

CARACTERES ANATOMICOS

EN

RAICES DE «TARAXACUM KOK-SAGHYZ»

Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO EN CAUCHO ¹

POR JORGE RAUL ORBEA

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha sido introducida en el país una planta cau-chera de origen asiático, *Taraxacum kok-saghyz* Rodin. En la U.R.S.S. se cultivan en gran escala variedades selectas de esta especie. Como la semilla introducida ha dado por resultado una población sumamente heterogénea, el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina encara en la actualidad el estudio de dicha planta con el propósito de adaptarla a nuestro medio y de obtener variedades de mayor rendimiento. Para ello se realizan ensayos ecológicos e investigaciones de orden genético, fisiológico, anatómico, etc.

En el presente trabajo se describen ciertos aspectos anatómicos de la especie y su relación con el porcentaje de caucho; también se hace una reseña de los métodos de coloración ensayados.

RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

Para la descripción anatómica se ha tomado como base el trabajo de Ernst Artschwager y Ruth C. McGuire (3) donde se hace una descripción detallada de todos los órganos de la planta ilustrándolo a la vez con abundantes fotografías y dibujos.

¹ Trabajo efectuado en el Laboratorio de Citología del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina y presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en agosto de 1946.

Rudenskaya (9) realizó un trabajo acerca de la evolución del sistema laticífero en las distintas edades de la planta en el que llega a interesantes conclusiones.

Un folleto publicado por Imperial Agricultural Bureaux (7) trata de las nuevas plantas caucheras cultivadas en la U.R.S.S. Se hace en él un resumen de la evolución del *kok-saghyz* desde su descubrimiento hasta su cultivo y selección con propósito de explotación económica.

La bibliografía referente a métodos de teñido y colorantes se tratará en oportunidad de desarrollarse el tema.

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Taraxacum kok-saghyz Rodin pertenece a la tribu *Cichorieae*, subfamilia *Liguliflorae* correspondiente a la familia *Compositae*. La familia *Compositae* se caracteriza por el gran desarrollo del aparato secretor que es de índole distinta en sus dos subfamilias, pues es resinífero en las Tubulifloras y laticífero en las Ligulifloras. No hace excepción a esto *Taraxacum kok-saghyz*, en el que es notable el desarrollo de su sistema laticífero.

El sistema laticífero puede presentar distinta estructura en las diferentes familias y especies. Así se puede presentar en forma de células laticíferas, es decir, células parenquimáticas que contienen látex; tubos, cuando son elementos unicelulares sumamente alargados (apocitos), y vasos cuando constan de numerosos elementos anastomosados (simplastos). Así tenemos que en *Parthenium argentatum* (guayule) el látex se halla contenido en células parenquimáticas laticíferas, en *Cryptostegia grandiflora* (4) en tubos y en *kok-saghyz* en vasos laticíferos. En esta última especie los vasos laticíferos no se encuentran en el embrión pero aparecen en la plántula en cuanto germina la semilla.

El desarrollo de la estructura secundaria comienza con la actividad del cambium y del felógeno; da por resultado la desintegración de la estructura primaria debido a la presión ejercida por las nuevas células.

El cilindro cambial da origen hacia el interior a tejido conductor leñoso constituido por vasos escaleriformes y parénquima. Así queda formado en la parte central un cilindro de xilema compacto, pues no hay médula visible.

Este cilindro está rodeado por el cambium, el cual da origen hacia el exterior a capas alternadas concéntricas de haces de floema y parénquima (Fig. 1); este último constituido únicamente por células de paredes celulósicas delgadas y alargadas en el sentido del eje longitudinal de la raíz, con una longitud que oscila entre 120 y 180 micrones. Observadas transversalmente son redondeadas y su diámetro varía entre 15 y 30 micrones.

La actividad del cambium en la formación del floema es mucho mayor que para la formación de xilema y así se observa en raíces

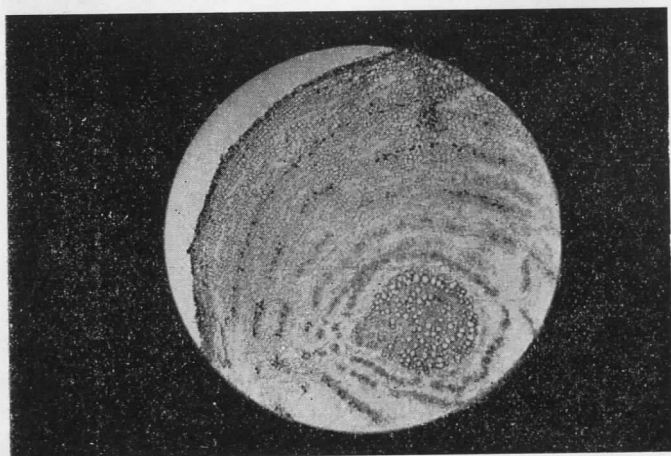


Fig. 1. — Fotomicrografía de un corte transversal de una raíz adulta. Se puede observar el centro de xilema con grandes vasos leñosos, le rodea el floema con los círculos de vasos laticíferos y la peridermis, $\times 20$.

adultas que el radio del xilema es la quinta o sexta parte del radio total de la raíz.

Junto al cambium los hacecillos se encuentran muy próximos entre sí, por lo que es difícil distinguirlos; aparecen como un círculo continuo de vasos laticíferos y tubos cribosos, pero a medida que se consideran capas de floema más periféricas se los observa más distanciados unos de otros. En los hacecillos cercanos a la peridermis los mismos vasos se distancian y se los puede ver corriendo longitudinalmente desde un grupo a otro.

Las capas de floema no constituyen círculos continuos sino que se componen de varios grupos o hacecillos separados entre sí por tejido parenquimático que forma radios no bien definidos. El número de estos hacecillos por cada capa varía entre 10 y 25 y su número puede

dar una idea de la actividad del cambium. Los hacecillos están constituidos por tubos cribosos, células anexas o acompañantes, parénquima liberiano y vasos laticíferos. Los tubos cribosos alcanzan el máximo de su tamaño cerca del cambium, lo que no sucede con los vasos laticíferos, cuyo diámetro aumenta en forma más lenta, pero alcanzan en general un diámetro mayor que los tubos cribosos. (Fig. 2).

Adosadas y en relación con los tubos cribosos se encuentran las

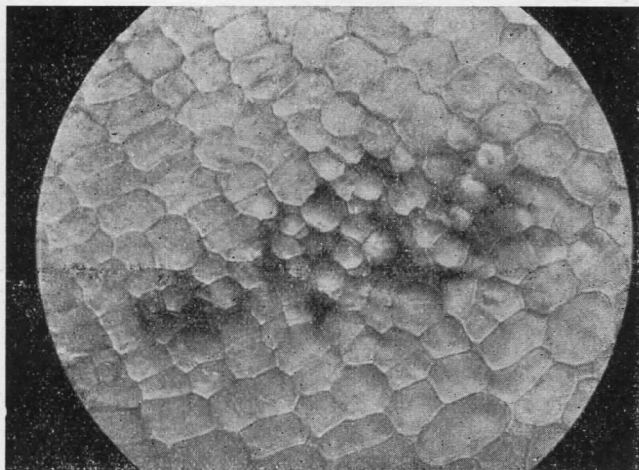


Fig. 2. — Fotomicrografía de haz de floema joven junto al cambium en que los vasos laticíferos no han tomado aún su forma definitiva; son las células oscuras y presentan formas irregulares, $\times 400$.

células acompañantes, que son células vivas con abundante citoplasma y núcleo. Los vasos laticíferos también se encuentran muy cerca de los tubos cribosos y aunque no se conoce la relación existente entre ambos se supone que es muy estrecha (Figs. 3 y 4).

Los vasos laticíferos se anastomosan unos con otros en tal forma que se comunican los de un grupo con otro siempre dentro de la misma capa de floema, pero nunca se comunican los de un círculo con otro pues la separación entre ellos, constituida por tejido parenquimático, es total (Fig. 5).

Cuando las raíces permanecían sumergidas en alcohol 10 días o más se observó cristalización de inulina en las células del parénquima liberiano, especialmente en las que rodean el cambium y en las adyacentes a los grupos de floema (Fig. 6). Una indicación pre-

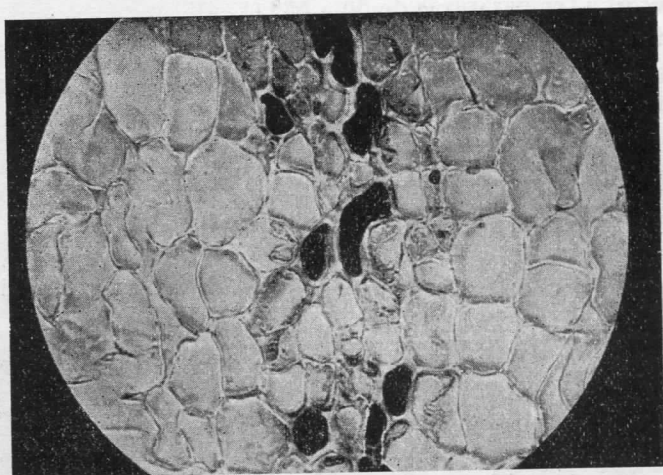


Fig. 3. — Haz de floema donde se observan los vasos laticíferos en su tamaño máximo, $\times 400$

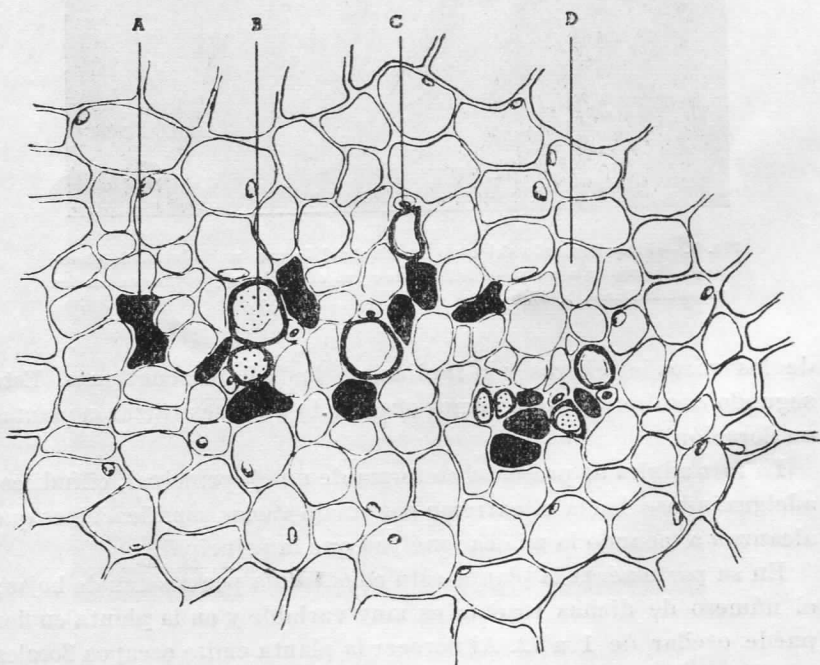


Fig. 4. — Dibujo efectuado con cámara clara, $\times 450$. Haz de floema con sus elementos :
A, vaso laticífero ; B, tubo criboso ; C, célula anexa ; D, célula parenquimática

via de la presencia de inulina fué la disolución de los cristales al someterlos a temperaturas de 50 a 55° C.

Se identificó tal sustancia pues al tratar los cortes con solución de timol al 15 % y luego agregando ácido sulfúrico concentrado los cristales tomaban coloración roja y se disolvían; la inulina se convierte en fructosa por hidrolización.

Según Blokhintseva (8) al formarse las yemas florales la inulina se encuentra distribuída en todo el floema de la raíz mientras que los azúcares rodean los vasos laticíferos.

Durante la floración los azúcares se encuentran en cantidad dentro

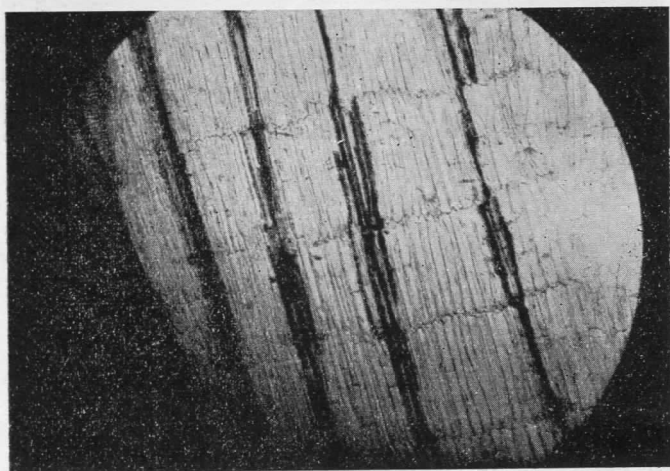


Fig. 5. — Fotomicrografía del corte longitudinal de una raíz adulta. Se observan a la izquierda los vasos leñosos, le sigue el cambium y el floema con los vasos laticíferos, $\times 80$.

de los vasos laticíferos y la inulina en las células contiguas. Este segundo caso sería el que hemos observado pues se utilizaron plantas en floración.

La raíz adulta se presenta en forma de un eje principal, cilíndrico, adelgazándose hacia el extremo con una o varias ramificaciones que alcanzan a menudo la misma longitud que la principal.

En su parte aérea la planta está constituida por rosetas de hojas; el número de dichas rosetas es muy variable y en la planta en flor puede oscilar de 1 a 12. Al florecer la planta emite escapos florales que llevan en su extremo capítulos de pequeñas flores liguladas de color amarillo.

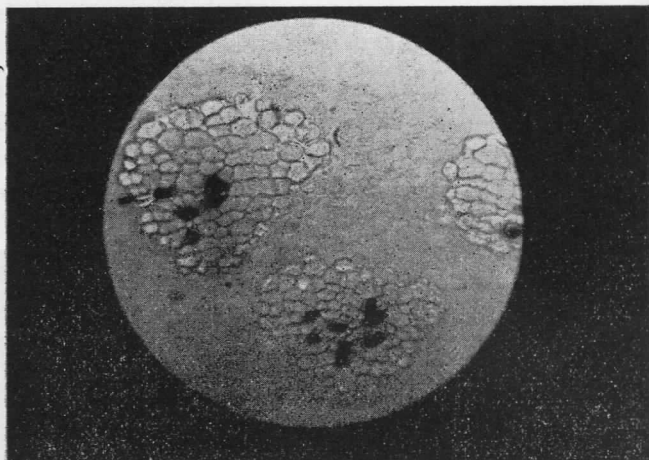


Fig. 6. — La inulina cristaliza en las células que rodean los haces de floema. $\times 100$

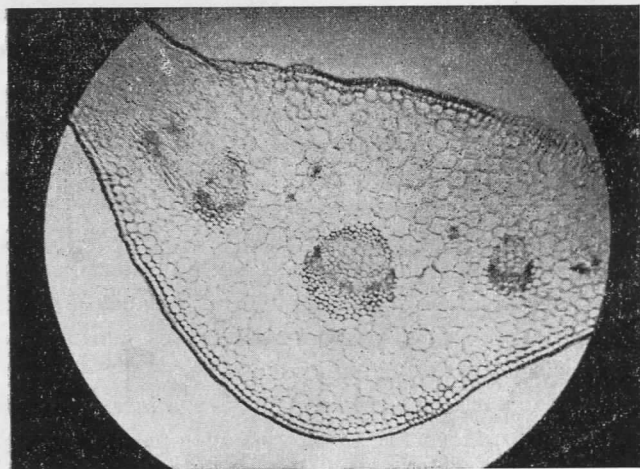


Fig. 7. — Fotomicrografía del corte transversal de la nervadura central de la hoja de *T. kok-saghyz*, $\times 48$

Las hojas de forma obovada presentan un gran polimorfismo en sus márgenes que pueden ser enteros, dentados o sinuados, pero no aserrados en forma tan profunda como sucede en el 'diente de león' común, *Taraxacum officinale*. Es una característica que distingue ambas especies.

Las hojas están recubiertas por la epidermis, capa de células planas y de borde sinuoso que se transforman en células alargadas cuando están situadas sobre nervaduras. Según Artschwager se encuentran pelos multicelulares en la superficie de la hoja, carácter que

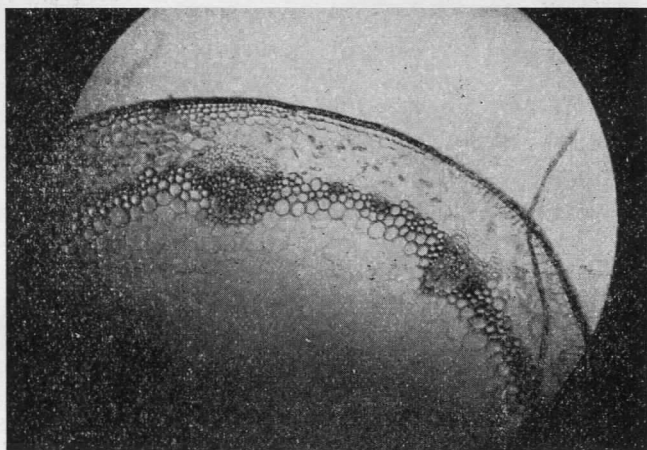


Fig. 8. — Fotomicrografía del corte transversal del escapo floral de *T. kok-saghyz*, $\times 48$

no hemos podido observar. La cutícula presenta estrías que parten en forma radial de las células estomáticas. El tamaño de los estomas oscila entre 20 y 25 micrones y se encuentran de 200 a 250 por mm^2 .

La lámina de la hoja es carnosa con nervaduras claras que se distinguen fácilmente. Debajo de la epidermis y hacia la cara superior posee parénquima en empalizada con abundantes cloroplastos; hacia la cara inferior se transforma en lagunoso.

Los haces vasculares que recorren las nervaduras son colaterales. Los de la nervadura central están rodeados por un parénquima de células cuadrangulares alargadas en sentido longitudinal con poco pigmento clorofílico. La región del floema se caracteriza por tener entre sus células, y principalmente a su alrededor, vasos laticíferos que se pueden observar hasta en los haces más delgados (Fig. 7).

El escapeo floral se presenta en forma de un eje o columna cilíndrica y hueca. En un corte transversal se observa que su estructura se compone de una epidermis de células alargadas recubiertas por una cutícula; hacia el interior le sigue un parénquima entre cuyas células se encuentran los hacesillos conductores. Estos se presentan alternados los de mayor tamaño con los más pequeños (Fig. 8). Los haces del floema llevan, como sucede en toda la planta, vasos laticíferos.

MÉTODOS DE COLORACIÓN

El caucho que se encuentra en los tejidos vegetales no tiene colorantes específicos y los que se utilizan tiñen además lignina, suberina, cutina, aceites, grasas, resinas, etc.

El látex es un líquido complejo constituido por agua que lleva en solución, emulsión o suspensión una serie de sustancias como sales minerales, gomas, resinas, caucho, granos de almidón, alcaloides, materias proteicas y enzimas. Como algunas de éstas tienen afinidad con aquellos colorantes da por resultado un teñido general de los vasos laticíferos.

Fueron ensayados varios colorantes para determinar cuál teñía el látex sino el caucho únicamente, en forma más intensa y práctica. Los antecedentes consultados sobre el teñido del caucho en tejidos vegetales se refieren en su mayoría a otras especies caucheras como guayule, *Cryptostegia grandiflora*, etc.

Las sustancias más utilizadas para tal fin son: Sudan III, Sudan IV, Sudan Black B y Oil Blue N. A. (Calco). Fueron ensayados Sudan III y Sudan IV lo mismo que eosina, eritrosina, safranina, solución de Lugol y el método de bromuración.

Whittemberger (10) recomienda el uso de Oil Blue N. A. (Calco) para el teñido del látex en diversas especies y entre ellas menciona *Taraxacum kok-saghyz*, *Parthenium argentatum* (guayule) y *Cryptostegia grandiflora*.

Abbe (1) y Addicott (2) también lo mencionan en la descripción de métodos de coloración de látex en *kok-saghyz* y en guayule respectivamente. Artschwager (3) lo utiliza para el estudio de células laticíferas. Tiñe el látex de azul brillante y según los autores mencionados resulta excelente para estudios anatómicos. En nuestro caso no se utilizó por no encontrárselo en el comercio, pero sería interesante ensayar su empleo.

Se resumen a continuación los métodos de coloración ensayados:

Sudan III. — Fué ensayado en la forma indicada por Artschwager (3):

Sudan III.....	1 g
Glicerina.....	100 c. c.
Alcohol 95 %.....	100 c. c.

El teñido se realizó tanto en bulto como en cortes, proporcionando una coloración anaranjada brillante del látex. Como contraste fueron utilizados verde de yodo y verde de metilo que no mostraron diferencias entre sí, tiñendo las paredes celulósicas de un verde tenue que podía recargarse fácilmente cuando se prolongaba la permanencia de los cortes en el colorante.

El teñido en bulto consiste en sumergir el material, cortado en pequeños trozos, en la solución colorante, la que al cabo de 48 horas o más, según el tamaño de los trozos, ha impregnado los tejidos; se procede entonces a cortar secciones que no necesitan ser coloreadas.

Sudan IV. — Fué utilizado con pocas variantes en la forma indicada por Haasis (5) quien recomienda su empleo en muestras molidas de guayule.

Las soluciones empleadas fueron las siguientes:

Sudan IV (contenido colorante 85 %)	0,100 g
Acetona	50 c. c.
Alcohol etílico 70 %	50 c. c.
Verde de yodo.....	0,100 g
Acetona	50 c. c.
Alcohol etílico 70 %	50 c. c.
Verde de metilo	0,100 g
Acetona.....	50 c. c.
Alcohol etílico 70 %	50 c. c.

Tanto Sudan III como Sudan IV tienen la característica de teñir, además del látex, los tejidos cutinizados y suberificados, lo que hace necesario en ciertas especies un tratamiento previo con solución alcohólica de hidróxido de potasio para destrucción de suberina y con una solución decolorante cualquiera para facilitar la observación.

En nuestro caso se suprimió tal tratamiento previo, pues los tejidos suberificados en *kok-saghyz* están limitados a la zona peridérmica de la raíz; además es suficiente la realización de cortes bien finos para tener una buena observación del látex coloreado.

Eosina, eritrosina y safranina. — Fueron ensayados en diluciones alcohólicas y acuosas, pero como la coloración resultaba de poca intensidad y constancia fueron desechados como colorantes del látex; se utilizaron en cortes histológicos de diversos órganos de la planta para destacar otros tejidos que el laticífero.

Solución de Lugol. — Proporciona al látex un color pardo claro, pero presenta muy poca nitidez a la observación.

Método de microbromuración de Prokofiev. — Se encuentra resumido en la publicación (7) donde se describe su empleo en análisis cualitativos y cuantitativos efectuados en Rusia en la búsqueda de nuevas plantas productoras de caucho.

Siguiendo este método se consigue una coloración parda del caucho y a pesar de dar buen resultado no se utilizó debido a la lentitud del proceso en comparación con los demás; no obstante lo describiremos porque puede resultar útil en trabajos similares. Según la bibliografía tiene la ventaja de que se tiñen solamente el caucho y algunos politerpenos y sesquiterpenos con la formación de bromuros, pero no los demás elementos del látex.

Como no se disponía del trabajo original, sino sólo de un resumen, la marcha seguida en nuestro caso puede no adaptarse a la indicada por su autor.

Los cortes se trataron del siguiente modo:

- 1° Clarificar en solución de agua oxigenada 5 vol.
- 2° Lavar en agua acidificada con unas gotas de ácido nítrico.
- 3° Lavar en agua.
- 4° Colocar en glicerina por 2 ó 3 minutos.
- 5° Colocar en una solución de 1 parte de bromo y 2 de glicerina en peso.
- 6° Colocar en partes iguales de alcohol absoluto y cloroformo.
- 7° Montar en glicerina.

La mezcla de alcohol y cloroformo elimina los bromuros de resinas.

Coloración del floema. — Para la coloración de tubos cribosos se ensayó anilina azul que dió resultado mediocre y clorioduro de zinc indicado por Artschwager (3) con lo que se consiguió, aunque muy levemente, colorear las paredes de los tubos cribosos y las cribas.

Método seguido. — Las raíces o material fresco destinado a recuentos y observación de laticíferos se sumergían en alcohol etílico de 70 % durante 20 a 24 horas con el objeto de coagular el látex. Los cortes se efectuaban con navaja en micrótopo de mano. Al corte con navaja, el látex coagulado, debido a su elasticidad, es seccionado con

dificultad y se extiende perdiendo así nitidez para la observación de vasos laticíferos. La inclusión en parafina no resulta pues los solventes de la parafina disuelven también el caucho.

La dificultad proveniente de cortar a mano con navaja es salvada si el corte se realiza con micrótopo de congelación.

El proceso de coloración se efectuaba en la siguiente forma:

- 1° Colocar los cortes en alcohol etílico 70 %.
- 2° Colorear en verde de metilo o en verde de yodo por 2 ó 3 minutos.
- 3° Lavar en alcohol etílico 70 %.
- 4° Colorear en Sudan IV durante 5 minutos.
- 5° Lavar en alcohol etílico 70 %.
- 6° Montar en agua, glicerina o bálsamo.

Para montar en bálsamo es necesario deshidratar en alcoholes de creciente graduación; de lo contrario se pasan por alcohol 50 % alcohol 25 % y se montan en agua o glicerina.

En general no es mayormente necesario el uso de soluciones decolorantes debido a la natural transparencia de los tejidos de la raíz.

El proceso descrito da por resultado una coloración roja intensa del látex y un excelente contraste en las membranas celulósicas teñidas de verde. Esta coloración de Sudan IV resulta así superior al uso de Sudan III y ha sido utilizada en la mayor parte del trabajo.

*Ensayo con micrótopo de congelación*¹. — Todos los autores consultados recomiendan efectuar el corte con micrótopo de congelación. En los ensayos realizados mostró ser una técnica muy eficaz por presentar las siguientes ventajas:

- a) el proceso de congelación requiere muy pocos minutos;
- b) no es necesaria la coagulación previa del látex;
- c) permite trabajar con material fresco;
- d) es posible efectuar cortes sumamente finos sin desgarrar los tejidos;
- e) los cortes presentan gran nitidez a la observación, en especial de los vasos laticíferos.

Se utilizó material coloreado en bulto con Sudan IV, conservado en alcohol sin colorear y material fresco.

¹ Se agradecen a la doctora Srta. Blanca Traversi, de la Dirección de Fitopatología del M. de Agricultura, las indicaciones dadas acerca de la técnica de congelación.

Las raíces mantenidas en alcohol se deben lavar en agua para acelerar su congelación. El material fresco es necesario sumergirlo en alcohol inmediatamente de efectuado el corte; si se permite la licuación del látex se produce pérdida del mismo.

CARACTERES ANATÓMICOS EN PLANTAS DE DIFERENTES EDADES

Se llevaron a cabo observaciones microscópicas en cinco lotes de plantas de diferentes edades (Cuadro I). En cortes transversales de raíces, efectuados a la misma distancia de ambos extremos, se hicieron recuentos del número de círculos de vasos laticíferos; en los círculos equidistantes de la peridermis y del cambium se contaba el

CUADRO I
Edad y número de las plantas observadas

Lote	1	2	3	4	5
Fecha de siembra (1945) .	9-X	8-IX	10-VII	9-V	9-IV
Fecha de análisis (1945) ..	XII	XII	XII	XII	XII
Edad (meses)	2	3	5	7	8
Número de plantas	20	12	17	30	18

número de haces de floema en $1/4$ de circunferencia, en tres de tales hacecillos se realizaban recuentos de los vasos laticíferos y se medían sus diámetros.

Se determinaron, haciendo mediciones de dos diámetros cruzados, superficies promedio de secciones transversales de raíz (Cuadro II) y según los datos obtenidos, considerando el área total de sección,

CUADRO II
Superficies promedio de secciones transversales de raíz
en plantas de diferentes edades

Lote	Total		Floema		Xilema	
	mm ²	%	mm ²	%	mm ²	%
1	3,03	100	2,93	96,6	0,10	3,3
2	5,25	100	5,15	98,0	0,10	1,9
3	10,85	100	10,64	98,0	0,21	1,9
4	9,80	100	9,53	97,2	0,27	2,7
5	10,64	100	10,39	97,6	0,25	2,3

ésta aumenta paulatinamente hasta el lote 3 en el que se estaciona ; ello puede ser debido a que las plantas utilizadas habían sido sembradas en línea « a chorro ». Se encontraba así un gran número de ellas por unidad de superficie, lo que seguramente ha impedido el crecimiento en diámetro y volumen de sus raíces. El porcentaje de floema con respecto al área total es visiblemente semejante en todas las edades de las plantas.

En los mismos lotes de plantas se observaron otros caracteres. (Cuadro III) evidenciándose que con la edad aumenta el número de círculos de vasos laticíferos y el número de haces que constituyen los mismos. En cambio el aumento en el número de vasos por haz es muy poco notable, pero constante hasta el lote 4.

CUADRO III

Número de círculos, de haces de floema en $1/4$ de círculo y de vasos por haz en plantas de diferentes edades

Lote	Número de círculos	Número de haces por $1/4$ de círculo	Número de vasos por haz
1.....	4,3	—	—
2.....	5,3	3,7	5,52
3.....	6,7	4,1	6,04
4.....	7,3	4,8	6,69
5.....	8,0	5,0	6,52

Relación entre radio y número de círculos. — Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro IV y a la vez se pueden observar los datos que da Rudenskaya (9) en un trabajo similar (Cuadro V).

Hay grandes diferencias entre ambos cuadros ; pueden ser debidas al sistema de siembra, abonos, clima, variedad, etc., y por lo tanto las experiencias no son comparables. En nuestro caso fueron utilizadas plantas que habían sido sembradas en forma muy densa. De cualquier modo, los datos expuestos pueden dar idea de la evolución de los caracteres observados.

CUADRO IV

Radios en mm y número de círculos en plantas de diferentes edades

Lote	1	2	3	4	5
Edad (meses).....	2	3	5	7	8
Número de círculos de vasos laticíferos....	4,3	5,3	6,7	7,3	8
Radios en mm.....	1,0	1,3	1,9	1,8	1,8

CUADRO V

Datos de radios en mm y número de círculos en plantas de diferentes edades obtenidos por Rudenskaya (9)

Edad aproximada (meses)	3	4	5	6	7
Número de círculos de vasos laticíferos....	3,7	9,7	12,74	14,95	14,80
Radios en mm.....	0,61	2,08	2,87	3,26	3,20

Relación entre contenido de caucho y área laticífera. — Juntamente con un aumento de capacidad del sistema laticífero Rudenskaya registra un incremento en la concentración de caucho en el látex. En nuestro caso hemos obtenido los datos del Cuadro VI en el que se observa un aumento progresivo del contenido de caucho en los distintos lotes para descender bruscamente en las plantas del lote 5. Es posible que éstas hayan encontrado adversidades ambientales que les han impedido la síntesis de caucho a pesar del desarrollo del sistema laticífero. Otra posibilidad es que la concentración de caucho en el látex haya disminuído con el transcurso de la estación.

El gráfico I indica que el porcentaje de caucho en las raíces aumenta continuamente, en el período de nuestras observaciones, desde los dos meses de edad hasta uno o dos meses después de la floración, luego comienza a decaer. Esta disminución no estaría relacionada con la capacidad laticífera que aumenta en forma constante.

CUADRO VI

Contenido de caucho y área laticífera en plantas de diferentes edades

Lote	1	2	3	4	5
Contenido de caucho en % de masa seca ¹	1,78	2,41	3,78	4,01	2,81
Contenido relativo	0,73	1,00	1,56	1,66	1,16
Área total de vasos laticíferos (mm ²)	—	0,026	0,062	0,072	0,097
Área de vasos en % del área total	—	0,49	0,57	0,73	0,92
Área relativa	—	1,00	1,16	1,48	1,87

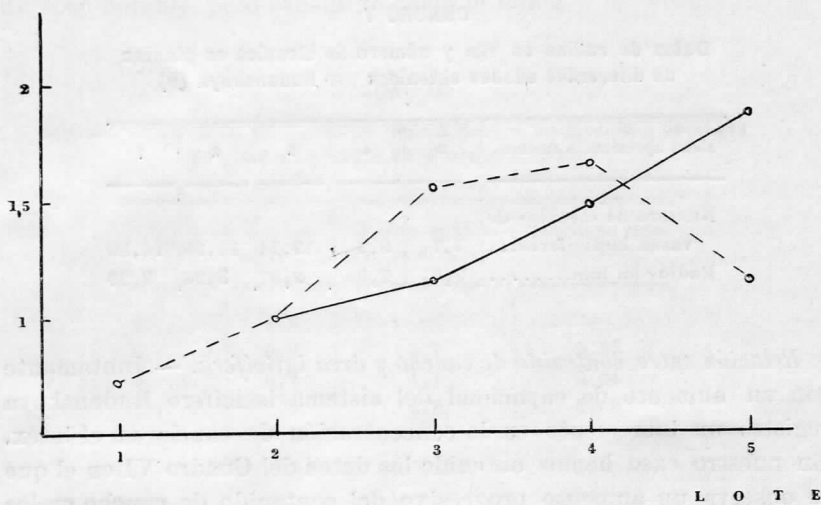


Gráfico I. — Evolución del área relativa total de vasos laticíferos y del contenido relativo en caucho en raíces de cinco lotes de plantas de *T. kok-saghyz* de diferentes edades.
 |———| Área relativa total de vasos laticíferos. |— — —| Contenido relativo en caucho.

Rudenskaya (9) no registra caída ninguna en el contenido de caucho y sí aumento similar en la capacidad laticífera. Tal diferencia podría explicarse por el hecho de que en nuestro caso se observaron plantas de hasta ocho meses de edad y pasados tres meses de la floración generalizada. Rudenskaya, en cambio, da sólo referencias aproximadas de la edad de las plantas con que trabajó y no indica si estaban florecidas; es probable que hayan sido más jóvenes que en

¹ Todos los datos referentes a contenido de caucho fueron cedidos por el ingeniero Miguel A. Tiscornia, a quien se agradece su gentileza.

nuestro caso, se encontrarían así en estados anteriores al registrado en el lote 5 del gráfico donde se observa una caída en el contenido relativo de caucho.

Es de hacer notar que los análisis químicos de contenido de caucho no se llevaron a cabo sobre las mismas plantas observadas microscópicamente.

De todo lo expuesto anteriormente y considerando la evolución de los caracteres observados en sucesivas edades de las plantas, se extraen las siguientes conclusiones :

1) *Area total de sección* : aumenta con la edad y por consiguiente aumenta el volumen total de la raíz. Este aumento de sección implica un aumento proporcional de :

a) *Floema* : cuyo porcentaje se mantiene estable en las edades consideradas ;

b) *Xilema* : cuya proporción es poco considerable y de importancia secundaria.

2) *Area total de vasos laticíferos* : su valor absoluto y porcentaje con respecto al área de sección va en aumento y dependería de :

a) *Diámetro de los vasos laticíferos* : cuya expansión comprueba Rudenskaya pero no confirmada en nuestro caso ;

b) *Número total de vasos laticíferos* : que a su vez depende de dos factores concurrentes :

a') *Número de círculos de vasos* : aumenta evidentemente debido a la actividad del cambium ;

b') *Número de grupos en cada círculo* : cuyo incremento es menor pero también evidente.

3) *Contenido de caucho en % de masa seca* : según Rudenskaya aumenta con la edad. En nuestro caso se observa un aumento progresivo excepto en el lote 5 en que disminuye visiblemente. Dependería por lo tanto de la capacidad laticífera y de la concentración de caucho en el látex.

CARACTERES ANATÓMICOS EN PLANTAS CLASIFICADAS POR SU CONTENIDO EN CAUCHO

Durante los meses de julio a noviembre de 1945 se hicieron observaciones en plantas de más de un año de edad previamente clasificadas por su contenido de caucho, determinación que se hacía con un método rápido que si bien no da la cantidad exacta de caucho

contenida por la planta, da en cambio indicaciones relativas de dicha cantidad. Consiste este « método de las estrías » (8) en desecar por completo los extremos de las raíces; al quebrarlos y separar ambos trozos quedan así unidos por estrías o filamentos de caucho más o menos abundantes según la cantidad contenida por la planta.

Se clasificaban las plantas de acuerdo a una escala comparativa con cinco categorías indicadas con números de 0 a 4. Pertenecían a la categoría 0 las que mostraban muy pocas o ninguna estría y así en orden creciente hasta la categoría 4 que era la que presentaba mayor número de estrías y por lo tanto que contenía mayor cantidad de caucho.

Los grupos analizados fueron :

Categorías por contenido de caucho...	0	1	2	3	4
Número de plantas observadas.....	40	10	19	32	14

De un total de 58 plantas de todas categorías se obtuvieron los siguientes promedios de superficies en secciones transversales de raíces :

Área total		Floema		Xilema	
mm ²	%	mm ²	%	mm ²	%
35,4	100	34,7	98,1	0,64	1,8

Una de las observaciones efectuadas fué la medición de diámetros de vasos laticíferos en tres lugares de cada raíz : a 1 cm del cuello, en la parte media y a 1 cm del extremo. Se obtuvieron los promedios que registra el Cuadro VII.

CUADRO VII

Diámetro de vasos laticíferos en micrones en plantas clasificadas por su contenido de caucho

Categoría	0	1	2	3	4	Promedio
A 1 cm del cuello ..	9,60	12,25	13,40	15,70	17,00	13,59
En la parte media ..	9,90	13,20	13,10	15,55	16,90	13,33
A 1 cm del extremo.	9,25	12,45	14,40	17,00	17,50	14,12
Promedio general.	9,58	12,63	13,63	16,08	17,13	

Como se tomaron plantas de más de 1 año de edad en floración o ya florecidas se supone en base a (8,9) que los vasos habían alcanzado el máximo de su desarrollo en diámetro. Excepto en las dos primeras categorías no se observa la variación de diámetro registrada en (8) donde se dice que el menor diámetro de vasos se encuentra cerca de la corona, aumenta hasta llegar a un máximo a los 17,5 a 22,5 cm de la corona para luego volver a disminuir.

El Cuadro VIII permite suponer que en plantas con mayor contenido de caucho, éste no dependería de la mayor actividad del cambium en la formación de círculos de floema, pues su número se mantiene constante en todas las categorías. Tampoco varía el número de haces que componen cada círculo pero en el número de vasos por haz se aprecia un ligero aumento en las categorías superiores. De la variación de este último carácter dependería entonces el aumento de la densidad de los vasos.

CUADRO VIII

Número de círculos, de haces de floema en 1/4 de círculo y de vasos por haz en plantas clasificadas por contenido de caucho

Categoría	0	1	2	3	4
Número de círculos	8,03	9,51	8,60	9,07	8,80
Nº de haces de floema en 1/4 de círculo ..	5,18	5,10	5,08	5,75	5,32
Nº promedio de vasos laticíferos por haz ..	5,76	6,99	6,46	6,85	7,70
Nº de vasos por mm ² o densidad	27,0	38,3	31,8	40,3	40,5

El área promedio de cada vaso (Cuadro IX) aumenta como consecuencia de los datos anteriormente expuestos con respecto a diámetro de los mismos.

CUADRO IX

Área promedio de cada vaso y área laticífera total en plantas clasificadas por contenido de caucho

Categoría	0	1	2	3	4
Área promedio de c/vaso en μ^2	70,8	124,6	145,1	200,9	229,5
Área transversal total de vasos laticíferos en mm ²	0,067	0,169	0,163	0,287	0,329
Porcentaje respecto al área total de sección (35,4 mm ²) ..	0,18	0,47	0,46	0,81	0,92

El área transversal total de vasos laticíferos, que sufre un incremento pronunciado, debería tal variación a la interacción de los factores ya observados: densidad de vasos y área promedio de cada uno de ellos. Las cifras del porcentaje contribuyen a hacer más evidente tal incremento.

Una indicación de cómo varía el área total de vasos laticíferos en los distintos lugares de la raíz la da el Cuadro X que muestra su evolución en todas las categorías.

Se puede notar hacia el extremo de la raíz una disminución lógica del área total de vasos laticíferos, en una proporción definida, resultando a 1 cm del extremo un promedio de 70 % con respecto al área en la parte superior a 1 cm del cuello.

CUADRO X
Áreas laticíferas en distintos lugares de la raíz

Categ.	A 1 cm del cuello	Área relat.	Parte media	Área relat.	A 1 cm del extremo	Área relat.
0	0,0796	1,00	0,0693	0,87	0,0564	0,70
1	0,1806	1,00	0,1759	0,97	0,0840	0,46
2	0,1703	1,00	0,1416	0,83	0,1825	0,70
3	0,3207	1,00	0,2206	0,68	0,2147	0,66
4	0,3998	1,00	0,2110	0,52	0,2481	0,62
Promedios ...		1,00		0,77		0,70

En el cuadro XI se exponen los resultados de mediciones de vasos en tres lugares de la raíz y el porcentaje de caucho contenido en tres zonas correspondientes.

CUADRO XI
Relación entre el % de área laticífera y el % de caucho en distintas zonas de la raíz

Porcentaje de área laticífera con respecto al floema	% de caucho en masa seca
En el tercio superior.....	1,299 3,0649
En el tercio medio	1,155 3,0185
En el tercio inferior.....	1,257 4,3362

Se observa que, aunque el contenido de caucho aumenta hacia el extremo de la raíz, el porcentaje de área laticífera no varía en la

misma proporción. Esto indicaría la intervención de un factor independiente de la capacidad laticífera y que sería la concentración de caucho en el látex ; sería mayor en el extremo de la raíz.

De los cuadros anteriores se puede deducir cómo varían en las distintas categorías los caracteres observados, considerando un área de sección transversal general y una edad similar en las plantas. Los resultados pueden resumirse en la siguiente forma :

1) *Area total de vasos laticíferos* : sus diferencias son evidentes en las distintas categorías. Dependería de los tres caracteres siguientes :

a) *Diámetro promedio de vasos laticíferos* : es probablemente el carácter de mayor influencia en el aumento del área total de vasos laticíferos.

b) *Número de vasos por grupo* : en general se registra una tendencia a aumentar levemente su número en cada categoría y estaría regulado por la mayor o menor actividad del cambium en la formación de los mismos.

c) *Número de vasos por mm² o densidad* : hay una tendencia a aumentar su valor en plantas con más contenido de caucho.

2) *Número de círculos de vasos laticíferos* : no presenta diferencias entre plantas de distinta categoría y no tendría entonces influencia en el rendimiento de caucho.

3) *Número de grupos en cada círculo* : sucede lo mismo que con el anterior carácter, pues su número es más o menos constante en las distintas categorías.

4) *Contenido de caucho* : estaría influenciado principalmente por el diámetro de los vasos laticíferos y el número de los mismos por grupo.

RELACIÓN ENTRE ANÁLISIS QUÍMICOS Y ÁREAS LATICÍFERAS TRANSVERSALES

A continuación se disponen los resultados de un análisis químico efectuado el 10 de junio de 1945 sobre puntas de raíces, conjuntamente con los resultados de recuentos efectuados a 1 cm del extremo de las raíces de plantas de las distintas categorías.

CUADRO XII

Relación entre análisis químicos y áreas laticíferas
en plantas clasificadas por contenido de caucho

Categ.	% de caucho en masa seca	Incremento relativo	Área de vasos lat. en mm ²	Incremento relativo
0	2,186	1,00	0,0564	1,00
1	2,636	1,20	0,0840	1,48
2	3,879	1,77	0,1825	3,23
3	6,238	2,85	0,2147	3,80
4	7,093	3,24	0,2481	4,39

Aunque los análisis químicos de contenido de caucho no se realizaron sobre las mismas plantas observadas microscópicamente, el

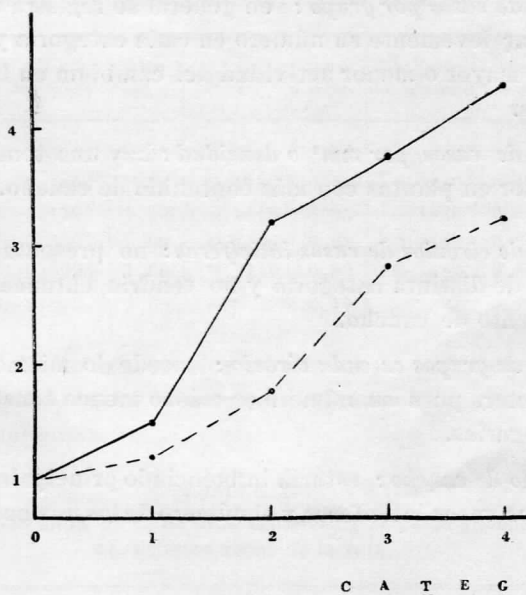


Gráfico II. — Incrementos relativos del % de caucho y de área laticífera en extremos de raíces de *T. kok-saghyz* clasificados por el « método de las estrías ». [— — —] Incremento relativo del % de caucho. [—] Incremento relativo del área laticífera.

hecho de ser de la misma edad y clasificadas en categorías permite comparar los resultados y sobre todo los incrementos relativos de caucho y área de vasos laticíferos.

De la observación del gráfico II surge la deducción de que no hay

un aumento proporcional del contenido de caucho con el área laticífera; el primero no aumenta en forma tan pronunciada como lo hace esta última. Sería tal vez debido a que disminuye la concentración de caucho en el látex de las plantas con mayor capacidad laticífera.

Entonces, en el caso considerado, la concentración de caucho en el látex estaría en relación inversa a la capacidad laticífera.

POSIBILIDAD DE ESTABLECER UN MÉTODO CUANTITATIVO DE CAUCHO PARA SELECCIÓN

La cantidad absoluta de caucho en las raíces de *kok-saghyz* estaría regida por la interacción de dos únicos factores finales: cantidad de látex contenido en las raíces y concentración de caucho en el mismo. Como el látex se encuentra a presión, sin burbujas de aire dentro de los vasos laticíferos, la cantidad contenida estaría dada por la capacidad total del sistema laticífero. La superficie transversal total de vasos laticíferos da un índice de dicha capacidad. Hemos visto que las plantas con mayor contenido en caucho tienen una mayor superficie laticífera absoluta y relativa, aunque no proporcional.

La posibilidad de establecer un método cuantitativo de caucho en base a la superficie laticífera, sólo podría ser determinada por medio de una correlación, cuya realización resultaría de gran interés al proporcionar datos precisos.

Habría un factor de variación que sería la concentración de caucho en el látex, que según hemos visto, no coincide en las diferentes categorías; estaría condicionado por factores extrínsecos e intrínsecos. Los factores exteriores serían clima y suelo, y los internos serían edad de la planta y caracteres genéticos.

Como dicho factor de variación podría interferir en la correlación se deberá tratar de eliminarlo en lo posible. La variación debida al clima se haría evidente sólo en el caso de que el uso de la tabla se extendiera a otra región que la de origen. Las diferencias debidas al suelo se aminoran si las plantas provienen de un terreno homogéneo. El factor estacional hecho evidente por Rudenskaya (9) se elimina si los análisis y recuentos se efectúan en un corto período de tiempo.

Con respecto a factores de variación internos, el de la edad sería eliminado al ser analizadas las plantas de una misma época de siembra y quedaría el factor individual no controlable.

Aunque tal tabla de correlación no llegara a proporcionar datos

exactos con respecto al contenido de caucho y resultarían sólo aproximados, sería de cualquier modo muy útil en la selección de plantas pues existen métodos histológicos rápidos para observación de cortes.

Efectivamente, en un reciente trabajo L. B. Abbe (1) describe un método que permite la clasificación en serie, por simple observación microscópica de las raíces. Tiene en cuenta la densidad de vasos laticíferos y expresa la autora que obtuvo una correlación de 0,753 entre las apreciaciones visuales de densidad de látex y el porcentaje de caucho, lo que es altamente significativo. Tal correlación ha sido llevada a cabo sobre un total de 90 plantas.

En caso de llegarse a establecer tal método cuantitativo, se puede suponer que resultaría más exacto en la selección de plantas, con el inconveniente de mayor lentitud de las operaciones de clasificación comparado con el « método de las estrías » utilizado hasta el momento en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina.

Sería necesario realizar un ensayo previo y en serie del nuevo método para determinar la proporción de plantas clasificadas por unidad de tiempo con respecto al « método de las estrías ». Si tal proporción resultara muy pequeña quedaría el recurso de utilizar el nuevo método en una selección más perfecta que se realizaría sobre plantas ya seleccionadas por el otro método.

RESUMEN

1° Se hace una breve descripción anatómica de *Taraxacum kok-saghyz*, en especial de la raíz y su sistema laticífero. Se incluyen fotomicrografías descriptivas.

2° Se exponen los métodos y colorantes ensayados. Resultan de mayor eficacia para el teñido del látex, Sudan IV y el método de microbromuración; el primero es utilizado en el trabajo en serie por su mayor rapidez.

Se recomienda utilizar micrótopo de congelación para efectuar los cortes.

3° En plantas de diferentes edades se observa que aumentan en forma correlativa con la edad: 1) el área de sección, 2) el área laticífera, 3) porcentaje de caucho. El aumento del área laticífera se debe a varios factores y el contenido relativo de caucho disminuye en las plantas de mayor edad debido probablemente a una menor concentración en el látex.

4° En plantas de edades similares y clasificadas por contenido de caucho se observan diferencias en cuanto al diámetro de vasos laticíferos y al número de los mismos por haz de floema, que serían los caracteres de mayor influencia con respecto al contenido de caucho.

5° Existiría la posibilidad de establecer un método microscópico cuantitativo de caucho para selección de *T. kok-saghyz*, en base al área laticífera de las raíces, para lo cual sería necesario proceder previamente a la confección de una tabla de correlación.

Summary. — 1. A brief anatomical description of *Taraxacum kok-saghyz* is made, especially of the root and its laticiferous system. Descriptive photomicrographies are included.

2. Methods and colouring techniques used are presented. The most efficient in staining latex proved to be Sudan IV and the microbromuration method; the former is used in series in this experiment because its greater speed. A freezing microtome is recommended in making the sections.

3. In plants of different ages it is observed that the following increase correlatively with age: 1) the area of the section, 2) the laticiferous area, 3) the percentage of rubber. The increase of the laticiferous area is due to several factors and the relative content of rubber diminishes in the older plants probably due to smaller concentration in latex.

4. In plants of similar ages and classified by the content of rubber, differences are observed in the diameter of the laticiferous vessels and in the number of these in the floem bundle, being these the most important characters with respect to the rubber content.

5. The possibility of establishing a microscopic rubber quantitative method for the selection of *T. kok-saghyz* might exist; it could be based on laticiferous area of the roots being only necessary to previously make a correlation table.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ABBE, L. B., *A rapid histological technic for staining latex in roots of « Taraxacum kok-saghyz »*, *Stain Techn.*, **21** : 19-22, 1946.
2. ADDICOTT, FREDERICK, T., *A differential stain for rubber in Guayule*, *Stain Techn.*, **19** : 99-102, 1944.
3. ARTSCHWAGER, ERNST and RUTH C. MCGUIRE, *Contribution to the morphology and anatomy of the Russian dandelion (« Taraxacum kok-saghyz »)*, *U. S. D. A., Tech. Bull.* 843, 1943.
4. BLASER, H. WESTON, *Anatomy of « Cryptostegia grandiflora » with special reference to the latex system*, *Amer. Jour. Bot.*, **32** : 135-141, 1945.
5. *Cultivation and breeding of Russian rubber-bearing plants*, Imperial Agricultural Bureaux, Aberystwyth, 53 pp. Recopilación mimeográf., 1944.

6. HAASIS, FERDINAND W., *Staining rubber in ground or milled plant tissues*, *Ind., Eng. Chem. Anal.*, Ed., **16**: 480-1, 1944.
7. — *Some staining technics for « guayule » studies*, *Stain Techn.*, **20**: 37-44, 1945.
8. KROTKOV, G., *A review of literature on « Taraxacum kok-saghyz »*, *Rod., The Botanical Review*, **11**: 417-461, 1945.
9. RUDENSKAYA, S. J., *Development of the latex vessels system as a factor of rubber accumulation in « kok-saghyz » roots*, *Acad. des Sci. U. R. S. S. Compt. Rend. (Dok.)* **20**: 399-403, Illus., 1938.
10. WHITTEMBERGER, ROBERT T., *Oil Blue N. A. as a stain for rubber in sectioned or ground plant tissues*, *Stain Techn.*, **19**: 93-8, 1944.