

EXTRACCION DE CAUCHO DE « TARAXACUM KOK-SAGHYZ » ¹

Por RUBENS R. RE ²

CONSIDERACIONES GENERALES

Taraxacum kok-saghyz es una especie cauchera recientemente introducida al cultivo, por lo que se realizan trabajos tendientes a determinar la tecnología de su explotación y aprovechamiento económico.

El estudio de esta especie, tan interesante para resolver el problema del abastecimiento de caucho natural en nuestro país, se inició hace pocos años en Rusia, donde, según la bibliografía, se están logrando día a día resultados altamente satisfactorios.

Esta nueva cauchera fué introducida en diciembre de 1941. El Instituto Fitotécnico de Santa Catalina obtuvo cierta cantidad de semilla original, que se multiplicó con el fin de disponer del material necesario para los trabajos de investigación que se realizan actualmente.

La adaptación tecnológica de esta explotación se lleva a cabo

¹ Trabajo realizado en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina y presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en marzo de 1947.

² El autor desea rendir un sencillo homenaje a la memoria de Carlos Roberto Báez, quien ofrendó su vida en el laboratorio, investigando en el método microbiológico de Extracción de Caucho de las raíces de *Taraxacum kok-saghyz*.

Agradece al Ing. S. Horovitz el haberle permitido realizar este trabajo en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, entonces bajo su dirección. Asimismo expresa su reconocimiento al Ing. Enrique M. Sívori por haberlo orientado y guiado y al Ing. Rubén Batalláñez por su gentil y múltiple ayuda.

teniendo en cuenta las diferencias, en cuanto a las condiciones ecológicas y también económico-sociales, que existen entre nuestro país y Rusia, donde se cultiva en gran escala.

EXTRACCIÓN DEL CAUCHO DE «TARAXACUM KOK-SAGHYZ»

Consideraciones : En el presente trabajo se describen los métodos ensayados para la obtención del caucho de las raíces de *kok-saghyz* cultivado en el Instituto Fitotécnico.

Siendo esta especie una fuente nueva para la producción de caucho, existe la necesidad de encontrar y adaptar técnicas de extracción de dicho producto.

En general la bibliografía sobre el tema se encuentra en idioma ruso, lo que dificulta la obtención e interpretación de datos concretos. Debido a esto el trabajo realizado se orientó, en su mayor parte, con resúmenes de las publicaciones originales traducidas al inglés.

En la República Argentina existen factores de diversa índole que hacen impracticable el empleo de métodos de extracción usados en su país de origen, por ejemplo : en Rusia la cosecha de la raíz de *kok-saghyz* se realiza después de transcurrido el verano, pudiendo almacenarse durante el invierno a baja temperatura, lo que permite la conservación del látex. En nuestro país, de acuerdo a los trabajos realizados sobre producción de raíz y caucho (Sívori, Bortagaray, Tiscornia, 1946), la época de cosecha más conveniente es la de los meses de diciembre y enero. Esto imposibilita la conservación del látex y raíces, que se descomponen al cabo de poco tiempo debido a las elevadas temperaturas registradas en esa época del año. Estas dificultades obligan al estudio y adopción de métodos que permitan la extracción del caucho en una forma que resulte práctica, económica y que mantenga la calidad industrial del producto.

Las ventajas e inconvenientes experimentados en los ensayos que se realizaron con distintos métodos de extracción, serán expuestos al tratar cada uno de ellos en particular.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Los métodos de extracción de caucho de la raíz de *kok-saghyz* pueden clasificarse en la siguiente forma :

<i>Extracción del látex</i> (caucho bruto)	} Sin coagular : <i>Por difusión</i>	} Coagulado : Destrucción del tejido para liberar el caucho por :	} Ataque con <i>álcali fuerte</i> .
<i>Extracción de caucho puro</i> : Uso de solventes.			

EXTRACCIÓN DEL LÁTEX SIN COAGULAR

Difusión

El caucho se encuentra en estado de suspensión en el látex de la raíz de *kok-saghyz* y es posible difundirlo en una solución alcalina. Una vez aislado del resto de los tejidos de la raíz se procede a su separación y se logra en esta forma con un alto grado de pureza.

Ignatev (5) describe un método para la extracción del látex, con el cual logra obtener hasta un 40 % del total de caucho de la raíz. Menciona las mayores dificultades experimentadas, que son la baja concentración de caucho en el látex y su difícil conservación. En una publicación posterior (5) describe algunas modificaciones a su método original y presenta una serie de problemas concretos para ser estudiados.

Siniavskii (5), cita el principio de extracción de látex de *kok-saghyz* e informa que más del 50 % del caucho total de la raíz puede obtener en esta forma. Vasilev (5) estudia el método desde el punto de vista mecánico, pues uno de los primeros pasos de la extracción consiste en cortar las raíces en pequeños trozos.

Un problema importante en su empleo es la conservación del látex al estado líquido durante el almacenamiento de la raíz. Ignatev, Uzina y Erofeev (2), estudiaron los efectos de las condiciones de su almacenamiento después de cosechada. De las experiencias realizadas por los autores interesan los siguientes datos : En raíces de plantas de un año de edad, almacenadas a temperaturas que oscilaban de 0°C a menos 5°C la cantidad de látex permanece estable

durante 45 días; a 12° C todo el látex fué conservado hasta los 30 días; en las raíces almacenadas a 18° C la cantidad de látex disminuye después de los 10 días; y a 30° C la coagulación es casi completa y se puede extraer muy poca cantidad de látex.

Ensayo realizado : Los resúmenes de los trabajos rusos que se refieren a la extracción del látex por difusión indican la conveniencia del uso de una solución alcalina para difundir el látex, que puede ser amoniacal. Una vez efectuada la difusión en agua, se separa el caucho por centrifugación, o coagulando el látex al acidificar suficientemente el medio.

Se realizó la siguiente experiencia :

Cuatrocientos gramos de raíces frescas bien lavadas, con un 75 % de humedad, fueron cortadas en trozos de 2 a 3 mm de espesor y sumergidas al mismo tiempo en 800 cm³ de agua amoniacal al 5 ‰.

El material permaneció dentro de la solución durante 48 horas y al cabo de este lapso se separó la parte sólida (A) colando el líquido a través de una tela. Se obtuvo 910 cm³ de látex diluido (B). El residuo (A) húmedo, pesó 267 gr.

Parte del líquido B se centrifugó para separar el caucho por diferencia de densidad, lo que se logró con éxito aparente. Otra porción permaneció durante siete días en una cubeta, para tratar de separar el caucho por decantación, con resultado negativo.

Otra parte del líquido B se acidificó con ácido acético hasta lograr un pH 5. Como resultado de este último tratamiento se formó un coágulo del que posteriormente no fué posible separar el caucho.

La parte sólida A se secó en estufa a 50°-53° C durante 24 horas, pesando, al cabo de dicho tiempo, 42 gr. El caucho que no fué posible extraer por difusión del látex, se separó por ataque con (OH)Na (ver pág. 83), obteniendo en esta forma 3,77 gr de caucho bruto. De 400 gr de raíz que fué utilizada como testigo se obtuvo, con este último procedimiento, 7,00 gr de caucho bruto. Se infiere que el 53 % del caucho quedó en el residuo y el resto (47 %) se difundió en la solución amoniacal. Este dato concuerda con los registrados en la bibliografía.

Conclusiones : La experiencia anterior nos permite afirmar que es posible extraer de la raíz de *kok-saghyz* parte del látex por difusión en agua amoniacal y su posterior separación mediante el uso de centrifugas apropiadas, para lo cual sería necesario emplear raíces frescas o conservadas en forma tal (a bajas temperaturas) que no se produzca la coagulación antes de ser sometidas al proceso de difusión.

La conveniencia práctica del uso de este método es relativa, desde el momento que la cantidad de caucho de buena calidad que se obtenga, alcanzaría sólo a un 50 % del total que contiene la raíz, siendo necesario obtener el resto por otro procedimiento.

Como ya se ha mencionado (pág. 80) la época más conveniente de cosecha en la provincia de Buenos Aires, es en los meses de diciembre y enero, o sea cuando la temperatura ambiente es elevada, de manera tal que la mayor parte del látex coagularía antes de poder someter la raíz al proceso de extracción.

Por la serie de razones arriba expuestas, consideramos que el empleo del método de difusión para la obtención del caucho de la raíz de *kok-saghyz*, en la zona mencionada, no tiene ventajas prácticas.

EXTRACCIÓN DE LÁTEX COAGULADO

Ataque con un álcali fuerte

El caucho de *kok-saghyz*, puede ser extraído en forma relativamente fácil y rápida sometiendo la raíz a la acción de un álcali fuerte y alta presión.

Bobkov (5) indica que los trozos de raíces pueden ser digeridos con (OH)Na, con el objeto de destruir los tejidos y liberar las estrías coaguladas de caucho. Luego, como el peso específico de las partículas de caucho es menor que el del resto de las sustancias, pueden ser separadas por centrifugación. Afirma que usando este método puede obtenerse hasta el 75 % del total de caucho contenido en la raíz.

Ensayo realizado : 24 kg de raíces frescas, bien lavadas, con 75 % de humedad, se depositaron en un recipiente, agregando luego suficiente cantidad de solución de (OH)Na, al 5 %, hasta cubrirlas completamente. Se llevaron luego a un autoclave, donde fueron sometidas a la presión de una atmósfera durante media hora. El (OH)Na desintegró las raíces liberando en esta forma las estrías de caucho que coagularon completamente debido a la acción de la elevada temperatura.

Luego de producida la digestión el producto fué lavado con agua, amasado en morteros y vuelto a lavar en tamices. Estas operaciones se realizaron varias veces, eliminando en esta forma el residuo hasta obtener el caucho limpio.

Se obtuvieron 0,520 kg de caucho de un alto grado de pureza, y con 50 % de agua.

El caucho así obtenido fué sometido al proceso de vulcanización. La calidad del producto elaborado fué inferior, comparándolo con la del caucho extraído por el método microbiológico (ver pág. 84), que presentó características de calidad semejantes al caucho de Hevea.

Conclusiones : Es posible extraer el caucho de la raíz de *kok-saghyz*, sometiéndola al ataque de un álcali fuerte a presión de una atmósfera durante media hora, eliminando luego el residuo por medio del lavado con agua y amasado.

Si bien el método tiene la ventaja de ser sencillo y fácil de aplicar, presenta el inconveniente de disminuir en forma apreciable la calidad del caucho; la temperatura elevada que requiere, reduce la resistencia al estiramiento y la elasticidad del producto una vez elaborado.

El rendimiento del ensayo arriba descrito fué bajo, debido a que el lavado se realizó en tamices de aberturas demasiado grandes, pues en este caso interesó solamente obtener cierta cantidad de caucho, a fin de someterlo al proceso de vulcanización para comparar la calidad del producto extraído por distintos métodos.

Digestión por microorganismos

La extracción del caucho de *kok-saghyz* por desintegración microbiológica de la raíz, fué sugerida por Carlos R. Báez, quien, trabajando en enraizamiento en estacas de raíz, observó que un alto porcentaje de trozos eran atacados por microorganismos, los cuales descomponían la mayor parte del tejido, liberando las estrías de látex coagulado y facilitando su separación posterior.

Juntamente con el ingeniero Leonardo Halperín iniciaron el trabajo tendiente a adaptar esa propiedad, de tal forma que resultare provechosa para la extracción del caucho.

El ingeniero Halperín tomó a su cargo el trabajo de aislamiento y estudio de los microorganismos productores de la fermentación de la raíz, llegando a la conclusión de que en este caso la desintegración y reducción de materia seca, es producida por bacterias del género *Clostridium*. Estos tienen la ventaja de que, debido a su régimen de vida anaerobia, evitan la oxidación del caucho por contacto con el aire y la consiguiente pérdida en cantidad y calidad.

Posteriormente, en la revisión de la bibliografía, se encontró que

métodos similares al sugerido por Báez, son mencionados por algunos autores (5). Hacen constar que aunque este procedimiento es muy simple tiene las siguientes desventajas: se necesitan grandes recipientes para la digestión; impide la utilización de la inulina e impregna al producto final de un olor desagradable.

Ensayos realizados. — *Selección de cepas:* Las cepas aisladas de *Clostridium* fueron sometidas a ensayo, seleccionando aquellas que presentaban características sobresalientes en cuanto a una buena y rápida fermentación y reducida formación de sustancias de olor desagradable.

Las raíces usadas en todos los ensayos provenían de los cultivos establecidos en el Instituto Fitotécnico. Las pruebas de las cepas se hicieron en la siguiente forma: se usaron como recipientes potes de barro vidriado de una capacidad de 9 litros; la cantidad de material empleado fué de un kilogramo de raíz fresca bien lavada con 80% de humedad y 200 cm³ de cultivo de bacterio (caldo de papa glucosado) en plena fermentación. La siembra de las cepas en el medio de cultivo se realizó con una anticipación de 48 horas, manteniéndolas luego en estufa a 30°C.

Las raíces fueron colocadas en los potes agregando luego tres litros de agua a 30°C y el cultivo de la cepa correspondiente. Se realizaron observaciones periódicas de la marcha de la fermentación; durante el tiempo que duró ésta los tratamientos fueron mantenidos a 30°C.

Para la apreciación de la fermentación y la consiguiente desintegración de las raíces se tomó una escala con cinco gradaciones, de 0 a 4, considerando fermentación de grado 0 cuando la raíz tratada no presentaba diferencia apreciable con el material fresco, y de grado 4 a la desintegración máxima producida. Los grados intermedios se apreciaron de acuerdo al criterio personal.

El olor producido por la formación de sustancias volátiles fué clasificado en malo, regular y bueno, considerándose como malo un fuerte olor desagradable y como bueno un olor similar al producido por la caseína.

La apreciación del olor es muy personal. En la selección de cepas se tiende a la obtención de aquellas que, juntamente con una buena desintegración, produzcan la menor cantidad posible de sustancias de olor desagradable, pues éstas hacen penoso el manipuleo posterior de las raíces fermentadas y los trabajos de eliminación del residuo al mismo tiempo que impregnan fuertemente al producto final.

Selección de cepas de « Clostridium » sp.

Cepa N°	Siembra	Iniciación de la fermentac.	Marcha de la fermentación					
			Primera observación			Segunda observación		
			Fecha	Ferm.	Olor	Fecha	Ferm.	Olor
1.....	6-III-46	7-III-46	10-III	1	regular	11-III	2	regular
6.....	»	»	»	0	regular	»	1	regular
7.....	»	»	»	3	regular	»	4	regular
9.....	»	»	»	3	regular a bueno	»	4	regular a bueno
13.....	»	»	»	1	regular	»	2	regular
16.....	»	»	»	2	regular a bueno	»	2	regular
21.....	»	»	»	1	regular a bueno	»	2	regular a bueno
23.....	»	»	»	0	regular	»	1	regular
Testigo...	»	»	»	0	malo	»	1	Malo

Con estos ensayos se confirmaron las diferencias que existen entre las distintas cepas de *Clostridium* en cuanto a la producción y velocidad de fermentación, y formación de sustancias de olor desagradable. Las cepas que produjeron mayor desintegración fueron las nos 7 y 9, y de éstas la n°9 resultó superior en cuanto a su olor.

Diferencias similares se obtuvieron en otros ensayos, lo que indica el predominio de las « cepas » agregadas sobre la flora natural de las raíces, que no fueron esterilizadas.

Desintegración de raíces secadas al sol. — En la raíz de kok-saghyz después de cosechada, se produce un proceso, al parecer de oxidación, que trae aparejado una sensible pérdida de caucho. Este proceso se acelera con el aumento de la temperatura.

Fueron ensayados métodos de conservación y estudiados sus ventajas e inconvenientes con respecto al aumento o disminución en la cantidad y calidad del caucho. Uno de estos métodos es el de secar las raíces al sol inmediatamente después de su cosecha, hasta lograr reducir su contenido en agua desde un 80 a un 25 %.

Independientemente de las experiencias realizadas con el fin de investigar la posible pérdida del caucho al someter la raíz a este tratamiento, se estudió la posibilidad de su posterior fermentación por

medio de microorganismos para desintegrarla y concentrar el caucho, para lo cual se efectuó el siguiente ensayo :

Se tomaron 5 kg de raíces frescas, con un contenido de agua de 80 %, y se secaron al sol hasta un peso de 1,340 kg, se cortaron en trozos de 5 a 6 cm de longitud y se distribuyeron en dos recipientes de barro vidriado de un contenido de 9 litros cada uno.

Como testigo se usaron 5 kg de raíces frescas. Se agregó luego a cada uno de los cuatro recipientes agua a 30°C en cantidad suficiente para cubrir bien las raíces y posteriormente 200 cm³ de medio de cultivo (caldo de papa glucosado) en plena fermentación.

Las raíces que sirvieron de testigo fermentaron perfectamente completándose el proceso al cabo de tres días ; las raíces que habían sido secadas al sol permanecieron enteras, notándose que la acidez del líquido había aumentado, por lo que se cambió el agua luego de lavarlas. La siembra se realizó nuevamente y al cabo de 24 horas la fermentación comenzó en forma lenta.

Se deduce de esta experiencia que no es conveniente secar las raíces al sol para emplearlas luego en la extracción del caucho por el método microbiológico.

Como resulta más eficaz la acción de los microorganismos sobre raíces frescas, convendría efectuar la cosecha a medida que se disponga de los recipientes adecuados para realizar la fermentación.

El producto después de desintegrado puede guardarse en recipientes menores hasta la eliminación del residuo, ya que el volumen original disminuye considerablemente.

Aumento de la concentración del caucho por acción de « Clostridium sp. ». — Con el objeto de determinar el aumento de la concentración del caucho por la acción de los microorganismos usados en la fermentación de las raíces de *kok-saghyz* se realizaron diversas experiencias.

En el ensayo que se describe a continuación se sometieron a la acción de las cepas seleccionados de *Clostridium* sp. raíces enteras con cuello. La planta, después de cosechada, fué despojada solamente de las hojas, usando como en los ensayos anteriores, recipientes de barro vidriado de 9 litros de capacidad.

Se efectuaron dos repeticiones, tomando para cada una 4 kg de raíces frescas. Una vez depositadas las raíces en los recipientes, se agregó suficiente cantidad de agua a 30°C para cubrir las bien. Luego se adicionó 200 cm³ de cultivo de *Clostridium* (caldo de papa glucosado) en plena fermentación, que había sido sembrado con la cepa

nº 9. Los recipientes fueron mantenidos luego a una temperatura que oscilaba entre 28 y 31°C.

A los cuatro días de la siembra, el producto fué lavado en tamices de 1 y 1/2 mm, pesado y colocado en estufa a 50-53°C durante 24 horas, pesándose nuevamente al cabo de dicho tiempo.

En el cuadro nº 1 se exponen los resultados obtenidos.

CUADRO I

Reducción de materia seca por la acción de bacterias y lavado posterior

Pote Nº	Raíces y cuellos frescos			Raíces y cuellos fermentados			Reducción de Materia seca (en %)
	Peso total (en gr)	Humedad (en %)	Materia seca (en gr)	Peso total (en gr)	Humedad (en %)	Materia seca (en gr)	
1. . . .	4.000	78,5	860	775	80	155	82
2. . . .	4.000	78,5	860	740	79	155,4	82

Como puede observarse la reducción de materia seca producida por la acción de los microorganismos y su lavado posterior en tamices, fué del 82 %. La elevada proporción que se elimina con este procedimiento facilita grandemente la tarea posterior de obtención del caucho limpio.

Lo que más dificulta la eliminación del residuo del producto final, luego de sometidas las raíces al proceso de la fermentación, es el suber de la raíz y sobre todo la cutícula y otros restos de hojas que quedan adheridas al cuello.

Reducción de substancia seca en el cuello y en la raíz. — Con el objeto de determinar la diferencia de reducción de substancia seca, por la acción del *Clostridium*, entre el cuello y la raíz, se efectuó un ensayo en forma similar al descrito anteriormente.

Se realizaron dos repeticiones, sometiendo por separado cuellos y raíces a la acción de los microorganismos. Los resultados se exponen en el cuadro nº 2.

CUADRO II

Reducción de materia seca por fermentación y lavado posterior
en raíces y cuellos

Muestra	Material fresco			Material fermentado y lavado			Reducción de materia seca (en %)	Total de caucho bruto (en gr)	% de caucho sobre materia seca original	% de caucho sobre materia seca des-pués de fermentar
	Cantidad (en gr)	Humedad (en %)	Materia seca (en gr)	Peso total (en gr)	Humedad (en %)	Materia seca (en gr)				
A	2.000 gr de raíz	78,5	430	326	79	68,46	84,1	31,06	7,22	45,37
	1.100 gr de cuello	76	264	464	79	97,44	63,1	9,95	3,76	10,21
B	2.000 gr de raíz	78,5	430	390	76	93,60	78,2	39,10	9,09	41,77
	1.200 gr de cuello	76	288	533	79	111,93	61,1	9,69	3,36	8,66

De la interpretación de los resultados obtenidos de esta última experiencia podemos extraer las siguientes conclusiones :

La reducción de materia seca producido en la raíz de *kok-saghyz* por la acción del *Clostridium* sp. y su lavado posterior, es notablemente superior a la producida en el cuello. Mientras que el promedio de reducción experimentada en la raíz fué de 81,2 %, en el cuello, proveniente de las mismas plantas, sólo alcanzó al 62,1 %.

Además, la proporción de caucho en plantas frescas es inferior en el cuello que en la raíz. Mientras el rendimiento promedio del cuello, expresado en por ciento de materia seca original fué de 3,56 %, en la raíz se elevó a 8,15 %.

A la desventaja mencionada, se suma el inconveniente que representa la presencia de cutina proveniente de la cutícula de los restos de hojas que dificulta la posterior limpieza del caucho.

Debido a estos dos factores (mayor contenido de caucho y la mayor reducción de substancia seca) la proporción promedio de caucho en las raíces desintegradas fué de 43,22 % sobre materia seca, mientras en el cuello desintegrado fué sólo de 9,38 %.

CUADRO III

Proporción de resinas y residuos en el «caucho bruto» obtenido por el método microbiológico

		«Caucho bruto» seco	Extracto acetónico	Extracto benzólico	Substancias insolubles
Raíz	En peso.....	1,095 gr	0,300 gr	0,7945 gr	0,0005 gr
	En %.....	100 %	27,4 %	72,56 %	—
Cuello	En peso.....	1,072 gr	0,283 gr	0,6160 gr	0,173 gr
	En %.....	100 %	26,4 %	57,5 %	16,1 %

Procedimientos ensayados para la separación del residuo. — Después de producida la desintegración de la raíz y la liberación y concentración del caucho por medio de bacterias, debe someterse el producto a un proceso de eliminación del residuo, hasta que alcance un grado tal de pureza que lo haga apto para la industria.

Fueron ensayados distintos tratamientos tendientes a lograr el caucho con la menor cantidad de impurezas posible.

Ensayo 1º: Se molieron 22 kg de raíces frescas en una máquina de triturar maíz. Se sometió luego a la acción de las bacterias, reduciéndose la materia seca en forma similar a los ensayos anteriores en raíces sin moler.

Una vez terminada la fermentación se dividió el producto en varias porciones y se sometieron a los tratamientos que se mencionan a continuación:

a) Una porción se lavó en tamices de 4, 2, 1 y 1/2 mm. Se produjo una pérdida grande de caucho y el residuo no se eliminó por completo.

b) Otra porción se lavó en telas de algodón de trama abierta lográndose un resultado similar que en el tratamiento a.

c) Teniendo en cuenta la diferencia de densidad que existe entre las partículas de caucho y el residuo, se trató de separarlo por decantación, para lo cual se agregó suficiente cantidad de agua llevando luego todo a un recipiente de boca ancha. Al cabo de varios días se comprobó que una parte del caucho había ascendido a la superficie del líquido arrastrando en su recorrido apreciable cantidad de residuo. La mayor parte del residuo que se depositó en el fondo del recipiente, había arrastrado también una considerable cantidad de caucho.

Se ensayaron también soluciones salinas de distinta concentración (ClNa), pero sin resultado positivo.

Ensayo 2° : Con el fin de aplicar los mismos tratamientos que en el ensayo 1° se molieron distintas cantidades de raíces frescas y fermentadas, con una máquina «Ciclón» usada generalmente para moler forrajes.

La única diferencia notable con respecto al ensayo 1° fué la obtención de cierta cantidad de caucho con un alto grado de pureza, que quedó detenido por el tamiz que posee esta máquina. Este caucho provenía del látex coagulado en las heridas que las plantas sufrieron en el cultivo, y que se presentaban en trozos relativamente grandes.

Ensayo 3° : La separación del caucho del residuo de la raíz fermentada y molida posteriormente, dió resultados aparentes con centrifuga de laboratorio, a un alto número de revoluciones por minuto.

Sugerido por este resultado se ensayó una centrifuga «Champion», similar a las que se usan en la industria para separar líquidos no miscibles de distinta densidad, o para purificar líquidos con una pequeña cantidad de residuo. Sus características son las siguientes : capacidad de 12 kg, 1000 revoluciones por minuto y con un radio de 15 cm.

El producto fermentado, con un contenido en agua del 75 %, fué molido y homogeneizado en un «Kuik-licuator» semejante a los que se usan para la fabricación de jugo de frutas. Se colocaron en la centrifuga 1 litro del producto así tratado y 8 litros de agua.

El caucho que se obtuvo, presentaba un grado de limpieza aceptable, por lo que este ensayo vuelve a confirmar la posibilidad de la obtención del caucho limpio de la raíz fermentada, por medio de la centrifugación.

El mayor inconveniente que se presentó durante su realización, fué la pérdida de tiempo y por lo tanto de rendimiento horario, debido a la necesidad de limpiar la centrifuga luego de cada dos extracciones por que el residuo aumentaba rápidamente depositándose en las paredes del «canasto».

Consideramos que es factible la obtención del caucho limpio por este sistema siempre que se dispongan de centrifugas continuas apropiadas para este trabajo, que evitaría la pérdida de tiempo y la disminución considerable del rendimiento de la máquina, por la interrupción periódica del trabajo para la limpieza de la misma.

Ensayo 4° : Los mejores resultados en la separación del caucho del residuo de la fermentación, fueron obtenidos con el amasado y el lavado.

Una vez finalizada la acción de los microorganismos, se lavó el producto y se prensó para eliminar la mayor cantidad posible de agua. Inmediatamente después se sometió a un amasado intenso en mortero de tal manera que se produjera la aglutinación de las partículas de caucho y el desmenuzamiento completo del residuo (partículas de súber, leño, cutina, etc.), para que pudiera ser luego eliminado con el lavado en tamices de 2, 1 y 1/2 mm. El uso del agua caliente — 50 a 60°C — facilita esta operación, pues produce el reblandecimiento del caucho, aunque no conviene aumentar demasiado la temperatura, pues afecta la calidad del producto.

La limpieza efectuada en esta forma fué efectiva, aunque resultó trabajosa para cantidades relativamente grandes de raíz fermentada, por lo que se ensayó la mecanización del método. Se usó con este fin una máquina construída para la molienda de semilla de lino destinada al análisis de aceite.

La máquina posee como órgano molidor dos rodillos macizos y estriados de hierro, de 15 cm de diámetro, que giran en sentido contrario y a distintas velocidades (en el mismo tiempo, tres vueltas de uno corresponden a dos del otro), produciéndose un movimiento simultáneo de arrastre y compresión del material. La distancia entre los cilindros puede ser graduada mediante una palanca.

Se trabajó a un reducido número de revoluciones (aproximadamente 45 revoluciones por minuto), para que la fuerza centrífuga no despidiera la masa que queda adherida a uno de los rodillos — el que gira a menor velocidad — de manera tal que se produjera al cabo de cierto tiempo, por el amasado y prensado intenso, la aglutinación de las partículas de caucho y el completo desmenuzamiento del residuo.

La masa, una vez sometida a la acción del molino, fué lavada en tamices, volviéndola luego nuevamente al molino para continuar el amasado.

Este procedimiento fué eficiente, aunque la máquina usada se aleja algo del tipo ideal de aparato que se emplea en la industria para este fin. Sin embargo el resultado fué alentador, por lo que consideramos que con una máquina construída especialmente se logrará la limpieza del caucho hasta un estado tal que sea aceptable para la industria.

La máquina a construir deberá reunir una serie de condiciones que facilite la limpieza. Los cilindros serán huecos para permitir su calentamiento con vapor y producir en esta forma el secado de la

masa, pues en este estado el desmenuzamiento del residuo se produce mucho más rápido. El tamaño de los cilindros deberá ser mucho mayor que los del molino usado en el ensayo anterior, y el trabajo se producirá en forma mucho más completa si la superficie de ataque es lisa.

El aparato debe completarse con una instalación por la cual sea posible el lavado de la masa cuando se considere conveniente, con chorros de agua a 50-60°C que facilita la eliminación del residuo. Debajo de los rodillos se deberá colocar una bandeja que permita recoger el agua de lavado y recuperar las partículas de caucho que no se logran aglutinar en el amasado.

Forma de actuar de las bacterias. — Los microorganismos productores de la fermentación de la raíz de *kok-saghyz* actuarían descomponiendo y transformando diversas substancias (inulina, etc.), en productos solubles en agua y volátiles, disminuyendo en esa forma la cantidad de materia seca de la raíz. Por otra parte producirían el ataque del cemento péctico, dejando en libertad las células que son luego eliminadas al efectuarse el lavado de la raíz.

Se sumergió un papel de filtro (celulosa prácticamente pura) en medio de cultivo — caldo de papa glucosado — en plena fermentación; al cabo de varios días pudo notarse que el trozo de papel no sufrió alteración alguna.

El *Clostridium* empleado en la fermentación posee poder diferencial, pues mientras desintegra la raíz de *Taraxacum kok-saghyz* no ataca a la de *Taraxacum officinalis*.

Por observaciones efectuadas en material fermentado se deduce que la bacteria no ataca los tejidos suberificados y cutinizados y que actuaría lentamente sobre los lignificados.

Proporción de residuos y resinas del caucho «bruto» obtenido por el método microbiológico de extracción. — El caucho «bruto» obtenido al someter independientemente la raíz y el cuello a la acción del *Clostridium* fué separado del residuo por medio del amasado en un mortero y lavado en tamices. Luego de este primer paso se pesó el producto y se dividió en dos partes iguales, una destinada al análisis químico y la otra para determinar el contenido de agua.

El análisis químico se realizó por el método «Cottler» (7). El contenido de agua se investigó sometiendo la muestra a la acción de la temperatura en estufa (50 a 53°C) durante 24 horas ¹.

¹ Esta temperatura, usada por conveniencia también en otros ensayos, no extrae totalmente el agua, pero los resultados son comparativos desde que se usaron en todos los análisis.

En el cuadro n° 3 se exponen los resultados obtenidos.

Las muestras fueron tratadas con los solventes hasta que quedaron agotadas. El tratamiento con acetona duró 14 horas y con bencol 32 horas.

El análisis químico muestra una apreciable diferencia en favor del «caucho bruto» obtenido de la raíz sobre el obtenido del cuello. Esta diferencia se debe probablemente a la dificultad que representa la eliminación total de la cutina de los restos de hojas que se encuentran adheridas a éste.

La relación entre las resinas y el caucho puro obtenido en los análisis correspondientes al cuello y a la raíz, coinciden con los resultados logrados por Tiscornia (7) (pág. 18), quien determinó un porcentaje mayor de resinas en el cuello y parte superior de la raíz.

Desintegración por métodos mecánicos

Otro procedimiento para extraer el caucho de *kok-saghyz* mencionado en la bibliografía (4 y 5), se basa en el principio de desmenuzamiento total de la raíz por métodos mecánicos, y la separación posterior del residuo por medio de tamices.

Kojalovic y Jakimov (4) mencionan una serie de ventajas en el empleo de este método, diciendo que los aparatos a usar son suficientemente sencillos para que puedan ser manejados por los mismos agricultores; que resulta económico por la pequeña fuerza motriz necesaria, y que permite la utilización del residuo en la fabricación de alcohol, sometiéndolo a procesos de fermentación.

En nuestro país esta serie de ventajas no puede ser tenida mayormente en cuenta, pues aquí la energía mecánica en la «chacra» es mucho más cara que en Rusia, y además no es problema la obtención de materia prima para la fabricación de alcohol.

Por la falta de máquinas necesarias — molinos de bolos — no se pudo realizar ningún ensayo.

Transcribiremos a continuación un resumen de un trabajo ruso publicado en *Horticultural Abstracts* (4).

«*La extracción de caucho de raíces de «kok-saghyz» por método mecánico.* — El aparato para la extracción es lo bastante sencillo para ser usado en cualquier lugar de cultivo de *kok saghyz*. Este consiste en un barril fuerte de roble, de setenta litros de capacidad, montado en un eje que le permita girar sobre sí mismo. El barril se llena parcialmente con bolos de vidrio o de otro material duro.

«Se introduce aproximadamente 8 kg de raíces, las cuales han sido previamente lavadas, secadas hasta coagular el látex, desmenuzadas y humedecidas con agua. El barril, se hace girar a un régimen de 45 revoluciones por minuto, con un gasto no mayor de 0,27 kw de energía eléctrica. La molienda puede durar desde 6 hasta 16 horas.

« El caucho es separado del residuo por medio de tamices y lavado con agua. Con la fermentación del residuo puede obtenerse alcohol.

« Con este procedimiento no se requieren sustancias químicas o centrífugas, y se extrae el 95 % del caucho ».

EXTRACCIÓN DEL CAUCHO PURO

Uso de solventes

La extracción de caucho de las raíces de *kok-saghyz* por medio de solventes es sólo mencionada por la bibliografía. Krotkow (5) expresa : « Mientras la extracción del caucho por medio de solventes ha sido investigada para uno de los « saghyzes », no hay datos que se basen en la bibliografía, para recomendar su uso en *kok-saghyz* ».

En nuestro país, el Ing. Kerzman, trabajando en extracción de caucho de la corteza de « Maromá » (*Ficus* sp.), realizó ensayos de extracción por medio de solventes, en escala semi-industrial (3).

En casos necesarios podría ensayarse la técnica empleada por éste, en la extracción de caucho de *kok-saghyz*.

Resumen. — 1. En el presente trabajo se describen varios ensayos sobre métodos de extracción de caucho de *Taraxacum kok-saghyz*, que pueden clasificarse en 5 grupos : a) por difusión, b) por ataque con un álcali, c) por ataque con microorganismos, d) por acción mecánica y e) con solventes.

2. Si bien es posible extraer el látex por difusión, este método no tiene ventajas prácticas ni económicas, desde que sólo se logra obtener un 50 % del contenido de caucho, debiendo utilizarse exclusivamente raíces recién cosechadas.

3. La extracción con álcalis a presión y altas temperaturas es un método practicable y económico, pero afecta considerablemente la calidad del producto obtenido.

4. La extracción del látex, previa desintegración de las raíces por fermentación, es el método más indicado por las siguientes razones : no se necesitan instalaciones especiales ni temperaturas altas, se mantiene la calidad del producto que se obtiene con un alto grado de pureza, con una extracción que se acerca al 100 %. Todo el proceso requiere 6 días.

Summary. — 1. Several experiments on methods for the extraction of rubber from *Taraxacum kok-saghyz* are described. The methods may be classified in 5 groups: a) diffusion, b) attack by alkalies, c) attack by microorganisms, d) mechanical action, and e) solvents.

2. Even though it is possible to extract the latex by diffusion, this method has neither practical nor economical advantages, since scarcely 50 % of rubber can be extracted and only fresh roots can be used.

3. The extraction with alkalies under pressure and high temperatures is practicable and economical, but it affects in high degree the quality of the obtained materials.

4. The extraction of latex, previous desintegration of the roots by fermentation, is the most advisable method. Neither special equipments nor high temperatures are necessary. A product of good quality and high purity is obtained and the percentage of extraction approaches 100 %. Only six days are required for the whole extraction.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. FERRER, R., *Industria del caucho y otras materias plásticas*. José Montero. Buenos Aires 1942.
2. IMPERIAL AGRICULTURAL BUREAUX. *Cultivation and breeding of Russian rubber-bearing plants*. Aberystwyth, Imperial Agricultural Bureaux, 53 p. mimeogr. 1944.
3. KERZMAN, I. N., « *La Maroma* » (*Ficus* sp.) como planta cauchera. Corporación para la producción de caucho vegetal. Ministerio de Agricultura de la Nación. 72 p. mimeogr. Diciembre de 1945.
4. KOJALOVIC, N. B. AND P. A. JAKIMOV, *The extraction of rubber from the roots of kok-saghyz by mechanical means* (Russian) *Vest. Soc. Rast.* n° 1, pp. 95-8. 1941. Abstract in *Horticultural Abstracts*, Vol. XVI, n° 1, Abs. 1-570. March 1946.
5. KROTKOV, G., *A review of literature of « Taraxacum kok-saghyz » Rod.* *The Botanical Review*, Vol. 11, n° 8, pp. 417-461. 1945.
6. ORBEA, J. R., *Observación de caracteres anatómicos en raíces de « Taraxacum kok-saghyz » y su relación con el rendimiento en caucho*. (Inédito). Biblioteca de la Facultad de Agronomía de La Plata. Julio de 1946.
7. TISCORNIA, M. A., *Contenido de caucho en « Taraxacum kok-saghyz »*. *Métodos de análisis. Influencia morfológica y climática*. (Inédito). Biblioteca de la Facultad de Agronomía de La Plata. Octubre de 1946.
8. SÍVORI, E. M., *Estudios sobre fisiología, morfología y selección de « Taraxacum kok-saghyz »*. (Inédito). Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. 1946.