos de cortes empleados para establecer el mejor corte.

ras (los explantes se obtuvieron de los diferentes cortes).

f).- Transcurrido el tiempo indicado se procedió a pesar los frascos para sacar el porcentaje de la transpiración.

g).- Posteriormente se midió el área foliar cortando las hojas primarias de Phaseolus vulgaris en la base (ápice) del peciolo e inmediatamente se pasaron a un integrador de área foliar automático, (marca Hayashi Denko Co LTD tipo AAM-5) para sacar las superficies de las hojas en cm^2 .

La reducción de la transpiración se sacó según la relación siguiente: $T = \frac{P_i - P_f}{A_f} t$ donde P_i =Peso inicial- P_f =peso final en mg sobre A_f =Área foliar por t =tiempo en horas.

3.2.- Obtención de exudados:

a).- Se cortaron estacas de plantas leñosas de las siguientes especies: Sambucus mexicana, Merium oleander, Berberis trifolia, Ligustrum japonicum, Tamarix gallica, Viburnum stellatum, Populus alba, Prunus serotina, Acacia farnesiana, Oreopanax sp, Magnolia grandifolia, Salix babilónica, Salix chilensis, Salix caprea. Los cortes se hicieron en trozos de 30-40-cm. de longitud, con tijeras de podar con doble filo, el corte de la base donde aparecerá la raíz se efectuó corto y bajo un brote o una yema y un poco inclinado según metodología de ---- Brumm (1970).

b).- Las estacas ya cortadas se etiquetaron debiéndose tomar en cuenta que todas las partes basales estuvieran a un mismo lado.

c).- Las estacas de las 15 especies factibles de este fe-

nómeno, fueron obtenidas de material vegetal que crece en las instalaciones de la U.A.CH., en Chapingo Edo. de México entre el 29 de agosto y el 28 de septiembre de 1979 (fig. # 6 y 7).

d).- Las estacas se colocaron en una cubeta de plástico - de 5 litros con agua destilada (una para cada especie).

e).- Si las estacas enraizaron (fig. # 8) se tomó el exudado liberado en el agua se etiquetó y se colocan en frascos - color ámbar, en caso que no se usara inmediatamente se puso en refrigeración.

f).- En algunos casos se observó una descomposición del - agua lo cual se trató de eliminar con un burbujeo por 2 horas - cada tercer día como en el caso de Sambucus mexicana.

g).- De las 15 especies puestas a enraizar solo se logra - ron 6 trabajándose con el exudado de las mismas (Cuadro # 2).

3.3.- Efecto de los exudados de raíz sobre la velocidad de - - transpiración de explantes de frijol.

a).- Se filtraron los exudados obtenidos (3.2), a través de algodón para detener las partículas grandes.

b).- Posteriormente se pasaron por un filtro de papel - - Whatman del No. 1 en un matraz Kitassato y embudo Bushner de - - porcelana; extracción por medio de bomba de vacío (50 cm. de - - Hg.).

c).- El filtrado se centrifugó (en una centrifuga Sorvall modelo R C-5), por 20 minutos a 3000 rpm para precipitar aún - - más los residuos y evitar taponaduras en los vasos del xilema.

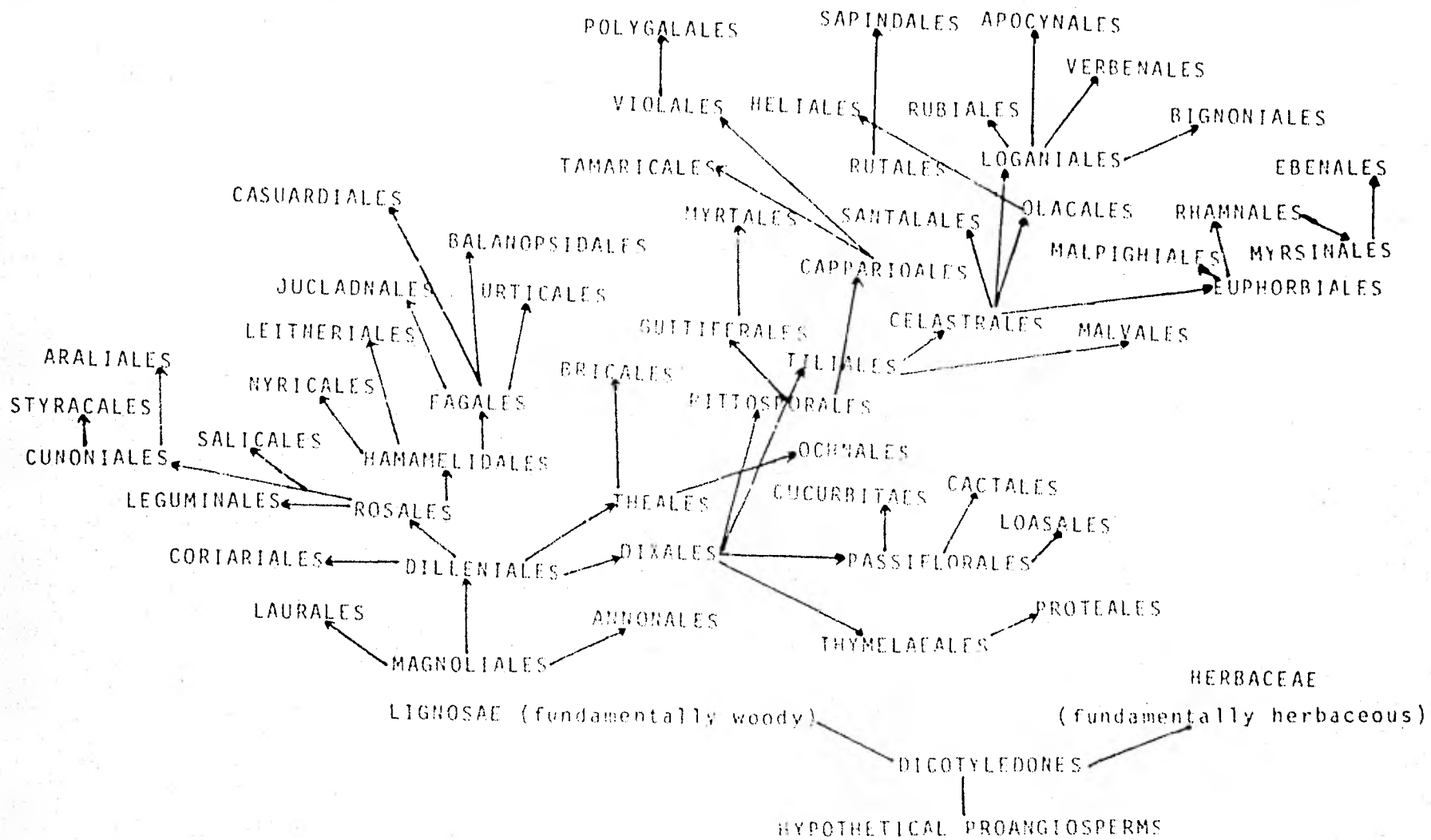
d).- Para asegurar la pureza de los filtrados, se hicieron -



Fig. 2. Material vegetal seleccionado en las instalaciones de la Estación de Biología de la Universidad de la Habana.



Fig. 3. Material vegetal seleccionado en las instalaciones de la Estación de Biología de la Universidad de la Habana.



Cuadro # 2 Diagrama que muestra la probable relación filogenética de los ordenes de Angiospermas según Hutchinson tomado de Biochemical Systematics (Alston 1963).

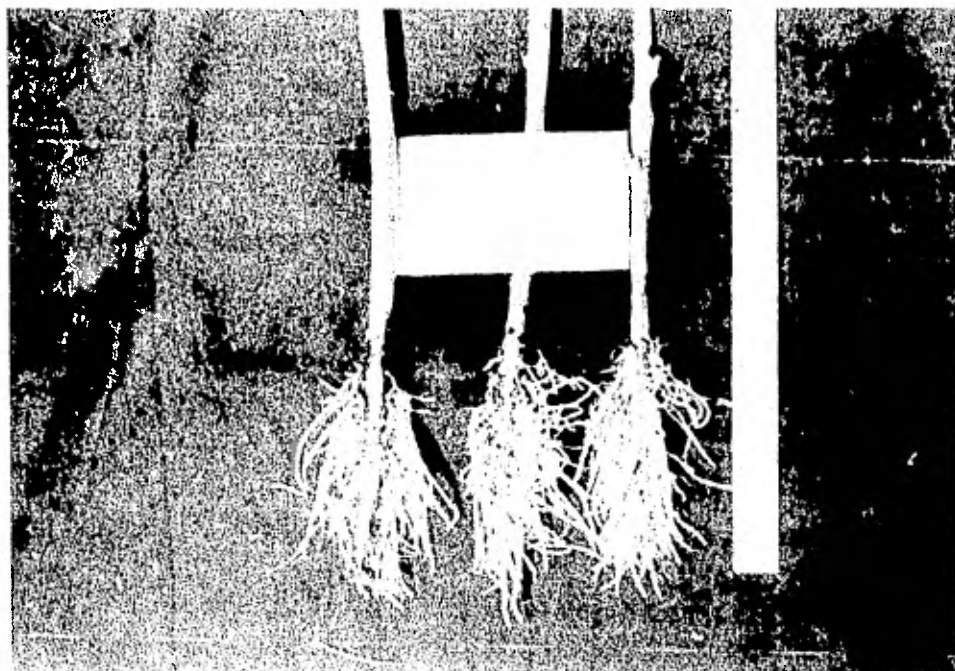


Fig. # 8 Estaca enraizada de Salix caprea.

pasar por un filtro Millipore de poro fino, en un matraz Kitassato y embudo especial con bomba de vacío (50 cm. de Hg.). Este proceso sirvió para mantener libre de hongos y/o bacterias - que pudieran estar presentes en los exudados.

e).- Se procedió al establecimiento del bioensayo, que consistió en colocar los explantes en la solución problema (exudados de las especies enraizadas), 30 c.c. por frasco y un testigo con agua destilada con 6 repeticiones para cada extracto a un pH de 6.6 ± 0.1 para ambos casos.

f).- Posteriormente se pesaron los frascos, siguiendo el procedimiento descrito en la parte 3.1. incisos e, f y g.

4.- RESULTADOS

4.1.- BIOENSAYO: Estimación de la velocidad de transpiración en explantes de frijol Phaseolus vulgaris L.

Para estimar la transpiración de explantes de frijol se llevaron a cabo 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno y distribuidos completamente al azar dentro de la cámara de crecimiento, según el procedimiento descrito. Los resultados se muestran en la figura # 9, donde se observa que sí hubo efecto debido al lugar y forma de corte, para la obtención del explante, los resultados podríamos resumirlos como sigue:

- a).- Corte tangencial por arriba del cotiledón.
0.212 ± 0.014 mg cm² hoja / 24 horas
- b).- Corte tangencial por abajo del cotiledón.
0.160 ± 0.009 mg cm² hoja / 24 horas
- c).- Corte transversal por arriba del cotiledón.
0.145 ± 0.023 mg cm² hoja / 24 horas
- d).- Corte transversal por abajo del cotiledón
0.122 ± 0.008 mg cm² hoja / 24 horas

Es de notarse que el tratamiento a) es el que dió mayores resultados de consumo de agua cm² hoja, mientras en el tratamiento d) es con el que menor consumo de agua se obtuvo. (fig. # 9)

Una vez determinada la posición y tipo de corte (fig. # 10) se diseñaron 4 experimentos con 6 repeticiones cada uno siguiendo el procedimiento señalado para determinar la mejor ho-

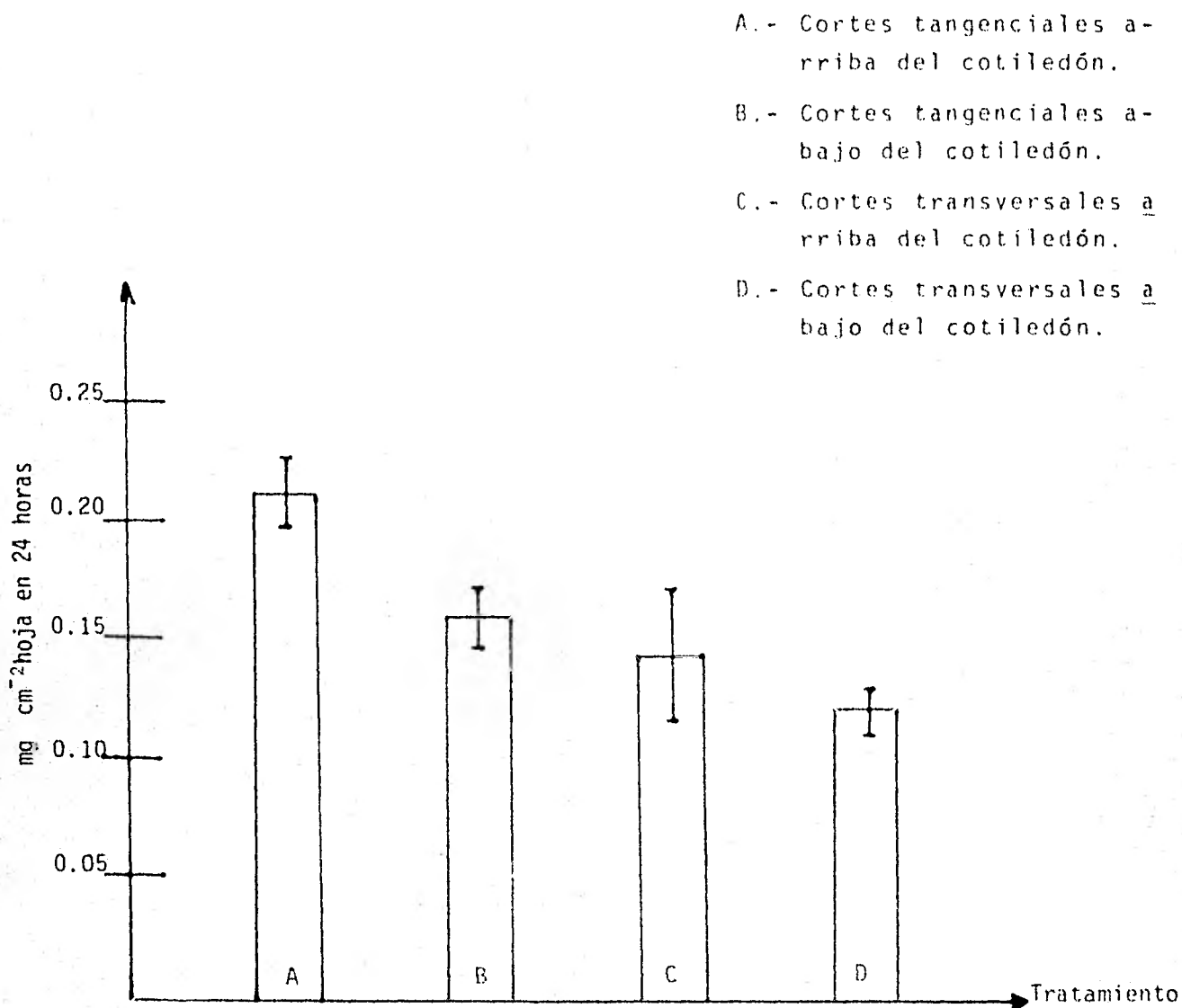


Fig. # 9 Efecto de la posición del corte y lugar en los explantes de Phaseolus vulgaris L. en la transpiración. Donde cada columna representa la media de 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno + error estandar.

Para la figura # 9 se trata de un arreglo completamente al azar para 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno, para observar el efecto de la posición del corte y lugar en los explantes de frijol Phaseolus vulgaris L. en la transpiración.

ra para correr los experimentos. En esta ocasión se realizaron los cortes tangenciales por arriba de los cotiledones en base a los resultados anteriores dejando los explantes transpirar por 24 horas.

Los resultados se muestran en la figura # 11, en donde se pueden observar los siguientes resultados:

- a).- Corte a las 8:30 horas $0.255 \pm 0.014 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}/24$ horas.
- b).- Corte a las 10:30 horas $0.178 \pm 0.021 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}/24$ horas.
- c).- Corte a las 12:30 horas $0.160 \pm 0.010 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}/24$ horas.
- d).- Corte a las 14:30 horas $0.147 \pm 0.010 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}/24$ horas.

Se puede observar que los experimentos iniciados a las 8:30 horas dan los mejores resultados de consumo de agua mientras que si los experimentos son realizados a las 14:30 horas, la reducción obtenida es del 42.36% con respecto a los experimentos iniciados a las 8:30 horas.

Finalmente se consideró pertinente estimar el efecto del corte bajo el agua sobre dicho consumo de agua por los explantes en comparación con los cortados al aire libre, ya que se sabe que los conductos del xilema transportan agua y si se cortan al aire se deja un vacío interrumpiéndose el suministro de agua; para comprobar, se hicieron 3 experimentos con 6 repeticiones cada uno. Dichos experimentos se llevaron a cabo bajo las condiciones descritas, haciendo los cortes tangenciales --

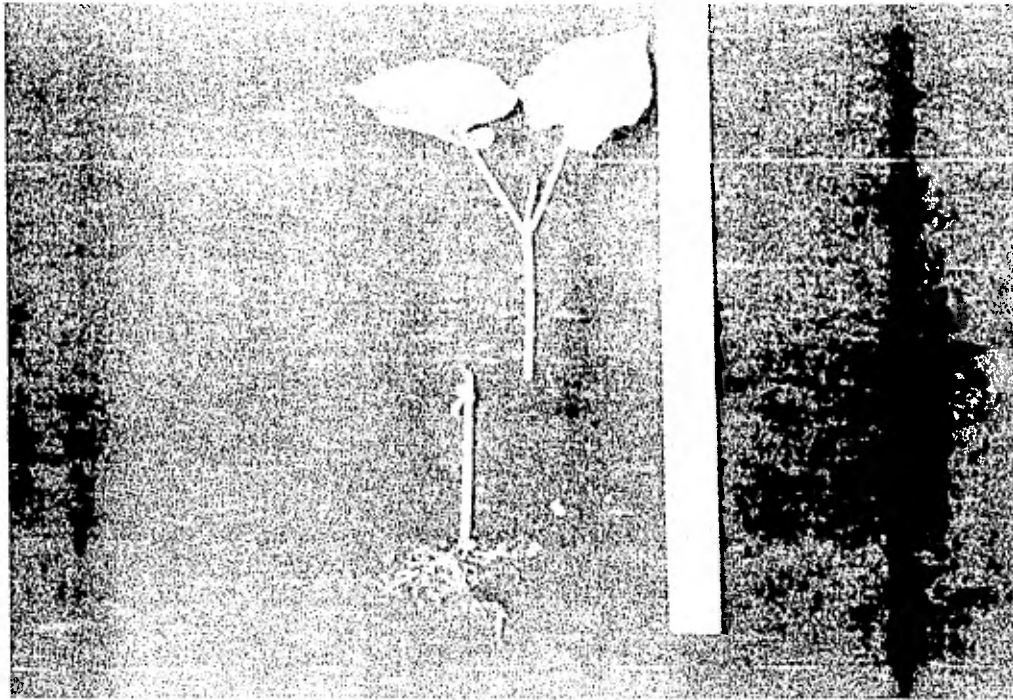


Fig. #10 Corte apropiado de los explantes de plántulas de feijol. *Phaseolus vulgaris* L.

- A.- Corte a las 8:30 horas
B.- Corte a las 10:30 horas
C.- Corte a las 12:30 horas
D.- Corte a las 14:30 horas

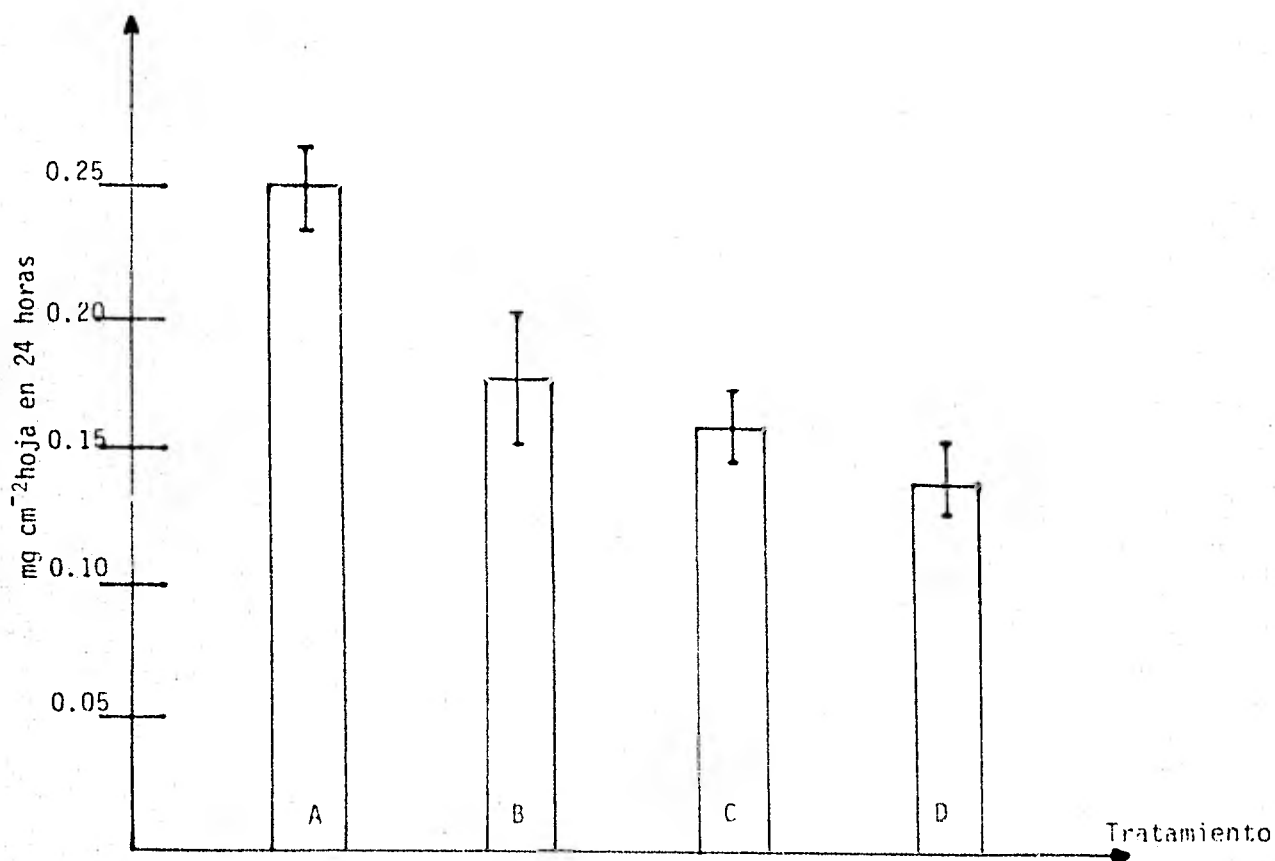


Fig. # 11 Efecto de la hora de corte en explantes de Phaseolus vulgaris L. sobre la transpiración en 24 horas. Cada columna representa la media de 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno \pm error estándar.

Para la figura # 11 se trata de un arreglo completamente al azar para 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno para observar el efecto de la hora de corte en explantes de Phaseolus vulgaris L. sobre la transpiración en 24 horas.

por arriba de los cotiledones, iniciándose a las 8:30 horas y siendo preparados los explantes bajo el agua y al aire libre.- Los resultados se señalan en la figura # 12 donde se observa - que cuando los cortes se hacen bajo el agua, el consumo de agua por los explantes es en promedio 17% mayor que aquellos explantes cortados al aire libre.

a).- Corte bajo el agua 0.132 ± 0.008 mg cm^{-2} hoja/24 horas.

b).- Corte al aire libre 0.113 ± 0.004 mg cm^{-2} hoja/24 horas.

A.- Cortes bajo el agua
B.- Cortes al aire libre

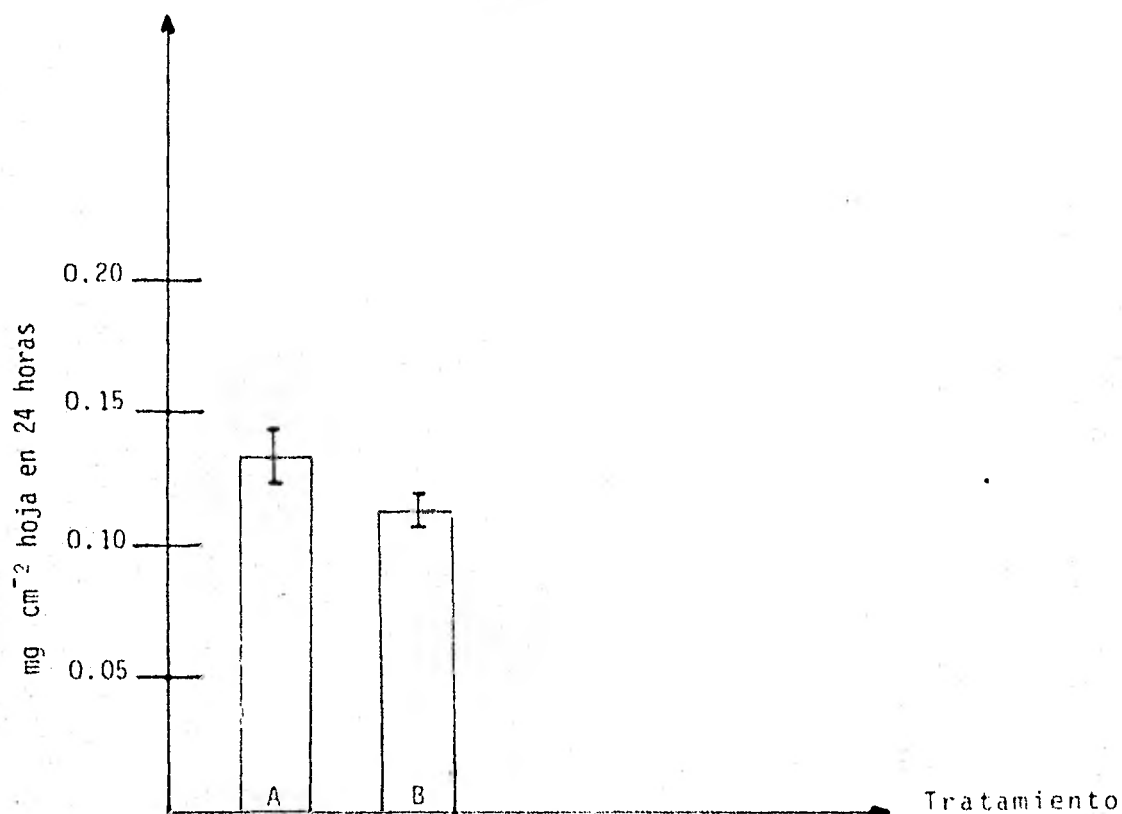


Fig. # 12 Efecto de los cortes al aire libre y bajo el agua en los explantes de plántulas de frijol Phaseolus vulgaris L. sobre la transpiración en 24 horas. Las columnas A y B representan la media de 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno \pm error estándar.

Para la figura # 12 se trata de un arreglo completamente al azar para 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno para observar el efecto de los cortes al aire libre y bajo el agua en los explantes de plántulas de frijol Phaseolus vulgaris L.

4.2.- Obtención de exudados.

De las 15 especies diferentes de Angiospermas leñosas con capacidad enraizadora (Brumm 1970), solo se obtuvieron resultados positivos en 6 de ellas las cuales se anotan a continuación:

Sambucus mexicana, Nerium oleander, Tamarix gallica, Salix babilónica, S chilensis, S caprea. De las especies que no enraizaron estan Berberis trifolia, Ligustrum japonicum, Viburnum stellatum, Pyrus communis, Populus alba, Prunus serotina, Acacia farnesiana, Oreopanax sp, Magnolia grandifolia.

4.3.- Efecto de los exudados sobre la velocidad de transpiración en explantes de plántulas de frijol.

Una vez establecido el bioensayo, se procedió a analizar el efecto de los exudados que se obtuvieron de las estacas de las diferentes especies enraizadoras sobre la transpiración.

Primeramente se analizaron los exudados del género Salix. El agua en donde se enraizaron las estacas de Salix, fue filtrada como se indicó en la sección de materiales y métodos y de esta forma se almacenó en refrigeración. Un día antes de correr el bioensayo descrito, parte de dicha agua con los exudados se dejó a temperatura ambiente para prevenir cualquier alteración debida a temperatura.

Se corrieron 3 experimentos. Cada experimento con 6 repeticiones, utilizando las condiciones descritas. Los resultados se anotan en la figura # 13 en donde se observa que los exudados de Salix caprea reducen hasta un 43.2% la transpiración --

C U A D R O No. 2

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	OBSERVACION	TIEMPO DE ENRAIZAMIENTO
Caprifoliaceae	<u>Sambucus mexicana</u>	Sauco	si enraizó -	29 días
Apocinaceae	<u>Nerium oleander</u>	Rosa laurel	si enraizó -	15 días
Berberidaceae	<u>Berberis trifolia</u>	Palo amarillo	no enraizó -	-----
Oleaceae	<u>Ligustrum japonicum</u>	Trueno	no enraizó -	-----
Tamaricaceae	<u>Tamarix gallica</u>	Tamaris	si enraizó -	15 días
Caprifoliaceae	<u>Viburnum stellatum</u>	Gotita	no enraizó -	-----
Rosaceae	<u>Pyrus communis</u>	Pera	no enraizó -	-----
Salicaceae	<u>Populus alba</u>	Alamo	no enraizó -	-----
Rosaceae	<u>Prunus serotina</u>	Capulín	no enraizó -	-----
Leguminosae	<u>Acacia farnesiana</u>	Acacia	no enraizó -	-----
Araliaceae	<u>Oreopanax sp.</u>	Aralia	no enraizó -	-----
Magnoliaceae	<u>Magnolia grandifolia</u>	Magnolia	no enraizó -	-----
Salicaceae	<u>Salix babilonica</u>	Sauce llorón	si enraizó -	15 días
Salicaceae	<u>Salix chilensis</u>	Sauce	si enraizó -	15 días
Salicaceae	<u>Salix caprea</u>	Sauce	si enraizó -	15 días

Especies puestas a enraizar donde se anota la familia, especie, nombre vulgar, observación si enraizó o no y el tiempo de enraizamiento.

respecto al control con agua destilada. Exudados de S babilónica y S chilensis el 39.3% y 41.2% respectivamente.

Resumiendo lo expresado en dicha gráfica tenemos lo siguiente:

- a).- Control agua destilada 0.102 ± 0.006 mg cm^{-2} hoja/24 horas. Transpiración 100%
- b).- Salix caprea 0.058 ± 0.002 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 56.8%
Reducción de transpiración 43.2%
- c).- Salix babilónica 0.062 ± 0.006 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 60.7%
Reducción de transpiración 39.3%
- d).- Salix chilensis 0.060 ± 0.005 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 58.8%
Reducción de transpiración 41.2%

Los exudados provenientes de estacas de diferentes especies enraizadas (ver cuadro # 3) fueron analizados utilizando el mismo planteamiento descrito anteriormente.

Los resultados están representados en la figura #14. Dichos experimentos son producto únicamente de exudados filtrados a través de papel filtro Whatman del No. 1. Resumiendo los datos de la figura indicada tenemos lo siguiente:

- a).- Control agua destilada 0.110 ± 0.003 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 100%

Reducción de transpiración

- b).- Tamarix gallica 0.074 + 0.005 mg cm⁻² hoja/24 horas.
 Transpiración 67.2 %
 Reducción de transpiración 32.8 %
- c).- Nerium oleander 0.074 + 0.005 mg cm⁻² hoja/24 horas.
 Transpiración 67.2 %
 Reducción de transpiración 32.8 %
- d).- Salix caprea 0.064 + 0.003 mg cm⁻² hoja/24 horas.
 Transpiración 58.1 %
 Reducción de transpiración 41.9 %
- e).- Sambucus mexicana 0.052 + 0.004 mg cm⁻² hoja/24 ho--
 ras.
 Transpiración 47.2 %
 Reducción de transpiración 52.8 %

Dados los resultados anteriores, puede apreciarse una re--
 ducción mínima de transpiración del 32.8%. Se observó además -
 que los tallos de los explantes presentaban una región de aspec--
 to mucilaginoso dentro del tallo figuras 15, 16, 17, 18, 19; de
 bido a esto se decidió hacer una filtración posterior de los --
 exudados a través de un sistema de filtro millipore con el obje--
 to de prevenir invasiones de hongos y/o bacterias.

Se corrieron 2 experimentos independientes y cada experi--
 mento con 6 repeticiones cada uno, éstos se hicieron con los e--
 xudados filtrados a través de un sistema de filtro millipore co--
 rridos en la forma indicada. Los datos graficados se pueden --
 ver en la figura # 20 donde se resume lo siguiente:

A.- Control agua destilada

B.- Salix caprea

C.- Salix babilónica

D.- Salix chilensis

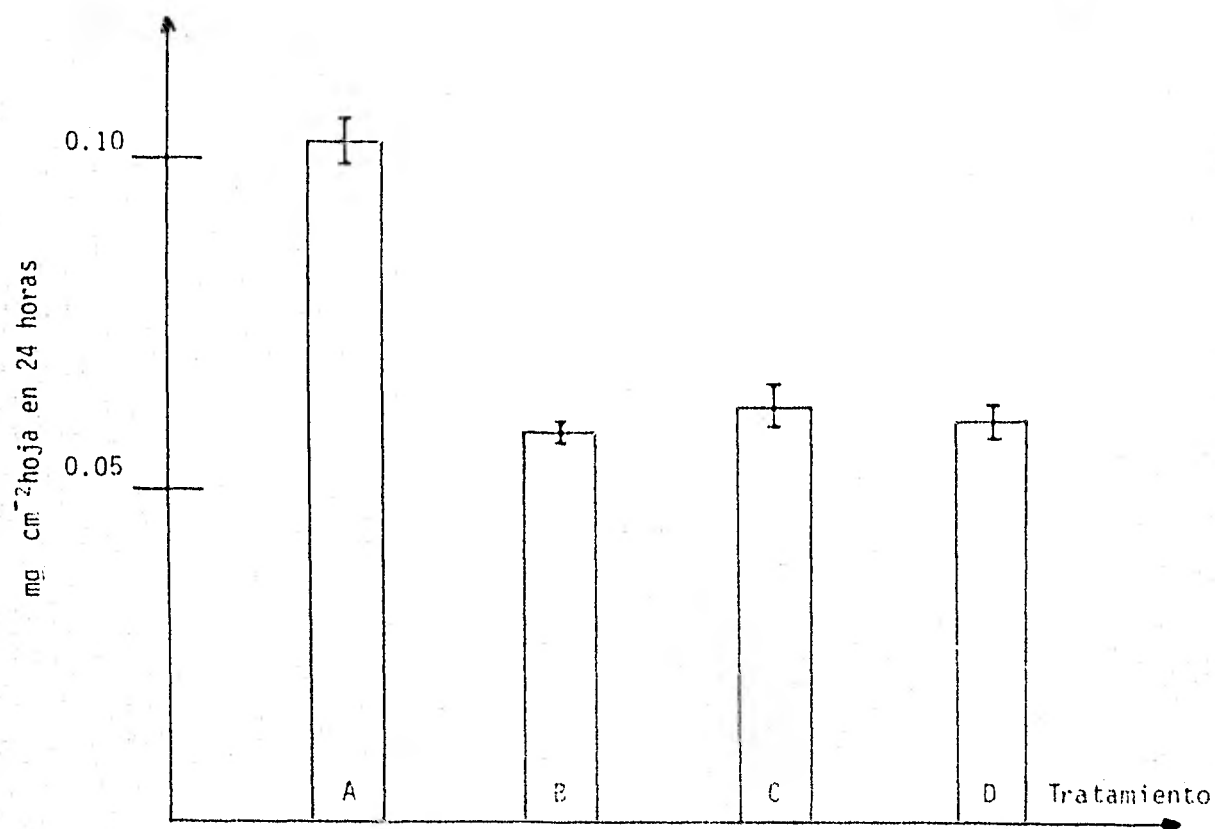


Fig. # 13 Efecto de los exudados de 3 especies diferentes del género Salix en comparación con el control de agua destilada en la transpiración de Phaseolus vulgaris L. en 24 horas. Cada columna representa la medida de 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno \pm error standard.

Para la figura # 13 se trata de un arreglo completamente al azar, para 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno para observar el efecto de 3 especies diferentes del género Salix en la transpiración de Phaseolus vulgaris L.

A.- Control agua destilada

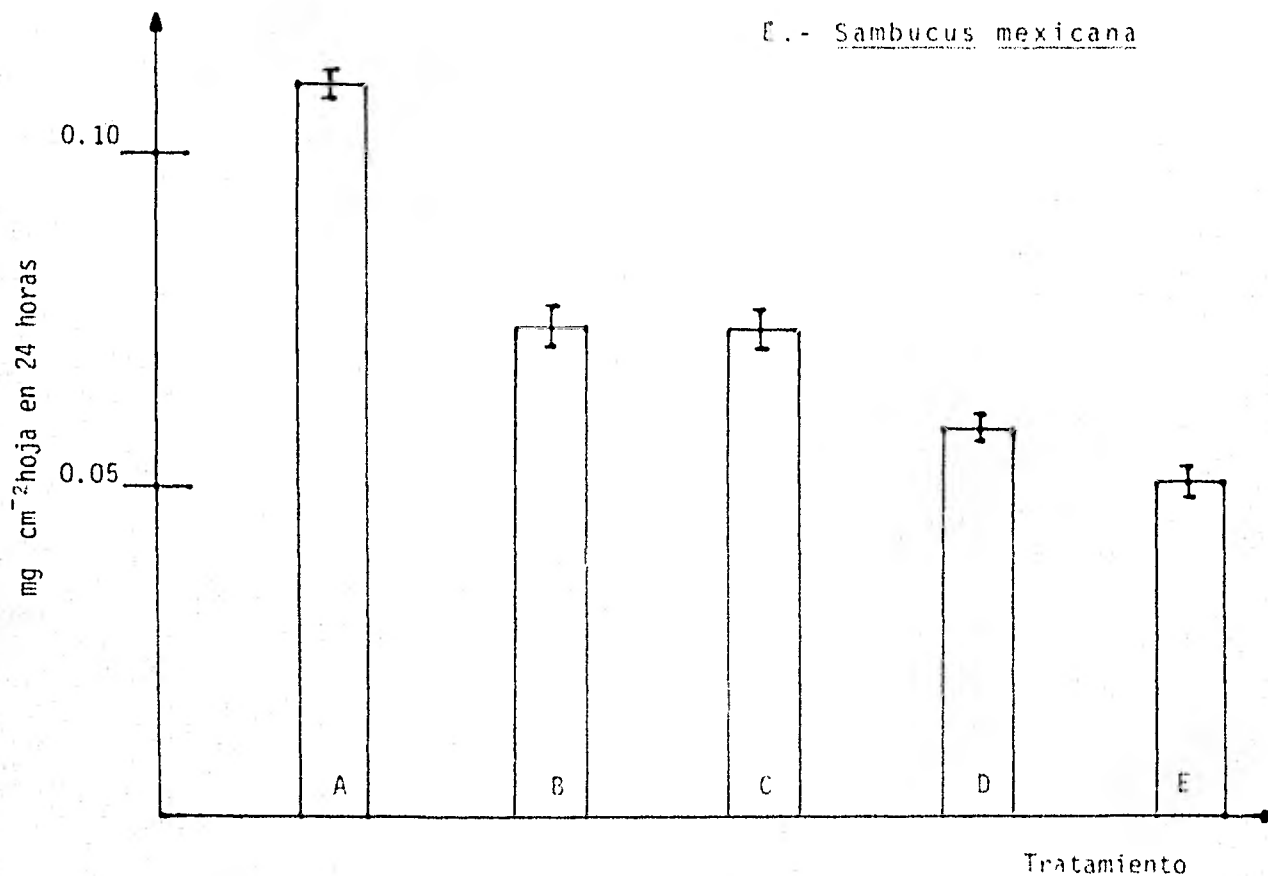
B.- Tamarix gallicaC.- Nerium oleanderD.- Salix capreaE.- Sambucus mexicana

Fig. # 14 Efecto de los exudados de 4 especies diferentes en comparación con el control de agua destilada sobre la transpiración de Phaseolus vulgaris L. en 24 horas. Cada columna representa la media de 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno \pm error estándar.

Para la figura # 14 se trata de un arreglo completamente al azar para 3 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno para observar el efecto de los exudados de 4 especies diferentes sobre la transpiración de Phaseolus vulgaris L.

Fig. # 15 Fotomicrografía de un corte transversal en tallo de Phaseolus vulgaris donde se observan los conductos del xilema con la sustancia de aspecto mucilaginoso.

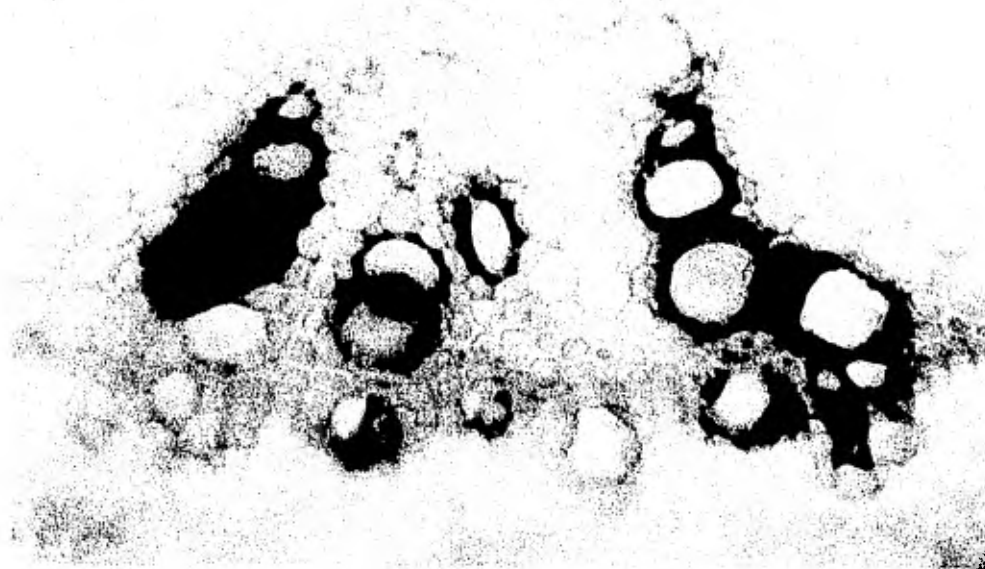


Fig. # 16 Fotomicrografía de un corte transversal en tallo de Phaseolus vulgaris a mayor acercamiento donde se aprecia zonas oscuras que contienen sustancia mucilaginoso.

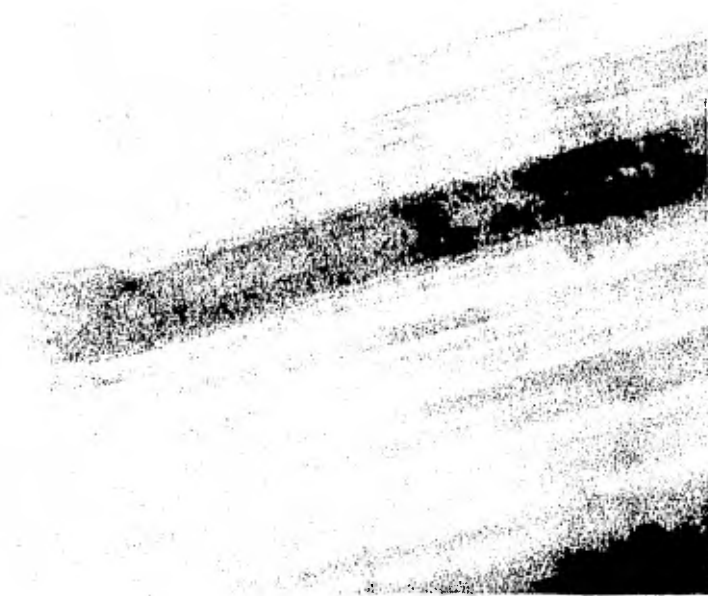


Fig. # 17 Fotomicrografia de un corte longitudinal en tallo de Phaseolus vulgaris donde se aprecia a lo largo de un conducto de xilema la sustancia de aspecto mucilaginoso en primer plano.



Fig. # 18 Fotomicrografia de un corte longitudinal en tallo de Phaseolus vulgaris donde se aprecia a lo largo del conducto del xilema la sustancia en segundo plano.



Fig. # 19 Fotomicrografia de un corte longitudinal en tallo de Phaseolus vulgaris donde se aprecia a lo largo del conducto del xilema la sustancia de aspecto mucilaginoso en tercer plano.

- a).- Control agua destilada 0.093 ± 0.005 mg cm^{-2} hoja/24-
horas.
Transpiración 100 %
Reducción de transpiración 0 %
- b).- Nerium oleander 0.067 ± 0.005 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 72.0 %
Reducción de transpiración 28 %
- c).- Tamarix gallica 0.066 ± 0.005 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 70.9 %
Reducción de transpiración 29.1 %
- d).- Salix caprea 0.061 ± 0.004 mg cm^{-2} hoja/24 horas.
Transpiración 65.5 %
Reducción de transpiración 34.5 %

Como se observa, los exudados de estas estacas, fueron capaces de reducir la transpiración mínimo en un 28%.

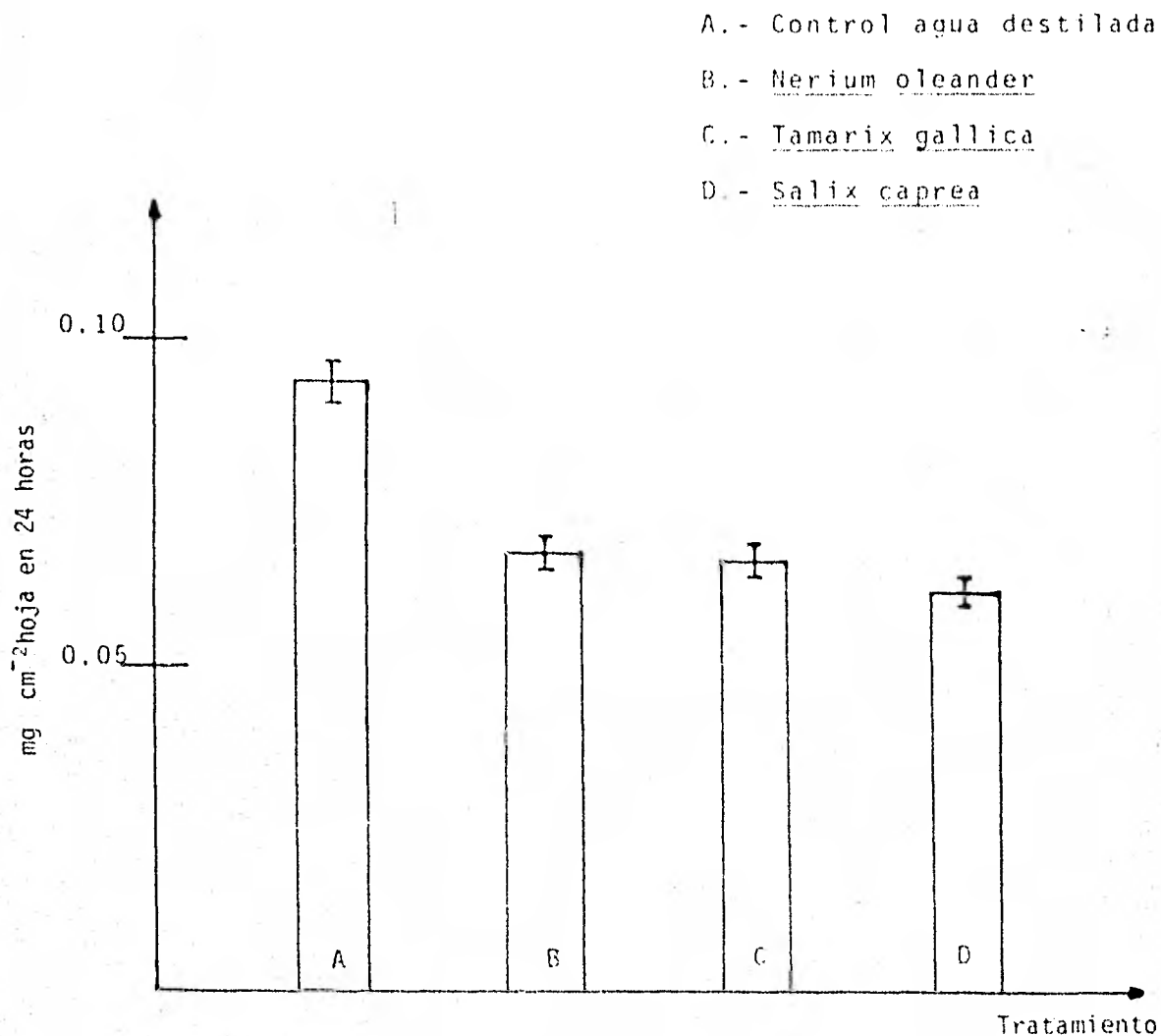


Fig. # 20 Efecto de los exudados pasados a través de filtro Millipore de tres especies diferentes en comparación -- con el control de agua destilada sobre la transpiración de Phaseolus vulgaris L. en 24 horas. Cada columna representa la media de 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno.

Por la figura # 20 se trata de un arreglo completamente al azar para 2 experimentos independientes con 6 repeticiones cada uno para observar el efecto de los exudados pasados a través de filtro Millipre de tres especies diferentes sobre la transpiración de Phaseolus vulgaris.

D I S C U S I O N

El efecto de los compuestos exudados por las raíces de es-
tacas de Salix caprea, sobre la reducción en la transpiración-
fue investigada por Larqué-Saavedra (datos no publicados), - -
quien encontró que los exudados de raíz de dicha planta provo-
can una reducción de la transpiración de explantes de Phaseo--
lus vulgaris en un 41% respecto al control con agua destilada.
Esta reducción fue confirmada por los resultados obtenidos en-
el presente trabajo.

Experimentos preliminares nos llevaron a determinar aspec-
tos que deberán tomarse en cuenta para realizar bioensayos tal
como:

a).- Lugar y tipo de corte ya que no todos los cortes pre-
sentan el mismo porcentaje de transpiración debido a que la -
presencia del cotiledón representa una fuente de suministro --
tanto de energía como de agua y si se deja puede alterar los -
resultados; por lo tanto, los cortes deberán ser arriba del co-
tiledón. Respecto al tipo de corte, éste deberá ser tangencial,
debido a que al realizarlo de esta manera se expone una mayor -
área de absorción.

b).- La intensidad de transpiración de las plantas varía -
durante el día estableciéndose la mejor hora por la mañana a -
partir de las 7 a las 9 de la mañana.

c).- El hacer cortes bajo el agua se hace para evitar que-
las fuerzas de cohesión de las moléculas de agua se rompan y --
sea la causa de una reducción en la transpiración.

De los exudados de las 6 especies enraizadas pensamos que la colecta fue buena. Respecto a las 9 especies que no enraizaron probablemente influyeron varios factores entre los cuales se puede mencionar: época del año, lugar de corte, etc. Consideramos importante que en próximos estudios se coloquen las estacas en frascos cerrados de color ámbar con el objeto de evitar la introducción y multiplicación de material orgánico que altere el agua, así como aplicarle al agua algún antibiótico para evitar la formación de hongos y/o bacterias, cuyos exudados puedan de alguna manera enmascarar los resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos y al analizar las gráficas de los bioensayos para determinar la velocidad de transpiración en explantes de plántulas de frijol, se determinó que el efecto de los exudados de raíz de las tres especies del género Salix reducen en promedio un 41.2% la transpiración respecto al control con agua destilada. Por otro lado el efecto de los exudados de raíz de diferentes especies, redujeron la transpiración en diferente grado: para el caso de Sambucus mexicana hasta un 52.8%, para Nerium oleander un 32.8% y para Tamarix gallica un 32.8%.

Los porcentajes de reducción de transpiración de los explantes de frijol causados por los exudados de raíz de diferentes especies después de haber sido pasados por el sistema de filtro millipore, la variación fué mínima respecto a los no pasados por dicho sistema como se puede observar: para Salix caerea un 34.5%, para Tamarix gallica un 29.9% y para Nerium oleander un 28.0% (control de agua = 100%).

Los exudados de raíz de las diferentes especies analizadas, causaron una considerable variación en la intensidad de la transpiración, ya sea con o sin filtración millipore respecto a los controles con agua destilada, por lo cual podemos pensar que dicha variación se daba a dos causas posibles:

1.- Un cambio en la concentración de la savia puede reducir el movimiento del agua que pasa a través del sistema del xilema, causa que se presenta, cuando las plantas se ven infectadas por hongos y/o bacterias liberando toxinas (Larqué-Saavedra 1980).

2.- Los esquejes liberan una gran cantidad de sustancias y reguladores del crecimiento (Rovira 1969), alguna de las cuales pudiere alterar las funciones normales de la transpiración.

En los bioensayos de los lotes experimentales realizados se apreció en los tallos (conductos del xilema) una zona café de aspecto mucilaginoso. Esto nos llevó a pensar que podría tratarse de una invasión de hongos y/o bacterias desarrollados en los exudados, para lo cual se procedió a realizar una serie de sistemas de filtraciones para tratar de eliminarlos (filtración por medio de una bomba de vacío, centrífuga y por último, con filtro millipore).

Respecto a si puede haber una relación filogenética (cuadro # 2 pag. 24), de los exudados de las especies tratadas podemos pensar que no existe debido a que se encontró efecto en especies no relacionadas filogenéticamente.

Creemos que se cumplieron los objetivos ya que por un lado se comprobó que los exudados de Salix caprea disminuyen la-

transpiración de Phaseolus vulgaris y por otro lado se comprobó que exudados de otras especies también afectan la transpiración. Considerando que no hay trabajos realizados en lo referente se plantea ésta una nueva forma de buscar antitranspirantes analizando exudados de raíces de diferentes especies.

Por último queremos proponer que en próximos trabajos se continúen los estudios respecto a la sustancia mucilaginosa aprecida en los tallos, ya que ésta puede ser una causa en la reducción de la transpiración.

C O N C L U S I O N E S

- I.- Respecto a la estimulación de la velocidad de transpiración esta resultó mayor cuando se hizo el corte bajo el agua, tangencialmente, por arriba del cotiledón y a las 8:30 horas.
- II.- Existen especies que tienen la propiedad de enraizar fácilmente, sin embargo, existen otras especies que son -- más difíciles de lograrlo. De las 15 especies estudiadas solo enraizaron 6.
- III.- Respecto al efecto de los exudados de las especies que enraizaron sobre la velocidad de transpiración:
- a).- Se redujo la transpiración por exudados de Salix (S. caprea, S. babilónica, S. chilensis). De las tres especies se obtuvieron resultados de reducción en promedio de un 41.2% respecto al control de agua destilada.
- b).- Exudados de otras especies también redujeron la transpiración: Tamarix gallica un 32.8%, Nerium oleander 32.8%, Sambucus mexicana 52.8% respecto al control de agua destilada.

B I B L I O G R A F I A

- ALSTON R. E. TURNER L. B. 1963. Biochemical Systematics. Ed.-
Prentice Hall Inc. U.S.A. 404 pags.
- BRUMM, B. O. 1970. La multiplicación de las frondosas y las
coníferas Ed. Blume Barcelona. 139 pags.
- CORDOBA, V. C. 1976. Fisiología vegetal. Ed. Blume Barcelona
450 pags.
- COOPER, W. C. 1935. Hormones in relation to root formation on
stem cuttings plant physiol 10, 789-794
- GESTO, M. D. V.; VAZQUEZ, A. y VIEITEZ 1977. Rooting substan-
ces in water extracts of Castanea sativa and Salix
viminialis. Physiol Plant. 40: 265-268
- HALE, M. G. y MOORE, L. D. 1979. Factors affecting root exu-
dation II. Departament of Plant Pathology and
Physiology, Virginia Polytechnic Institute and --
State University Blacksbur, Virginia. Advances -
in Agronomy vol 31
- HEATH, O. V. S. 1977. La estadística en la investigación expe-
rimental. Ed. Omega Barcelona. 82 pags.
- HARTMANN, H. T. y KESTER, D. E. 1968. Plant Propagation Ed.-
Prentice Hall Inc. U.S.A.
- JANICK, J. 1963. Horticultural Science. W. H. Freeman and --
Company U.S.A. 472 pags.
- KAWASE, M. 1970. Root-promoting substances in Salix alba Phy-
siology Plant. 23: 159-170

- KOCHBA, J. et al 1974. Stimulation of rooting of Citrus embryos by Gibberellic Acid Adenine Sulphate Ann-Bot. 38,
- KRAMER, J. P. 1974. Relaciones hidricas del suelo y planta. Edutex, S.A. México.
- LARQUE-SAAVEDRA, A. 1978. The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on Phaseolus vulgaris. Physiology Plant 43: 126-128
- LARQUE-SAAVEDRA, A. 1980. Fisiología vegetal experimental: El agua en las plantas Ed. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México 171 p.p.
- LARQUE-SAAVEDRA, A. 1980. (datos no publicados) Physiological analysis of the rooting bath os stem-cutting of Salix caprea: germination, growth, transpiration-rate and stomatal aperture Centro de Botánica Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- LETHAM, D. S. GOODWIN, P. B. y HIGGINS, T. J. V. 1978. Phytohormones and related compounds a comprehensive - - treatise. Vol II Elsevier/North Holland. Biomedical Press. Amsterdam. 632 pags.
- MILLER, V. E. 1967. Fisiología vegetal U.T.H.E.A. México. 344 pags.
- ROVIRA, D. A. 1969. Plant root exudates Bot. Rev. 35 (35-57)
- VANCURA, V. y HOVADIK, S. 1965. Root exudates of plant. II - - Plant and Soil: (21-32)

WEAVER, J. R. 1972. Plant growth substances in agriculture --
Freeman U.S.A. 594 pags.

WHITTAKER, R. H. 1971. Allelochemics: Chemical interactions -
between species Science 171, 757-770

A P E N D I C E

CUADRO # 1 Datos del primer experimento del análisis de diferentes tipos de cortes sobre la velocidad de transpiración de explantes de Phaseolus vulgaris.

$$T = \frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar} \cdot t}$$

CORTES TANGENCIALES

CORTES TRANSVERSALES

Experimento	Arriba del cotiledón	Abajo del cotiledón	Arriba del cotiledón	Abajo del cotiledón
1	1.- 0.185	0.152	0.217	0.123
	2.- 0.199	0.131	0.114	0.117
	3.- 0.303	0.126	0.294	0.101
	4.- 0.222	0.169	0.121	0.115
	5.- 0.230	0.129	0.133	0.107
	6.- 0.243	0.180	0.112	0.120
	$\bar{x}=0.230$	$\bar{x}=0.141$	$\bar{x}=0.165$	$\bar{x}=0.113$
2	1.- 0.201	0.234	0.110	0.167
	2.- 0.205	0.201	0.196	0.096
	3.- 0.189	0.170	0.118	0.181
	4.- 0.205	0.160	0.168	0.101
	5.- 0.139	0.151	0.083	0.159
	6.- 0.234	0.168	0.089	0.127
	$\bar{x}=0.195$	$\bar{x}=0.180$	$\bar{x}=0.125$	$\bar{x}=0.138$

$\bar{x}0.212 \pm 0.014 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}$

$\bar{x}0.160 \pm 0.009 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}$

$\bar{x}0.145 \pm 0.023 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}$

$\bar{x}0.122 \pm 0.008 \text{ mg cm}^{-2}$

$\frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar}} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Area foliar}} = \text{Peso perdido en mg cm}^{-2} \text{ hoja}$

CUADRO # 2 Datos del segundo experimento del análisis de diferente hora de corte en la velocidad de transpiración de explantes de Phaseolus vulgaris corte tangencial arriba del cotiledón.

$$T = \frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar}} t$$

HORA DEL DIA

Experimento	8:30	10:30	12:30	14:30
1	1.- 0.304	0.147	0.128	0.167
	2.- 0.268	0.170	0.126	0.096
	3.- 0.327	0.229	0.162	0.181
	4.- 0.340	0.163	0.166	0.101
	5.- 0.278	0.153	0.202	0.159
	6.- 0.252	0.212	0.130	0.127
	$\bar{x} = 0.294$	$\bar{x} = 0.179$	$\bar{x} = 0.152$	$\bar{x} = 0.138$
2	1.- 0.202	0.119	0.194	0.155
	2.- 0.231	0.195	0.183	0.166
	3.- 0.200	0.271	0.185	0.196
	4.- 0.173	0.247	0.146	0.126
	5.- 0.279	0.126	0.157	0.164
	6.- 0.221	0.105	0.152	0.137
	$\bar{x} = 0.217$	$\bar{x} = 0.177$	$\bar{x} = 0.169$	$\bar{x} = 0.157$

$$\bar{x} 0.255 \pm 0.014 \text{ mg cm}^{-2}$$

$$\bar{x} 0.178 \pm 0.021 \text{ mg cm}^{-2}$$

$$\bar{x} 0.160 \pm 0.010 \text{ mg cm}^{-2}$$

$$\bar{x} 0.147 \pm 0.010 \text{ mg cm}^{-2}$$

$$\frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar}} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Area foliar}} \text{ Peso perdido en mg cm}^{-2} \text{ hoja}$$

CUADRO # 3 Datos del tercer experimento del análisis de cortes libres y bajo el agua en la velocidad de transpiración de explantes de *Phaseolus vulgaris* corte tangencial arriba del cotiledón.

$$T = \frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar} \cdot t}$$

CORTES LIBRES

Primer experimento	Segundo experimento	Tercer experimento
1.- 0.122	0.124	0.160
2.- 0.128	0.111	0.117
3.- 0.099	0.108	0.120
4.- 0.110	0.095	0.132
5.- 0.117	0.106	0.139
6.- 0.099	0.077	0.133
$\bar{x} = 0.112$	$\bar{y} = 0.103$	$\bar{z} = 0.126$
$\bar{x} 0.113 \pm 0.004 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}$		

CORTES BAJO EL AGUA

Primer experimento	Segundo experimento	Tercer experimento
1.- 0.142	0.116	0.120
2.- 0.137	0.129	0.181
3.- 0.130	0.100	0.158
4.- 0.114	0.117	0.177
5.- 0.130	0.126	0.115
6.- 0.150	0.122	0.120
$\bar{x} = 0.134$	$\bar{y} = 0.118$	$\bar{z} = 0.145$
$\bar{x} 0.132 \pm 0.008 \text{ mg cm}^{-2} \text{ hoja}$		

$$\frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar}} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Area foliar}} = \text{Peso perdido en mg cm}^{-2} \text{ hoja}$$

CUADRO # 4 Datos del cuarto experimento del análisis de diferentes exudados de raíz del género Salix sobre la velocidad de transpiración de explantes de Phaseolus vulgaris corte tangencial arriba del cotiledón.

$$T = \frac{P_i - P_f}{\text{Area foliar}} t$$

Experimento	Control	<u>S. caprea</u>	<u>S. babilónica</u>	<u>S. chilensis</u>
1	1.- 0.080	0.054	0.062	0.048
	2.- 0.085	0.051	0.047	0.062
	3.- 0.062	0.052	0.051	0.047
	4.- 0.069	0.048	0.058	0.049
	5.- 0.104	0.047	0.047	0.043
	6.- 0.076 $\bar{x} = 0.079$	0.062 $\bar{x} = 0.052$	0.076 $\bar{x} = 0.056$	0.073 $\bar{x} = 0.053$
2	1.- 0.114	0.065	0.099	0.059
	2.- 0.127	0.084	0.062	0.083
	3.- 0.131	0.067	0.069	0.066
	4.- 0.124	0.065	0.085	0.067
	5.- 0.156	0.057	0.057	0.069
	6.- 0.176 $\bar{x} = 0.138$	0.052 $\bar{x} = 0.065$	0.042 $\bar{x} = 0.068$	0.114 $\bar{x} = 0.076$
3	1.- 0.072	0.055	0.073	0.044
	2.- 0.105	0.063	0.048	0.070
	3.- 0.108	0.053	0.088	0.062
	4.- 0.084	0.070	0.068	0.045
	5.- 0.080	0.057	0.048	0.055
	6.- 0.085 $\bar{x} = 0.089$	0.052 $\bar{x} = 0.058$	0.054 $\bar{x} = 0.063$	0.040 $\bar{x} = 0.052$

Control con agua destilada $\bar{x}0.102+0.006$ mg cm² de hoja
Salix caprea..... $\bar{x}0.058+0.002$ mg cm² de hoja
Salix babilónica..... $\bar{x}0.062+0.006$ mg cm² de hoja
Salix chilensis..... $\bar{x}0.060+0.005$ mg cm² de hoja

CUADRO # 5 Datos obtenidos para 3 experimentos independientes del análisis de diferentes exudados de raíz de distintas especies sobre la velocidad de transpiración de Phaseolus vulgaris corte tangencial arriba del cotiledón.

Control	<u>S. caprea</u>	<u>Tamarix gallica</u>	<u>Nerium oleander</u>	<u>Sambucus mexicana</u>
1.- 0.090	0.045	0.074	0.052	0.047
2.- 0.088	0.041	0.061	0.068	0.062
3.- 0.093	0.068	0.066	0.077	0.066
4.- 0.076	0.067	0.068	0.079	0.048
5.- 0.109	0.057	0.057	0.061	0.047
6.- 0.095	0.061	0.082	0.043	0.052
$\bar{x}=0.091$	$\bar{x}=0.056$	$\bar{x}=0.068$	$\bar{x}=0.064$	$\bar{x}=0.054$
1.- 0.132	0.055	0.071	0.054	0.050
2.- 0.133	0.065	0.065	0.093	0.070
3.- 0.139	0.064	0.091	0.089	0.037
4.- 0.137	0.059	0.071	0.086	0.044
5.- 0.153	0.057	0.076	0.071	0.063
6.- 0.132	0.064	0.106	0.057	0.042
$\bar{x}=0.137$	$\bar{x}=0.060$	$\bar{x}=0.080$	$\bar{x}=0.075$	$\bar{x}=0.051$
1.- 0.100	0.069	0.068	0.096	
2.- 0.115	0.080	0.061	0.065	
3.- 0.112	0.076	0.107	0.091	
4.- 0.120	0.054	0.074	0.089	
5.- 0.097	0.066	0.063	0.083	
6.- 0.116	0.056	0.074	0.084	
$\bar{x}=0.110$	$\bar{x}=0.066$	$\bar{x}=0.074$	$\bar{x}=0.084$	

Control con agua destilada..... $\bar{x}0.110\pm0.003$ mg cm² de hoja
Salix caprea..... $\bar{x}0.060\pm0.003$ mg cm² de hoja
Tamarix gallica..... $\bar{x}0.074\pm0.005$ mg cm² de hoja
Nerium oleander..... $\bar{x}0.074\pm0.005$ mg cm² de hoja
Sambucus mexicana..... $\bar{x}0.052\pm0.004$ mg cm² de hoja