U 1827.

CAPITULO IX

RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VINICOLA

Centro de Información de Recursos Naturales
BIBLIOTECA
CIREN

FUNDACION FONDO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
FIA

RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VINICOLA

1. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

Los residuos de la industria vinícola considerados en este estudios, son:

a. Orujos, que contienen principalmente alcohol, pepas, materia orgánica y tartratos;

b. Borras, que contienen alcohol, tartratos y materia orgánica;
El cremor tártaro de cubas no constituye propiamente un residuo. ya que tiene actualmente un mercado de exportación.

2. ESTIMACION DE LAS CANTIDADES DE RESIDUOS

La estimación de las cantidades de residuos se hace partiendo de las cantidades de uva vinificada o del vino producido.

En general, tanto la cantidad de residuos como la composición de éstos depende de muchos factores, tales como las variedades de uvas, las características ecológicas de cada zona, el sistema de procesamiento para la vinificación y las características de los procesos empleados en las operaciones de la industria vinícola.

Esta situación se traduce en una gran dispersión de los valores de los coeficientes de obtención de residuos, asi como de la composición de los mismos, como se indica más adelante.

2.1. Producción de vinos por regiones

En el cuadro 2.1.1. se indican las producciones de vino por región, de las zonas productores más importantes del país, hasta el año 1978.

CUADRO 2.1.1

PRODUCCION TOTAL ESTIMADA DE VINOS POR REGIONES

AÑOS 1968 a 1978 (LITROS)

AÑO / REGION	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
IV (*)	6.608.968	6.608.000	9.227.000	12.570.000	11.513.583	16.117.147	17.220.415	16.531.257	16.653.576	16.431.000	28.361.771
V	5.077.000	4.477.000	2.604.513	4.350.107	4.364.302	5.719.746	4.383.886	8.681.113	7.507.357	5.588.084	6.214.89[illegible]
R.M.	76.759.000	56.141.000	49.897.905	69.974.961	86.692.151	59.332.454	58.997.417	64.743.695	75.072.968	78.303.846	80.898.89[illegible]
VI	99.028.000	83.376.000	60.707.265	82.969.922	84.812.816	94.471.784	78.573.280	94.763.322	89.591.852	96.375.352	97.536.839
VII	259.831.000	165.859.000	183.428.043	260.297.535	319.367.412	256.784.377	231.612.872	211.745.167	256.730.861	331.986.592	296.473.864
VIII	77.750.000	83.833.000	64.964.767	87.114.109	139.492.276	109.691.527	82.051.311	78.303.395	76.294.493	65.402.025	78.498.421
TOTAL	525.053.968	400.294.000	370.829.493	517.276.634	646.242.540	542.117.035	472.839.181	474.767.949	521.851.107	594.086.899	587.984.684

FUENTE: Servicio de Impuestos Internos. Departamento de Alcoholes.

(*) Se incluye producción cepas pisqueras.

Con posterioridad a esa fecha, tanto el Servicio Agrícola y Ganadero, como el Servicio de Impuestos Internos, por las nuevas disposiciones administrativas, no continuaron con la recolección de datos estadísticos de la producción vinícola. Solo existen estimaciones sobre la producción total de vinos del país para los años más recientes, que se indican en el Cuadro 2.1.2.

CUADRO 2.1.2. PRODUCCION DE VINO 1979-1982 ESTIMACION(*)(litros)

Año	Producción total
1979	592.600.000
1980	586.000.000
1981	594.300.000
1982	600.000.000

(*) Estimación de la Federación de Cooperativas Agrícolas Vitivinícolas.

Puede acotarse que la producción de vinos en los últimos 10 años, después de una baja en 1974, se ha ido incrementando paulatinamente. Entre las producciones de los años 1973 y 1982 hay solo un 11% aproximadamente, de incremento. La mayor diferencia en este período se nota al comparar los años 1974 y 1982, con un incremento de casi 27%. No obstante, puede notarse que el promedio de los diez últimos años equivale a una producción de 556.654.700 litros, con una desviación standard de ± 50.536.000 litros (9,0%).

Además puede observarse que entre los totales de producción de vinos del año 1978, en que existe un desglose por regiones, y el año 1982, hay aproximadamente un 2% de diferencia, razón por la cual se usará como referencia de cálculos el año 1978.

Se ve claramente que la mayor concentración de la producción de vino está en la VII Región. Le siguen con cantidades significativamente

inferiores la VI Región, La Región Metropolitana y la VIII Región, las tres con relativamente pequeñas diferencias.

2.2. Distribución de la industria productora de vino

Los antecedentes disponibles sobre la distribución regional de las principales productoras de vino datan de 1972-1973, mientras que los datos sobre empresas elaboradoras de vino son del año 1978.

Cabe definir la distinción entre productores y elaboradores de vino. "Productores" son aquellos agentes o empresas que elaboran vino y lo comercializan al por mayor. Los "elaboradores" son agentes o empresas que compran vino en bruto, lo elaboran, envasan y comercializan. Tanto unos como otros pueden, a veces, revestir simultáneamente ambas características.

En el cuadro 2.2.1. está indicada la distribución por regiones de productores y elaboradores. Cabe hacer presente que solo son significativos para la producción de desechos, como orujo y borras, los denominados productores, ya que solo ellos procesan la vendimia.

Conviene indicar que las operaciones de vendimia se realizan entre el 1° de Marzo y el 30 de Abril, que son las que originan el escobajo. La separación de borras es intensa desde Mayo hasta fines de Julio, disminuyendo considerablemente en los meses posteriores.

CUADRO 2.2.1. PRODUCTORES Y ELABORADORES DE VINO

REGION	N° DE PRODUCTORES (*) (BODEGAS PARA VINIFICACION)	N° DE ELABORADORES (**)
IV	29	18
V	16	34
R.M.	69	121
VI	32	62
VII	56	235
VII	25	474
TOTAL	227	934

FUENTE, Ref. 1.: (*) Catastro Vitícola CORFO-SAG (1972-73)
(**) Servicio de Impuestos Internos (1978)

La mayor concentración de productores principales están en la Región Metropolitana, la VII y VI Regiones, que le siguen en ese orden. Dado que la mayor producción de vino, por amplio márgen, está en la VII Región, debe concluirse que las industrias vinificadoras de esa zona deben ser, en promedio, de mayor capacidad que en la Región Metropolitana.

2.3. Disponibilidad de residuos

Las estimaciones de residuos disponibles, se hacen en relación a la producción de vinos en las diversas regiones. Para ello hay que determinar los coeficientes vino/residuo correspondientes. Dicha relación es muy variable, por las razones explicadas anteriormente, no obstante y para los efectos de este estudio, es suficiente establecer valores promedios más probables, los que se consiguieron a través de consultas

a productores y análisis de las referencias (1), (2), (3), (4), (5) y (6).

Cabe mencionar que en referencia (1), se indican los promedios nacionales de subproductos o desechos de vinificación, pero no se establecen las condiciones con que se consideran los desechos, en cuanto a humedad presente, lo que puede hacer variar significativamente las cantidades. Por esta razón, atendiendo a informaciones obtenidas en terreno, se han modificado algunos datos.

En general puede establecerse como promedio que de la vendimia, el 75% en peso da origen a vino.

Las relaciones o coeficientes para los desechos o subproductos que como se sabe son sumamente variables, se presentan en sus rangos más probables y además, el promedio o cifra que se considera en este estudio con fines estimativos.

Orujo: este subproducto se encuentra con humedades diferentes, según sea el grado de prensaje. Está compuesto por hollejos, pepas y escobajos, este último solo parcialmente pues en algunos casos se le separa en la descobajadora y se usa como combustible. Los valores extremos más probables son de 10 a 15% en peso de la vendimia. Se toma un valor referido al vino (suponiendo 75% de rendimiento en vino de la vendimia) de 14% en peso, con humedad promedio de 40% (En general el prensaje es bastante intenso en Chile).

Pepas: Aún cuando estas están contenidas en el orujo, por su diferente utilización se consideran aparte. Sus proporciones más probables son de 20 a 30% sobre el orujo, por lo que se supone un 25% de orujo en húmedo. La pepa seca (7 -10% de humedad), que es como se procesa para extraer aceite, representa un 12% del orujo húmedo.

Borras: Las borras también se presentan con diferentes humedades, según sean borras decantadas solamente o filtradas en filtro prensa. Estas últimas tienen humedades de 45 - 55%, mientras las primeras llegan a valores algo superiores. La práctica de las industrias vinícolas importantes en Chile, que cada vez se difunde más, es el uso del filtrado. Se toma entonces un 50% de humedad promedio. En estas condiciones los promedios de los coeficientes de borras/vino varían entre 3 y 6%, considerándose un promedio de 5% sobre vino.

Con estos datos puede establecerse las cantidades de sub-productos o desechos para las diversas regiones, anotadas en el cuadro 2.3., sobre la base de la producción de vino.

3. COMPOSICION DE LOS DESECHOS

La composición de los desechos, antes cuantificados, se considerará en función de aquellos componentes que son suceptibles de aprovechas por medio de su industrialización.

Es así que del orujo fermentado se puede recuperar alcohol, tartratos, pepas y el resto de material agotado seco. A su vez de las pepas se puede extraer aceite, quedando como residuo un afrecho agotado.

Las borras también contienen alcohol y tartratos, que es posible recuperar, dejando una borra agotada formada especialmente por levadura de fermentación.

CUADRO 2.3. : DISTRIBUCION DE LAS CANTIDADES ESTIMADAS DE DESECHOS VINICOLAS POR REGION

REGION	PRODUCCION DE VINO (litros)	ORUJO TOTAL, Ton (40% humedad)	PEPAS(*), Ton SECAS (10% humedad)	BORRAS, Ton (50% humedad)
IV	28.361.771	3.970	476	1.418
V	6.214.898	870	104	311
R.M.	80.898.891	11.466	1.376	4.045
VI	97.536.839	13.655	1.639	4.877
VII	296.473.864	41.506	4.981	14.823
VIII	78.498,421	10.990	1.319	3.925
TOTAL	587.984.634	82.457	9.889	29.399

(*) Contenidas en el orujo (separadas y deshidratadas)

Si las cantidades de orujo y borras que se obtienen como subproductos o desechos de la vinificación presentan importantes variaciones debido a diversos factores que se han mencionado anteriormente, su composición o contenido de sustancias recuperables, que se han ya enumerado, es aún más variable, razón por la cual se harán estimaciones sobre las bases de antecedentes recogidos en las referencias antes citadas y de otras informaciones conseguidas con personas relacionadas con empresas que han procesado estos desechos en el pasado.

3.1. Composición del orujo

Tartratos

Estos están presentes como bitartratos de potasio principalmente, aún cuando hay cantidades menores de tartrato de calcio. Lo mismo sucede con los tartratos contenidos en las borras, que se tratan más adelante.

En general, la composición tan variable de los orujos, afecta a todos los productos recuperables. Los factores que más influyen en las diferencias son: el tipo de cepas y las condiciones ecológicas de las zonas de cultivo; las variedades de vino que producen (en vino blanco hay menos tartratos que en vino tinto) y las condiciones de procesamiento de la vendimia y su tratamiento en las operaciones de vinificación y separación del sub-producto.

Variaciones del 2,5 al 4% en el contenido de tartratos, expresados como bitartrato de potasio (*) sobre el peso de orujo húme

(*) Un kilogramo de Bitartrato de Potasio, corresponde estequiometricamente a 1,38 kg de Tartrato de Ca, con 4 moléculas de agua. A su vez 1 kg de bitartrato de potasio corresponde estequiométricamente a 0,798 kg de ácido tartárico. Los procesos industriales de extracción tienen rendimientos que van de 82 a 90% en la recuperación de los tartratos que contiene el orujo.

do (40% humedad), son frecuentes. Se puede estimar un rendimiento promedio, para el proceso industrial de extracción de tartrato, de 3,5% de tartrato de calcio (con 4 moléculas de agua) sobre orujo húmedo inicial.

Alcohol

El contenido de alcohol en el orujo depende de la condición de la uva (nivel de azúcar); del proceso de vinificación, y muy especialmente del prensado final para separar el vino de prensa, lo que se refleja en su humedad final. Por otra parte, el manejo posterior del orujo (almacenaje y flete) puede incidir en pérdidas de alcohol.

Orujos prensados con relativa intensidad, como se hace en el país (40% de humedad promedio), tienen un menor contenido de alcohol. Mientras este contenido puede variar entre 2 y 5% de alcohol (100°), por lo mencionado anteriormente puede pensarse en la recuperación promedio de 3,5% de alcohol de 100° calculada sobre orujo de 40% de humedad.

Pepas

Anteriormente se mencionó un rendimiento promedio de 12% de pepas deshidratadas (8-10% humedad) sobre orujo de 40% humedad.

El contenido de aceite de las pepas es de 15 a 18%, sobre pepas secas. En Chile se consigue un rendimiento de 14% de aceite extraído con solventes sobre pepas secas.

Después de extraído el aceite queda un afrecho de pepas secas, que representa una cantidad equivalente al 10% en peso del orujo húmedo (40% humedad).

Orujo residual

Se refiere al resto del orujo deshidratada (10% humedad), después de extraídas las pepas, los tartratos y el alcohol. Su cantidad es cerca del 46% sobre orujo húmedo original.

En consecuencia, de 100 kg de orujo inicial con 40% de humedad, resultan:

	46 kg de orujo seco residual, y
	10 kg de afrecho seco de pepas
Total	56 kg/100 kg de orujo húmedo

Este residuo tiene un poder calorífico de aproximadamente 4.000 Kcal/kg (la pepa entera, con aceite incluído, tiene 5.000 Kcal/kg).

La composición del orujo seco es muy variable. En referencia(7) se indican las siguientes cifras:

	con pepas	sin pepas
. Humedad	11,28	13% (máxima)
. Cenizas	2,47	10% (máximo)
. Proteína cruda	13,98	11% (mínimo)
. Grasas	7,52	-
. Fibra	28,97	22% (máxima)
. Extracto no nitrog.	47,06	-

Las pepas secas tienen alrededor de 53% de fibra.

Para su consideración como abono, se han conseguido los siguientes resultados de análisis de orujos: 1,5 - 2,5% de nitrógeno; alrededor de 0,5% de fósforo y 1,5 - 2,5% de potasio y 1% de Ca; todo basado en peso seco.

3.2. Composición de las borras

También este sub-producto presenta gran variabilidad en su composición, dependiendo de los mismos factores mencionados para el orujo. De especial relevancia es el porcentaje de humedad con que se dejan las borras después de decantar y/o filtrar (lo cual equivale al vino que queda incorporado), lo que influye fuertemente en el contenido de alcohol así como en el contenido de tartratos.

Tartratos

Estos se encuentran principalmente como bitartratos de potasio, y su contenido varía habitualmente entre 7 y 16% sobre peso de borra húmeda (50% humedad). En el proceso industrial de recuperación de tartratos de borras, los rendimientos pueden variar entre 6 y 15% de tartratos recuperados como tartrato de calcio (borras con 50% de humedad). Un rendimiento promedio de 8% de tartrato de calcio (de 50° en ácido tartárico (*)), podría considerarse como probable en el tratamiento de borras, referido a pastas de 50% de humedad.

(*) Un kilo de Tartrato de Calcio con 4 moléculas de agua corresponde (estequiometricamente) a 0,577 kg de ácido tartárico. Cuando se indica 50°en ácido tartárico, se quiere significar una relación de 1 a 0,50, en lugar de la estequimetica, siendo el saldo impurezas.

Alcohol

Cabe referir los mismos comentarios hechos para el orujo, en cuanto al manejo del subproducto y posibles pérdidas de alcohol. Las borras de prensa, según su compactación, contienen de 3 a 7% de alcohol(100°),sobre borra húmeda. Es probable un rendimiento medio de 6,0 lts por 100 kg de borra (50% humedad).

Borra agotada

Se refiere al resto de sustancias que quedan después de extraer el alcohol y los tartratos. El producto deshidratado esta compuesto principalmente por materia orgánica, con un contenido de 30 a 35% de proteínas, provenientes básicamente de las levaduras fermentadoras. Por 100 kg de borra inicial quedan entre 30 - 40 kg de borra agotada, seca.

No está demás conocer la composición de una borra fresca, a fin de visualizar las características de residuo agotado. Dicha composición es en general 30-50% de vino ; 12 a 15% de bitartrato de potasio y 40 a 66% de materia seca orgánica, en que más de la mitad es materia nitrogenada (con algunas otras sales minerales en baja proporción). Las cenizas corresponden a un 5,7-7,2%; 0,41-0,63% de P_2O_5 y 2,94 - 3,01% de K_2O, este último proviene del bitartrato, que en gran parte se elimina en el procesamiento.

3.3. Manejo de residuos

Se ha hecho referencias a las condiciones de manejo tanto de orujos como de borras, sea en las plantas productoras vinícolas o durante el flete y el almacenaje en plantas recuperadoras de alcohol y tartratos.

Debe cuidarse de evitar pérdidas significativas de alcohol por evaporación, así como controlar que no se produzcan fermentaciones indeseables.

Es así que, en el caso de orujos, su almacenaje en silos o en depósitos bajo nivel sea hecho compactándolos, lo cual se consigue especialmente al eliminar el escobajo si este los acompañan. El sistema de almacenaje debe ser cubierto (anaeróbico), para evitar crecimiento de hongos que descomponen los tartratos(7).

Cabe hacer notar que debe controlarse cuidadosamente las condiciones de manejo de todas las materias primas (orujos y borras) para evitar pérdidas de tartratos, pues además de hongos hay bacterias que los atacan. En las plantas recuperadoras, aún durante el procesamiento industrial, debe cuidarse la higiene para que dichas pérdidas no incidan en los rendimientos (8) (9).

3.4. Potencial de recuperación de productos de los desechos vínicos

El cuadro siguiente se ha determinado tomando las cantidades promedio de productos recuperables de los residuos. Debe considerarse como un potencial máximo disponible, pero no puede pensarse que todos sean recuperables, por las razones que se indican más adelante.

CUADRO 3.1. POTENCIAL DE TARTRATO Y ALCOHOL

Región	Ton. Tartrato de Ca (50°)			Litros 100°, miles		
	Tartraro de orujo	Tartrato de borras	Total	Alcohol orujo	Alcohol borras	Total
IV	122	128	250	139	77	216
V	27	28	55	30	17	47
R.M.	353	364	717	401	220	621
VI	420	439	859	478	266	744
VII	1.278	1.334	2.612	453	808	2.261
VIII	338	353	691	385	214	599
TOTAL	2.538	2.646	5.184	2.886	1.602	4.488

CUADRO 3.2. RESIDUOS ORGANICOS

En Ton/año

Región	Orujo seco	borra seca	afrecho de pepas extraídas
IV	1.826	610	397
V	400	134	87
R.M.	5.274	1.739	1.147
VI	6.281	2.097	1.366
VII	13.093	6.374	4.150
VIII	5.055	1.688	1.100
TOTAL	31.929	12.642	8.247

4. RESIDUOS DE INTERES. FORMAS DE UTILIZACION O ELIMINACION EN EL PAIS

4.1. Identificación de residuos de interés

Como se desprende de la exposición y los cuadros anteriores, los residuos que aparecen como interesantes para su aprovechamiento son los orujos y las borras de la industria vinícola.

Cabe hacer presente la distribución geográfica amplia de dichos residuos, notándose una concentración muy acentuada en la VII Región, que contribuye con prácticamente la mitad del total.

Por las razones que más adelante se explican, la recuperación de estos residuos en escala industrial puede considerarse sólo en operaciones de gran volumen, para que resulten económicas, por lo cual la VII Región sería el centro de gravedad más conveniente para examinar las posibilidades de su aprovechamiento. Es de considerar el hecho que el flete influye decisivamente en estas posibilidades, ya que el bajo costo a que necesariamente deben conseguirse los desechos, es afectado fuertemente por ese ítem.

4.2. Formas de utilización o eliminación en el país

4.2.1. Situación actual

Los residuos de la industria vinícola, tiene actualmente dos tipos de destinos. Uno es el empleo directo, sea por los propios productores o por terceros, como abono en el caso de orujos y borras, los que también son usados para alimentación animal. En estos dos usos, que sólo cubren una parte del total de desechos,

hay varias limitaciones. El orujo es de bajo valor como alimento animal y como abono (salvo que se requiera como abono orgánico), por lo que debe complementarse con otros productos más ricos. Deben ser neutralizados con cal, además, dada su acidez.

Las borras también tienen limitaciones como alimento animal, aún cuando su contenido en proteínas es relativamente alto, pero las sales tartáricas tienen efectos purgativos y además su aceptación por los animales no es buena. Esto obliga a mezclarlas con melaza u otros alimentos, en proporciones que eviten esos inconvenientes. Su uso como abono está difundido, dada la composición de ellas, pero requieren de adiciones de otros nutrientes (fósforo especialmente).

Otro destino es el uso industrial que actualmente se practica parcialmente. Sin considerar el uso en pequeña escala del escobajo como combustible, hay una empresa industrial de la VII región que ocupa cantidades importantes de orujo industrialmente. Compra a los productores de vino volúmenes de orujo que varían entre 10.000 a 15.000 ton/año. La empresa, que posee una planta productora de aceites comestibles, separa las pepas con máquinas cosechadoras, del orujo húmedo, para después de secadas usarlas para la extracción de aceite comestible.

El orujo despepado también se deshidrata para ser usado como combustible en las operaciones de su planta industrial.

Tanto las pepas como el orujo son deshidratados en tres secadores de tubo rotatorio, directamente por gases de combustión en contracorriente, secadores que tienen alrededor de 10 metros de largo.

4.2.2. Procesamientos de residuos vinícos en el país, actualmente discontinuados

Puede decirse que han existido numerosas empresas que han industrializado los residuos vinícolas en el país.

Estas han abarcado varios procesamientos, unos parciales, como en otros casos, integrales. Es así que en la Región Metropolitana existieron dos instalaciones para recuperación de alcohol de orujos, una de las cuales también producía tartratos de borras.

En la VII Región la empresa que actualmente procesa orujos (antes referida), anteriormente tenía instalaciones para recuperar alcohol de borras y orujos (200 a 300.000 litros/año) y plantas para usar estos subproductos en la elaboración de tartrato de calcio y ácido tartárico. Esto sumado al proceso de extracción de aceite de pepas (antes mencionado) y la deshidratación del orujo para usarlo como combustible, representaba un complejo para el aprovechamiento integral de estos subproductos.

En la misma región, hubo otra empresa que recuperaba alcohol y tartrato de subproductos vinícos, y existen dos instalaciones adicionales para la recuperación de tartratos, como tartrato de calcio, a partir de borras.

Todas estas empresas paralizaron sus actividades en estos rubros, entre los años 1975 y 1976, salvo en lo que respecta a la deshidratación de orujos y aprovechamiento de la pepa para obtención de aceite, practicada por una de ellas.

En Linares existe otra planta recuperadora de alcohol de orujos y borras, que también producía tartrato de calcio y ácido tartárico, recuperando las pepas para venderlas a una industria aceitera en Talca. Paralizó esta actividad en 1980.

Finalmente, en la V Región otra empresa producía ácido tartárico, a partir de tartrato de calcio,principalmente, adquiridos a las industrias antes mencionadas. Esta empresa producía conjuntamente, en las mismas instalaciones, ácido cítrico. Interrumpió estas líneas de producción en 1978.

Cabe indicar alguna información adicional sobre estas plantas, que será interesante de cotejar con la información que se presenta en párrafos posteriores, sobre tecnologías para el procesamiento de desechos vinícolas.

La planta que procesaba mayor cantidad de orujo, alcanzó a tratar 16.000 ton/año de este desecho, recuperando cerca de 3.000 ton de pepas (para producir 400 ton de aceite). Su radio de recolección de desperdicios comprendía normalmente de Talca a San Fernando, alargándose ocasionalmente hasta Rancagua y San Javier. Procesaba 2 a 3.000 ton de borra/año.

Una de las plantas tiene tres columnas de destilación (2.000; 3.000 y 6.000 litros/24 horas, expresado en alcohol de 100°), con una capacidad de tratamiento de 20.000 litros/día de borras con 40% de sólidos. El desalcolizador de orujo puede tratar 100 ton/24 horas.

Las plantas productoras de tartrato de calcio de varias empresas tenían capacidad de 2 ton/día, mientras que las mayores plantas productoras de ácido tartárico alcanzaban a 180-200 ton/año. La empresa que producía conjuntamente ácido tartárico y cítrico tenía una planta con capacidad de 30 - 35 ton/mes de ácido tartárico o 40-50 ton/mes produciendo ácido cítrico.

las empresas correspondientes, las cuales indicaron que las razones que tuvieron para paralizar estas actividades fueron la competencia de productos importados con bajos aranceles, especialmente de Argentina.

Como comentario final de esta sección, puede decirse que si bien algunas de las plantas tenían varios equipos tecnológicamente vigentes, estos estaban acompañados de otros que no reunían algunos requisitos que hacen más económicos los procesamientos. Sin embargo, la relativamente baja escala de producción (ver lo indicado en la siguiente sección) podría ser el factor de más importancia en el nivel de costos de las plantas.

5. SELECCION DE TECNOLOGIAS

No cabe referirse a los usos directos de los desechos vinícolas, a los cuales se ha hecho antes mención, ya que no involucran procedimientos dignos de análisis. El énfasis se pone en la recuperación de alcohol y tartratos, tanto de orujos como de heces, de la pepa para extracción del aceite y de los residuos de orujos y borras agotados, después del procesamiento.

5.1. Recuperación de alcohol

5.1.1. Orujos

En el caso del orujo, el procedimiento más simple y elemental es destilar en estanques de carga discontínua, generalmente con admisión de vapor vivo sobre la carga de orujo, condensando los vapores alcohólicos que emergen del destilador. Este procedimiento es empleado, en algunos países de Europa, para producir un tipo de aguardiente ("Grappa") de 35 a 40° en pequeñas instalaciones. Está más difundido en las actividades artesanales de pequeñas explotaciones vinícolas, pero se requiere de ciertos tipos especiales de uvas, características de ciertas regiones europeas, para obtener un buen producto.

En escala industrial, la recuperación de alcohol de orujos se realiza en dos formas básicas, que tienen algunas variantes. Un procedimiento, todavía en uso, es extraer el alcohol lavando el orujo en contra corriente con agua, la cual se va paulatinamente concentrando en alcohol. Esto se efectúa en bateas de madera, concreto o metálicas, con

doble fondo donde se deposita el orujo. La operación es semicontínua (4),(5). Existen sistemas para el desplazamiento mecánico del orujo en las bateas de difusión, que permiten una operación contínua. Posteriormente, el extracto acuoso con más alta concentración de alcohol (5-8°), pasa a equipos convencionales de destilación y rectificación, para obtener aguardiente o alcohol de 96,5°. El sistema de extracción del alcohol con agua, para destilar posteriormente, conduce a un producto de mejor calidad para producir aguardientes u otros licores, por lo cual raramente se usa en instalaciones que solo producen alcohol puro (96,5°).

Se ha ido imponiendo el sistema de desalcoholizar contínuamente con introducción de vapor directo en el orujo, condensando los vapores alcohólicos para después redestilarlos (10).

La práctica moderna generalizada en la actualidad es la de tratar el orujo en desalcoholizadores contínuos, en varias etapas, en las cuales se somete a la acción del vapor vivo, extrayéndose los vapores sin condensar para ser enviados directamente a las columnas rectificadoras. A la salida del desalcoholizador hay eventualmente una prensa de orujos, que separa las aguas residuales (condensado) en las cuales está disuelta gran parte de los tartratos,los que pasan a la planta de recuperación de éstos. En otros casos no hay prensaje de orujo desalcoholizador, por ser sometido a un proceso de extracción de tartratos,especial.

La recuperación o separación de las pepas del orujo se puede realizar en húmedo o en seco. La separación en seco da mejores rendimientos. Si se somete el orujo a desalcoholización conviene despepar después de hacerlo. Los equipos para estas operacio-

nes son convencionales y, como antes se ha mencionado, basta una cosechadora puede despepar en húmedo sin dificultades.

El orujo prensado (agotado), sea con o sin pepas, se deshidrata en secadores contínuos de tubo rotatorio. Es el típico secador convencional de esta clase, con calefacción directa de gases proveniente de combustibles líquidos o sólidos. Dado que uno de los principales usos del orujo seco es como combustibles, las plantas frecuentemente lo usan en su operación, para lo cual se consume aproximadamente 1/3 del orujo deshidratado y despepado para secar el total. En caso de haber separado antes las pepas éstas se secan en el mismo tipo de secadores.

El orujo seco puede también ser usado como complemento en alimentación animal o como abono orgánico, para lo cual es necesario humidificar y neutralizar con carbonato de calcio.

Las pepas pueden usarse para la extracción del aceite, que tiene propiedades dietéticas aún superiores al de maíz (alto contenido de aceite linoléico). Los procesos de extracción de aceite que pueden emplearse son el prensado y/o extracción por solvente, pero dado su relativamente bajo contenido de aceite (12-16%) actualmente solo se emplea la extracción por solvente. Para ello la pepa seca se muele gruesa y eventualmente se lamina entre rodillos. para después someterla a la extracción por solventes, normalmente en plantas discontínuas, con extractores estáticos, según el sistema convencional empleado para otras oleaginosas.

Cabe si acotar que es difícil justificar la instalación de una planta aceitera, aún discontínua que pueda operar con relativa-

mente bajas capacidades, específicamente para procesar pepas de uva. No es fácil conseguir un volumen de pepas para completar la capacidad de una planta en condiciones económica rentables, por lo que es normal que la extracción se realice en plantas aceiteras establecidas que procesan otras oleaginosas (12).

El afrecho extraído es muy leñoso para su uso como pienso (la proteína es poco aprovechable) y se usa generalmente como combustible.

5.1.2. Borras

Para la recuperación del alcohol de las borras, estas se destilan directamente en columnas de destilación, si son borras líquidas (es decir con 10-12% de sólidos), o son diluídas previamente a la destilación, en el caso de ser en pasta (obtenidas de filtración en filtro prensas con 50% de sólidos). Los equipos para esta operación pueden ser discontínuos o contínuos, pero estos últimos son los que se han impuesto actualmente.

Son torres de destilación con platos acondicionados para el paso descendente de los sólidos que contiene la borra. Hay una firma que tiene un diseño de una columna inclinada con platos dispuestos en escala (14). Posteriormente el alcohol recuperado es rectificado en columnas apropiadas.

Si bien el procesamiento descrito es el más usado y simple, existe una instalación con un proceso que previamente separa las borras por centrifugación, destilando solo el líquido (11). Pero debido a que posteriormente debe recuperarse el tartrato de las borras, éstas son recirculadas. El procedimiento ha tenido inconvenientes no totalmente solucionados.

5.2. Recuperación de tartratos

Este tema se tratará en conjunto para borras y orujo, ya que difícilmente se justifica una extracción de tartratos de orujos solos, por cuanto éstos tienen bajo contenido en comparación con las borras. Tanto es así que frecuentemente se descarta la extracción de tartratos de orujos de uva blanca, por su bajo tenor, limitándose a utilizar solo los de uva negra. Por ello, en una planta desalcoholizadora de orujos y de borras, los líquidos que contienen la riqueza tartárica se tratan en una planta única de recuperación de tartratos.

Generalmente se recuperan los tartratos precipitándolos como tartratos de calcio con 4 moléculas de agua. Como ya se ha mencionado, la riqueza tartárica de los desechos se encuentra como bitartrato de potasio, estando presente, además, el tartrato de calcio pero en baja proporción, especialmente en las borras. El bitartrato aumenta su solubilidad en caliente, disminuyendo fuertemente al enfriarse, mientras que el tartrato de calcio es poco soluble en caliente y prácticamente insoluble en frío. Es así, entonces, que debe efectuarse la extracción del tartrato en caliente.

Antiguamente, en el caso de tratamiento de borras, en pequeñas operaciones discontínuas, se efectuaban recuperaciones del bitartrato de borras, cristalizándolo al enfriar las colas de destilación, obteniendo un producto muy impuro por la presencia de materia orgánica de las borras, procedimiento actualmente descartado.

En el caso de recuperación de tartratos del orujo, existen dos procedimientos. Un sistema se limita a prensar los orujos que sa-

len del desalcoholizador contínuo, en que el líquido obtenido (junto con el condensado del vapor para desalcoholizar) constituye la fuente de tartratos, al encontrarse gran parte de estos disueltos en él. Este líquido se somete a los tratamientos que se describen más adelante.

Otro sistema consiste en efectuar un tratamiento posterior a la desalcoholización del orujo, extrayéndole la materia tartárica con agua caliente (16), que además puede estar acidulada (14), en equipos de extracción contínua. Estos pueden tener diferentes características, pero básicamente tienen dispositivos mecánicos para conducir el orujo en un sentido, moviéndose el agua en contracorriente.

Los más modernos son equipos compactos de acero inoxidable, que reciben el orujo del desalcoholizador. El equipo consiste en una serie de bateas longitudinales, conteniendo sistemas mecánicos de transporte de orujo. Las bateas están colocadas en una estructura, a diferentes niveles para aprovechar la gravedad al cambiar de batea. Los tartratos residuales del orujo son extraídos con agua caliente acidulada, para una mejor extracción.

Fabricantes de equipo (13) indican que con sólo el equipo desalcoholizador y la prensa se puede recuperar más del 60% del tartrato de los orujos en la solución de escurrido. Algunos recomiendan usar la alternativa de equipo para extracción ácida (a continuación del desalcoholizador) sólo cuando se trata de orujos de alto contenido de tartratos.

La solución caliente de materia tartárica es tratada para recuperación de ésta como tartrato de Ca, sea la que proviene del desalcoholizado de borras como la de orujos.

En el caso de borras, caben también alternativas en el tratamiento inicial de ellas. En algunos casos las borras calientes que salen del desalcoholizador se centrifugan para separar la mayor parte de la materia orgánica, dejando el líquido escurrido listo para la recuperación de tartratos. En este procedimiento, la materia orgánica recogida en la centrífuga se deshidrata para ser usada como pienso o abono.

Otro procedimiento, solo se limita a un filtrado grueso de la borras, en harneros rotatorios, para separar solo los restos de material grueso (restos de pepas, orujos u otros), tratándose la borra lechosa directamente en el proceso de recuperación de tartratos.

En esta estapa también caben alternativas. Algunos procesos acidifican las soluciones o suspensiones de borras con ácido (sulfuroso o clorhídrico) para liberar el ácido tartárico, previamente a su precipitación, mientras que otras precipiten directamente, para separar posteriormente la totalidad de la borra del tartrato de Ca, mediante varios hidrociclones conectados con estanques para un lavado en contracorriente.

Cabe mencionar que, durante la II^{a} Guerra Mundial, se practicó en EE.UU. la recuperación de tartratos, posteriormente discontinuada, por un sistema de separación de la materia orgánica de las borras desalcolizadas, en enormes decantadores con lavados sucesivos (8), sistema que ha sido abandonado.

Las operaciones para la obtención del tartrato de Ca, a partir de las soluciones antes descritas, se efectúan en reactores y estanques de acero inoxidable, en los cuales se tratan previamente con ácido y sucesivamente con reactivos que precipiten el

tartrato, los que consisten en óxido de calcio, hidróxido de calcio, o carbonato de calcio, conjuntamente con sales de calcio como cloruro o sulfato.

Las reacciones básicas, esquemáticamente, son:

a. Con acidificación previa:

$$2\ (KHC_4H_4O_6) + H_2SO_4 \longrightarrow 2\ C_4H_6O_6 + K_2SO_4$$

$$CaC_4H_4O_6 + H_2SO_4 \longrightarrow C_4H_6O_6 + CaSO_4$$

Al neutralizar con $CaCO_3$:

$$C_4H_6O_6 + CaCO_3 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + CO_2 + H_2O$$

b. Con $Ca(OH)_2$ ó (CaO) y $CaCl_2$

$$2\ KHC_4H_4O_6 + Ca\ (OH)_2 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + K_2C_4H_4O_6 + H_2O$$

$$K_2C_4H_4O_6 + CaCl_2 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + 2\ KCl$$

Al usar sulfato en lugar de cloruro, la segunda reacción es análoga.

$$K_2C_4H_4O_6 + CaSO_4 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + K_2SO_4$$

Cuando se acidifica con H_2SO_4, es necesario filtrar previamente a la agregación de cal o sales de calcio, el precipitado de sulfato de calcio, para después tratar la solución de ácido tartárico liberado con dichos reactivos que precipitan el tartrato de calcio. En caso contrario se precipita en caliente con los reactivos adecuados, el tartrato de calcio.

El precipitado de tartrato de calcio (cristales), se separan de la borra u otras impurezas orgánicas mediante la batería de hidrociclones, ya mencionada, que opera en conjunto con estanques y bombas que alimentan los ciclones en contracorriente, hasta obtener cristales limpios de tartrato de calcio, los que son más densos que las impurezas. Con ésto se evita una decantación muy engorrosa.

El tartrato de calcio, cristalizado con 4 moléculas de agua, es filtrado o centrifugado para después ser secado a una temperatura no superior a 65°C, para evitar la pérdida de moléculas de agua. Los deshidratadores son contínuos, sufriendo el producto una operación de harneo para clasificarlo en diferentes tipos de mallaje. Eventualmente, según necesidades del mercado, pueden molerse algunas fracciones.

5.2.1. Producción de ácido tartárico

Esta se puede realizar directamente de las borras desalcoholizadas o, más habitualmente, a partir del tartrato de calcio y/o de cremor tártaro de cubas.

Si se parte de borras, estas deben ser sometidas previamente a centrifugación para separar materia orgánica y precipitar el tartrato de calcio.

El proceso sigue después, en igual forma para todos los casos, con la agregación de ácido sulfúrico para liberar el ácido tartárico: $CaC_4H_4O_6 + H_2SO_4 \longrightarrow C_4H_6O_6 + CaSO_4$

El sulfato de calcio se separa por filtración y se concentra por evaporación la solución de ácido tartárico, enviándose a un cristalizador (por enfriamiento). Los cristales de ácido se centrifugan y se redisuelven para purificar la solución con carbón activado, la que después de una nueva concentración por evaporación se lleva a otra etapa de cristalización, separando los cristales en una centrífuga y enviándolos a un secador y un clasificador de calibres.

5.3. Otras posibilidades de industrialización

Existen otras alternativas de industrialización de los desechos vínicos, pero muy especializadas y sobre las cuales no existe información adecuada. Algunos procesos son patrimonio de las empresas que los desarrollaron y otros tienen características experimentales solamente. También hay que destacar que ellos se refieren sólo a algunos elementos de los desechos. Sólo se mencionan a fin de completar el panorama del rubro en consideración.

En Francia y en Italia se ha extraído el tanino de las pepas de uvas, mientras en EE.UU. no se permite su empleo (7).

Se ha propuesto producir carbón absorbente a partir de orujo pirolizado con ácido sulfúrico, por su bajo contenido de cenizas y su gran porosidad (7).

Un producto que puede ser de gran interés es la extracción de los colorantes enociánicos del orujo de uva negra. Esto se practica especialmente en Italia (5), extrayéndolos con soluciones de SO_2.

Sin embargo, para obtener un buen producto se requiere orujo no fermentado, el que sería un subproducto de la industria de jugos y mostos concentrados de uva más bien que de la industria vinícola.

De la industria alcoholera o de licores vínicos, las colas de destilación de vinos que quedan como residuos, pueden procesarse para recuperar los tartratos , pero se requieren escalas muy altas de disponibilidad de desechos. Su economía es discutible, por lo que se han propuesto nuevos procesos que usan resinas intercambiadoras, sin que aún se haya alcanzado éxito con su empleo (15), (16).

5.4. Escala de producción de plantas de utilización de desechos vinícolas

Ya se ha descrito la situación de la industrialización en el país de estos desechos, habiéndose indicado que todas las plantas de tartratos y ácido tartárico paralizaron sus actividades. Solo queda una planta que deshidrata orujos para combustible, aprovechando las pepas para extraer aceite, pero ya no recupera el alcohol ni los tartratos.

La planta deshidratadora de orujo, que se mencionó procesa hasta 14.000 ton por temporada (de 80 a 100 días) capacidad que de acuerdo a informaciones obtenidas en el extranjero son las mínimas para conseguir una operación rentable.

Sin embargo, se trata de una instalación ya existente y amortizada con un auto-consumo de sus productos (orujo para combustible y pepas, extracción de aceite, ambos usados en una planta aceitera existente).

Dado que muchos países europeos y Argentina, grandes productores de vino, tienen plantas de tartratos y ácido tartárico en escalas altas de producción, los precios de estos productos en el mercado internacional son muy competitivos, pero existe una demanda sostenida de tartrato de calcio y ácido tartárico. Cabe mencionar que, a título de ejemplo, Francia producía en 1976 alrededor de 10.000 ton/año (expresadas en equivalentes de ácido tartárico) de tartratos (11), una parte de esta producción es exportada a Italia, Alemania y España (todos países productores de tartratos y ácido tartárico), dejando un saldo para la producción de una empresa (en Marsella) que fabricaba 3.000 ton/año de ácido tartárico y 200 ton de bitartrato de potasio.

Cabe, entonces, hacer algunas consideraciones sobre capacidades mínimas económicas para la industrialización de desechos vinícolas.

Debe tenerse presente que el concepto de capacidad mínima económica es relativo, ya que depende de las condiciones locales de cada país. Tanto los insumos y el monto de la inversión (si los equipos son importados tiene flete y derechos de aduana), el costo del dinero, como el precio de venta de los productos (el precio FOB del tartrato, por ejemplo, resultaría, más bajo para Chile que para países europeos que exportan a esa región o que lo usan para su consumo interno, en razón de diferentes costos de flete), además de otros factores como dispersión de la industria vinícola, influyendo fuertemente el costo de flete de las materias primas, el nivel de protección aduanera, etc., inciden decididamente en la determinación de la capacidad económica de las plantas.

Es un hecho, antes mencionado, que tanto los productores de tartratos como de ácido tartárico que operaban con una determinada escala de producción en Chile, paralizaron sus instalaciones que no resultaron competitivas con productos importados, sean tartáricos o sus sustitutos como el ácido cítrico, al bajarse el nivel de protección aduanera y la relación de tasa de cambio de las divisas.

No obstante, y atendiendo a que el presente trabajo no comprende un estudio económico de las posibilidades de industrialización de desechos vinicolas, sino que solo examina las alternativas de industrialización en una primera etapa, la que debiera continuarse con estudios específicos de factibilidad, conviene hacer referencia a las condiciones que, en otros países que explotan estos desechos, se dan para esta clase de industrialización.

Es así que en España y Portugal (13), se estima que las capacidades mínimas económicas para la explotación de estos desechos, requieren un procesamiento de ciento cincuenta toneladas/día de orujo y de 50 toneladas día de borras, en campañas de alrededor de 100 días por año. Estas plantas consideran tanto la recuperación del alcohol como de los tartratos y de las pepas para venderlas a fábricas aceiteras, además de aprovechar el orujo seco como combustible. Esto significa, además, una planta rectificadora de alcoholes de no menos de 10.000 litros de alcohol/día y una recuperación de tartratos de 6-7 ton/día de tartrato de calcio.

Una empresa especializada italiana (14), ofrece plantas recuperadoras de tartrato de módulo standard mínimo equivalente a 5 ton/día de tartrato de calcio, siendo el modulo siguiente de 10 ton/día. En la fabricación de ácido tartárico, la mínima capacidad es de 2.000 ton/año (requiriéndose 4.000 ton/año de tartrato de Ca

para su producción (17). Cabe acotar que al partir de tartratos, la fabricación de ácido tartárico no es estacional y puede operar todo el año.

5.2.2. Cremor tártaro (Argoles)

Anteriormente se advirtió que el cremor tártaro de cubas no se podría considerar como desecho, por cuanto tiene un mercado de exportación. Sin embargo, se estima conveniente examinar este rubro atendiendo al interés que presenta como materia para la producción de tartratos, bitartratos o ácido tartárico, dependiendo de las condiciones de precio de exportación.

Este producto corresponde a las cristalizaciones de bitartrato de potasio (conteniendo alrededor de 5% de tartrato de calcio) que se producen en las paredes de las tinas de guarda del vino, el que se extrae cada cierto tiempo picándolo con herramientas apropiadas. Existen otros sistemas de extracción, pero en Chile es habitual hacerlo en esa forma. Su contenido de tartratos expresado en ácido tartárico, varía entre 50 y 70%.

Las cantidades de tartaro que cristaliza varía entre 100 a 300 grs por Hl de vino. En promedio, considerando la producción chilena de vinos, se debiera disponer de 700 a 1000 ton de este producto. No obstante algunos indican que el corto período de almacenaje, y el uso de estanque de concreto, no permiten alcanzar esas cantidades. Además el cremor es muy impuro.

Las estadísticas de exportación indican las siguientes cifras para los dos últimos años:

EXPORTACIONES DE CREMOR TARTARO BRUTO

Año	Producto	Cantidad	País	Valor retorno
Enero-Marzo 1983	Argol, 65% ác. tart.	36.122 KB	Japón	US$ 16.056,23
Abril 1982	Argol, 70% ác. tart.	25.000 KB	Portugal	US$ 11.145,00
Octubre 1982	Argol, 68,8% ác. tart.	54.170 KB	Japón	US$ 24.387,87
Total 1982		79.170 KB		US$ 32.532,87

Estos datos muestran, al parecer, un sub aprovechamiento de las disponibilidades de crémor tártaro. Se ve que el retorno por tonelada de cremor de 70% es de US$ 445,8/ton, mientras el precio FOB alcanzó a US$ 525/ton.

REFERENCIAS

1. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Gerencia de Desarrollo. AA 80-14. "Alternativas de Industrialización de la uva" (1979-1980).
Tomo I, "Sector Vitícola; Análisis de la producción, elaboración y destino de la uva vinífera y de mesa"
Tomo III, "Anexos estadísticos", y
Tomo IV, "Anexo cartográfico"

2. Bulletin de l'O.I.V., N: 521-522 (1974), p 588-590 "Elaboration et utilization des products secondaires de la vinification". Rapport Chilien.

3. ID N° 507 (1973), p. 418-427. Rapport Argentin.

4. ID N°504 (1973) p. 133-147. Rapport Espagnol
5. ID N°505 (1973) p. 222-237. Rapport Italien
6. ID N°504 (1973) p. 124-133. Rapport Francais

7. Amerine, M.A.; Kunkee; Ouger; Singleton and Webb. "The Technology of Wine Making" Fourth Edition, AVI Publ. Co. Inc. 1980.

8. Halperin ZE'EV, "Tartrates recovery from winery wastes", Chem. and Metall. Engin. Vol. 52 N°9 (116-119), 1945

9. Magistocchi, G. "Tratado de Enología", Ed. El Ateneo, 1955, B. Aires, Argentina.

10. Metzner, E.K. "Grape Pomace, a source of alcohol and tartrates" Chem. & Metallurg. Engin. Vol. 52, Octubre 1945 (p. 102-103).

CARTILLA : INDUSTRIALIZACION DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA VINICOLA

FUNDACION FONDO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
FIA

INTEC - CHILE

FUNDACION FONDO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA - FIA

6. Cartilla: Industrialización de subproductos de la industria vinícola (recuperación de Tartratos, alcohol y residuos secos de la industria vinícola)

6.1. Características del residuo a utilizar

6.1.1. Apreciación general sobre materias primas

Los residuos a utilizar son:

a. orujos, y
b. borras; derivadas de la elaboración del vino

Tal como se ha explicado anteriormente, en Chile se acostumbra un prensado de los orujos relativamente intenso. Por otra parte, las borras son filtradas en filtro prensas, dejando una cantidad relativamente baja de vino en las borras filtradas.

Estas prácticas conducen a un mayor rendimiento en vino, dado que por una parte se extrae más vino, o jugo para vinificación, del orujo y, por otra parte, se consigue un más alto aprovechamiento del vino de borras. No obstante, todo ésto conduce a obtener una mayor proporción de vinos de calidad deficiente.

En el caso de una empresa que explote los residuos de la industria vinícola, ésta estará interesada en obtener tanto orujos como borras con el más alto contenido de alcohol posible, para hacer más económico el proceso de recuperación. Es así que en los países donde esta actividad se realiza, se paga el orujo y la borra según sea su contenido residual de alcohol. Una práctica de esta naturaleza debería establecerse en Chile, en caso de efectuar una industrializa-

ción de dichos subproductos. Así se estimularía a la industria vinícola para que no agotara tan fuertemente las borras y el orujo. en su contenido de vino, obteniendo un mejor precio por los subproductos a la vez que se mejoraría la calidad del vino elaborado.

Los últimos años han mostrado un excedente de vinos, en relación a la demanda, cuyo resultado ha sido una acentuada baja de su precio. Este es un antecedente que favorecería lo indicado anteriormente.

6.1.2. Composición de materias primas

Las condiciones económicas en la recuperación de subproductos, dependen de las características locales en que se opere. No obstante, la experiencia en otros países indica un rango mínimo conveniente para la composición de los sub-productos, que es el siguiente en sus elementos relevantes:

1. Orujos fermentados

Grado alcohólico	3 a 4°Tr
Tartratos	1,5 - 2,5% expresado como Ac. tartárico

2. Borra fermentada:

Grado alcohólico	8 a 10°Tr.
Contenido de tartratos	3 a 5% expresado en ac. tartárico

6.2. Escala de producción

Como se ha indicado anteriormente, la escala de producción incide apreciablemente en la economía del proceso, el cual tiene modificaciones según sean los volúmenes de producción considerados.

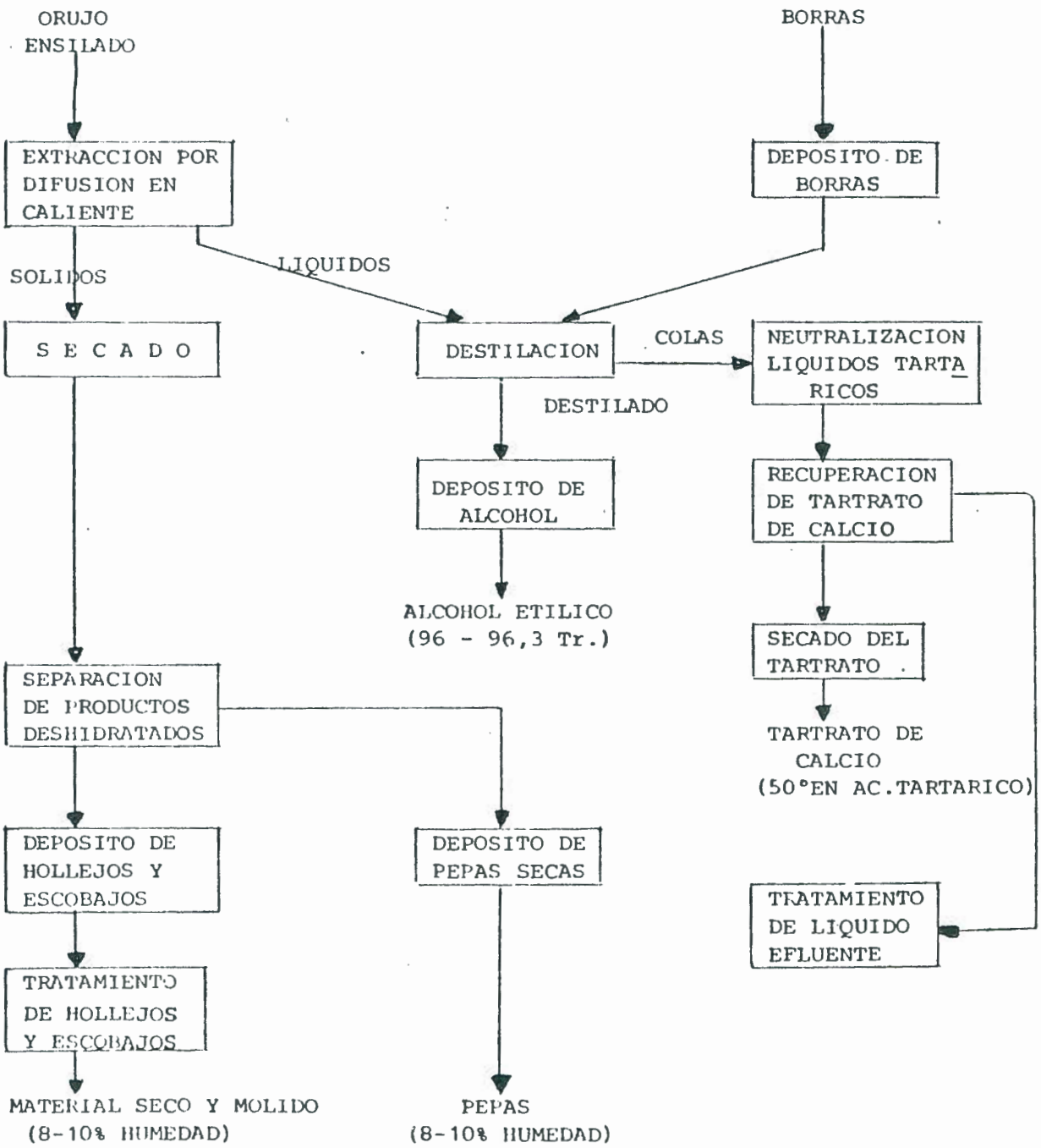
La práctica europea establece que instalaciones que tratan menos de 10.000 ton/año de orujo, conjuntamente con menos de 4.000 ton/año de borras, son considerados "destilerías pequeñas". Las llamadas "grandes destilerías", procesan más de 20.000 ton/año de orujo y más de 8 - 9.000 ton/año de borras. Los procesos son algo diferentes para estos límites productivos, quedando el tramo intermedio sujeto a diseños de procesos adecuados a cada caso particular.

Los cuadros 6.2.a. y 6.2.b., presentan esquemáticamente los procesos usados en estos dos casos. Tal como se ha mencionado anteriormente, solo se considerará en detalle el caso de "grandes destilerías", dado por una parte que existen en Chile volúmenes de materias primas adecuadas a esta escala y, por otra parte, por considerar que las instalaciones pequeñas existentes en el país han demostrado no ser económicas actualmente, constatado por su paralización. No obstante se indicará brevemente las diferencias básicas entre ambos procesos.

6.3. Descripción general del proceso

El proceso considerado es un complejo que comprende el tratamiento del orujo y de las borras vinícolas para producir alcohol, tartrato de Ca, separar y secar las pepas de uva, para finalmente secar el orujo agotado con el fin de usarlo como combustible. Eventualmente se considera la separación y deshidratación de los sólidos de las borras, una vez agotadas, con respecto a su contenido de alcohol y tartratos, que pueden ser usados como pienso o abono. Cabe además, la posibilidad de destilar vino en las instalaciones de destilación, en el período previo a la siguiente cosecha.

CUADRO 6.2.a. PROCESOS DE RECUPERACION DE SUBPRODUCTOS VINICOS (GRANDES INSTALACIONES)



En el cuadro N°6.2.a., puede observarse el diagrama general del proceso integrado, para el caso de grandes instalaciones.

a. Procesamiento del orujo

El orujo se somete a extracción contínua por difusión con agua caliente, con lo cual se extraen conjuntamente el alcohol y las sales tartáricas que pasan a la solución acuosa.

En caso de que parte del orujo se reciba en planta sin fermentar (uva blanca), se somete a fermentación previa en los silos de almacenamiento.

b. Procesamiento de las borras

Estas se someten a destilación directa, en la destilería de alcohol, junto a la solución de extracción alcohólica y de tartratos obtenida al tratar el orujo.

Las borras en pasta se deberán diluir, sea con agua o borras líquidas para que pasen al destilador.

c. Secado del orujo

Se efectúa en secadores de tubos rotativos, usando como combustible el propio orujo seco.

Posteriormente, en equipos especiales, se separan las pepas que sirven como materia prima para extraer el aceite. Estas pueden venderse a fábricas aceiteras, quienes usan la torta extraída como combustible.

Los hollejos y escobajos pueden ser triturados para su empleo como combustible.

d. Instalación para destilar alcohol

Se realiza en una destilería de doble efecto, que consta de tres columnas destiladoras y eventualmente, una cuarta para depurar los aceites de Fusel. Dos columnas de destilación operan al vacío, mientras las otras bajo presión, sistema que permite una gran economía térmica.

e. Recuperación de tartratos

Las aguas de extracción agotadas del alcohol que contenían, en la instalación de destilación, tanto las que provienen del tratamiento del orujo como de las borras y previo filtrado grueso, son tratadas con carbonato y sulfato de calcio, precipitando el tartrato de calcio, cristalizado con dos moléculas de agua, el que se limpia y separa en un sistema con una batería de hidrociclones.

Una vez lavado, se deshidrata en secadores rotativos.

f. Tratamiento de aguas efluentes

Esta operación depende de las condiciones locales existentes para la descarga de este material, que contiene gran cantidad de sustancia orgánica (levaduras). En caso de existir un rio que puede aceptar un alto B.O.D., es posible descargarla en su corriente. En caso contrario, debe depurarse previamente, sea por decantación gravitacional o usando centrífugas "decanter", que recuperan la sustancia orgánica (principalmente proveniente de las borras),

la cual puede ser deshidratada para sus usos como pienso (alto contenido de proteínas de levaduras) o como abono.

7. Instalaciones auxiliares

Hay por lo menos una central productora de vapor, en que se prevé el uso del orujo seco como combustible.

Todas las instalaciones antes mencionadas requieren de estanques pulmones intermedios, estanques de depósito de productos líquidos finales y bodegas de productos sólidos

Las materias primas como el orujo, requiere de silos para su acumulación y las borras, de tanques para almacenarlas. Con ésto se prolonga el período de operación de la planta, limitando la inversión necesaria.

8. Escalas de producción menores

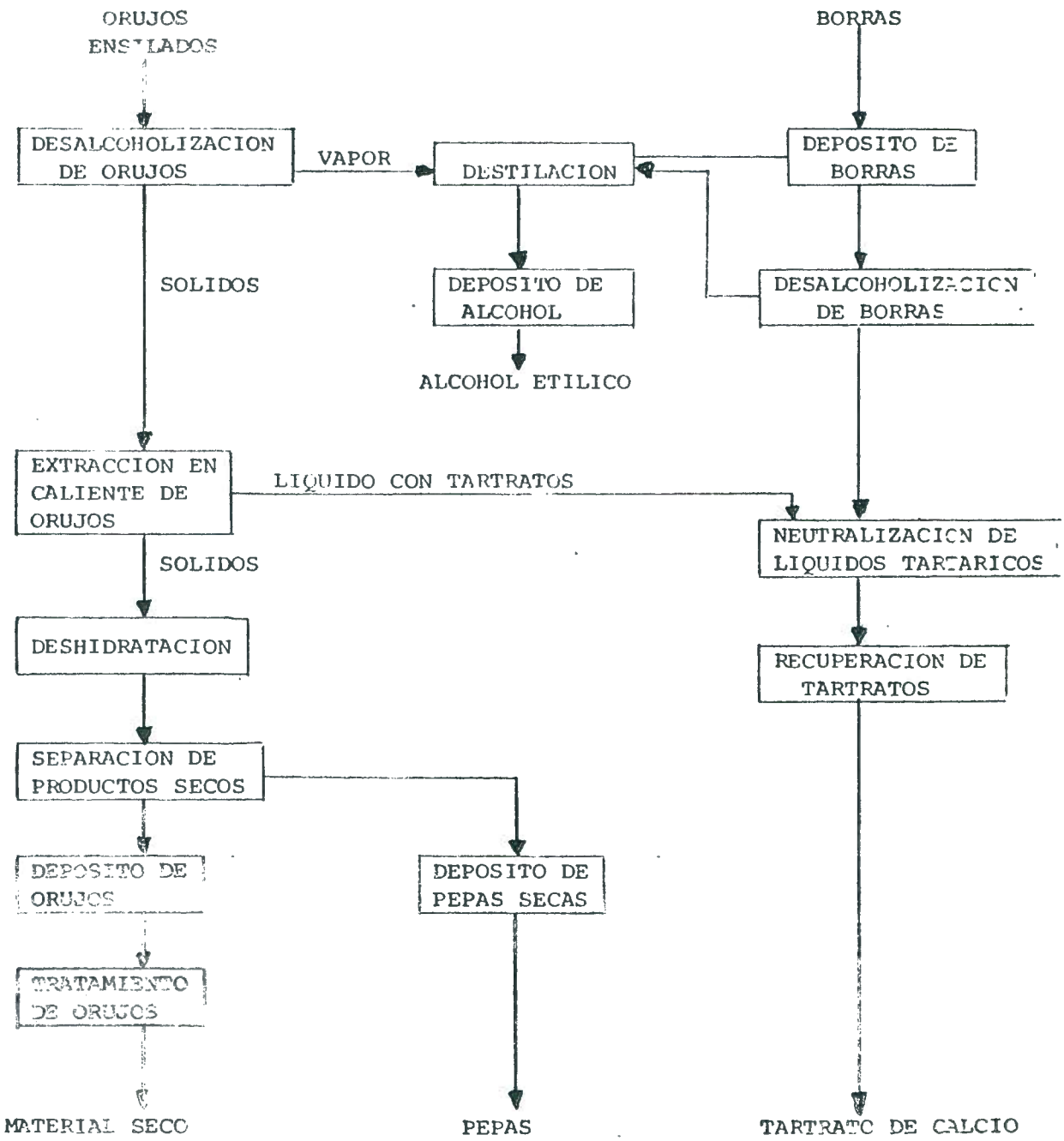
El cuadro 6.2.1 , corresponde al proceso usado en "pequeñas destilerías".

Las principales diferencias con el proceso anterior están en los siguientes puntos.

En el tratamiento inicial del orujo, se procede primero a una desalcoholización en equipos especiales introduciendo vapor vivo al equipo para después pasar a otro dispositivo que extrae los tartratos con agua caliente y acidificada.

En cuanto a las borras, estas se desalcohlizan con vapor en una columna destiladora especial (generalmente inclinada para facilitar el paso de los sólidos .

CUADRO 6.2.3 PROCESO DE RECUPERACION DE PRODUCTOS VINICOS (PEQUEÑAS INSTALACIONES)



Finalmente, cabe notar que el sistema de destilación y rectificación de alcohol es más convencional, operando con columnas a presión atmosférica.

Las demás instalaciones son del mismo diseño usado para grandes destilerías.

6.4. Equipos e instalaciones

A. Tratamiento del orujo

Instalación de difusión contínua, con alimentador dosificador, transporte del material con tornillos sin fin, estanques cerrados conteniendo agua caliente que extrae el alcohol y el bitartrato de potasio. Se consultan dispositivos para recuperar el calor de los efluentes.

Saliendo del difusor, el orujo es prensado para eliminar agua, en prensas contínuas, y pasa enseguida a secadores de tubo rotatorio que pueden ser calefaccionados con aire caliente en contacto directo con el material. El combustible usado es orujo seco.

Un separador de pepas, hollejos y raspones a la salida del secador, envía después estos productos a silos de almacenamiento. Posteriormente el orujo se muele en molino de martillos con sistema neumático para usarlo como combustible.

B. Tratamiento de la borra

Depósitos de borra constituídos de estanques en acero inoxidable con agiración mecánica para homogenizar la borra y dispositivos de carga y descarga.

La borra,diluída en agua si está en forma de pasta, pasa junto con el líquido obtenido en los difusores de orujo (que contienen el alcohol y los tartratos del orujo), es enviada a las instalaciones de destilación del alcohol, donde junto con recuperar el alcohol, queda en el líquido de cola (residuo de la destilación) la materia tartárica disuelta y en suspensión.

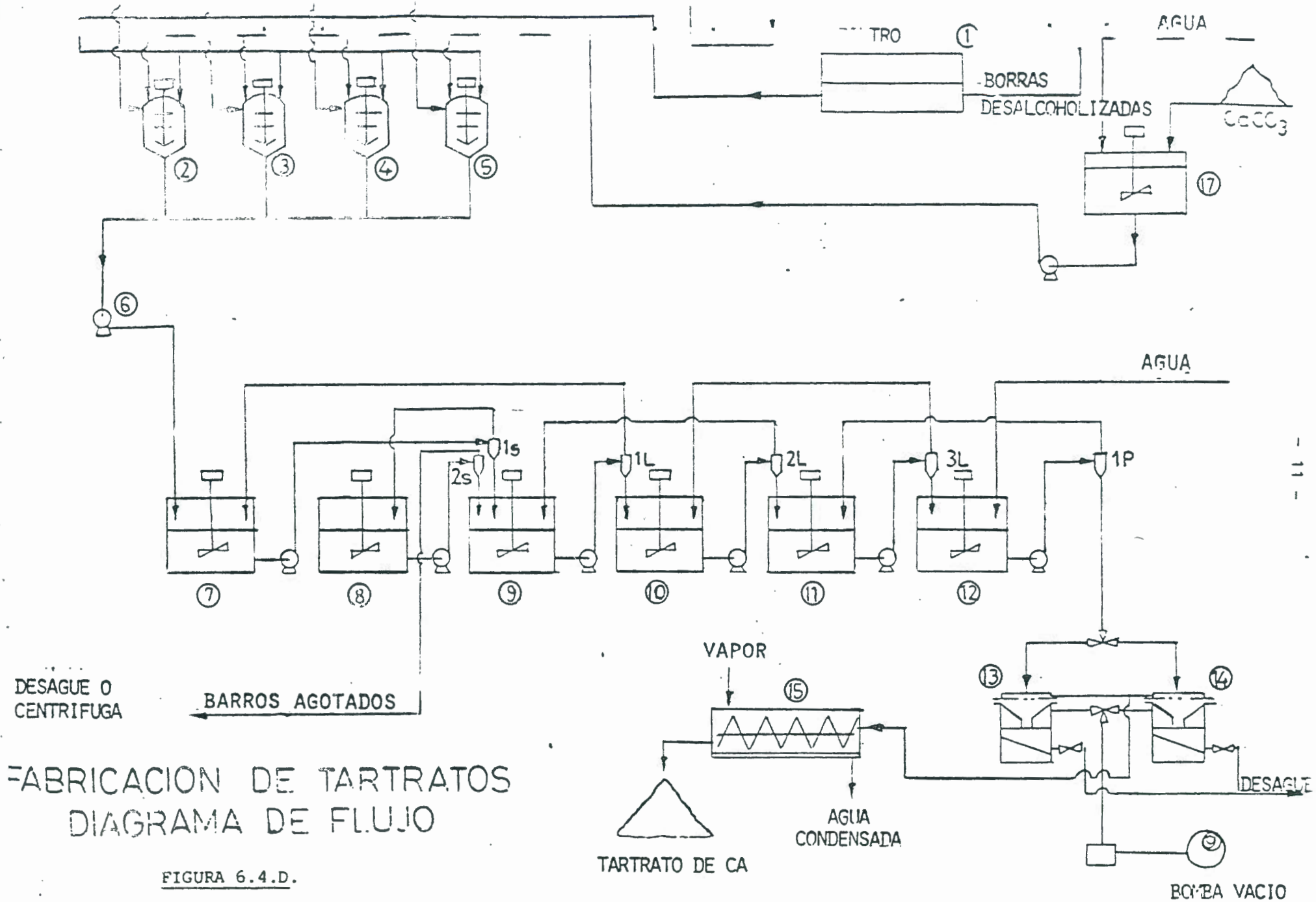
C. Instalación para destilación y rectificación

Aquí se recupera y purifica el alcohol de orujos y de borras. Es un sistema de destilación compuesto por columna de desgasado, que separa las impuresas más volátiles; columna de rectificación y agotamiento,para concentrar el alcohol y agotar las soluciones de entrada, quedando los productos de cola con los tartratos en solución; columna de refinación que elimina las impurezas residuales del alcohol concentrado.

La primera y última columna operan en vacío, mientras que la de rectificación opera a presión, lo que permite alimentar vapor a ésta solamente, suministrando energía a las otras a través de equipos intercambiadores de calor en los condensadores y en el fondo de la columna, para los líquidos.

Eventualmente puede usarse una columna adicional para refinar fracciones pesadas (aceites de fusel), consiguiendo una mayor recuperación de alcohol.

La planta de destilación tiene diversos estanques e intercambiadores de calor, condensadores, calefactores, sistemas de regulación automáticos, etc., como elementos auxiliares.



FABRICACION DE TARTRATOS
DIAGRAMA DE FLUJO

FIGURA 6.4.D.

D. Instalación para la recuperación de tartratos

Los líquidos calientes de cola de la destilación, resultantes de la separación del alcohol contenido tanto en el agua de extracción del orujo como en la suspensión acuosa de las borras, contienen en solución los tartratos. Estos están disueltos como tartratos de potasio (THK) y suspendidos, en menor proporción, como tartratos de Ca (TCa, 4 H_2O). Estas colas de destilación tienen suspendidos los barros provenientes de las borras (sustancias orgánicas, principalmente provenientes de las levaduras de las borras).

Con el fin de separar restos de orujos, pepas y escobajos, que interfieran con los procesos posteriores, se pasan por un filtro rotatorio frueso que los retiene, dejando pasar el agua con los tartratos y los barros finos en suspensión (número 1, de la figura 6.4.D.). (Todos los números indicados en esta parte de la exposición se refieren a los equipos ilustrados en esa Figura). Esta suspensión es enviada a los reactores (del 2 al 5) para la precipitación del tartrato de potasio como tartrato de calcio con 4 moléculas de agua. Para ello se acidifica agregando ácido sulfúrico; para precipitar enseguida el tartrato de calcio agregando carbonato de Ca, provenientes de los estanques 16 y 17.

Las reacciones son las siguientes:

$$2\ KHC_4H_4O_6 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2C_4H_4O_6$$

$$H_2C_2H_4O_6 + CaCO_3 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + CO_2 + H_2O$$

El tartrato de Ca formado, cristalizado con 4 moléculas de agua se encuentra mezclado con los barros. Para separar el tartrato

de éstos, se le conduce desde los reactores de precipitación, mediante bombas, a la batería de separación por hidrociclones (numeros 7 a 12 del diagrama).

La batería consta de seis recipientes provistos de agitación, bombas e hidrociclones. Los hidrociclones 1S y 2S separan el tartrato de los barros que le acompañan. Los 1L, 2L y 3L efectúan el lavado del tartrato con agua, y el hidrociclón 1 P entrega un tartrato acabado que se descarga a los filtros al vacío (números 13 y 14).

En los filtros se lava y se escurren los cristales de tartrato, que pasan al secador contínuo de vapor indirecto, donde se seca y pulveriza (número 15).

El tartrato se ensaca y las aguas que contienen los barros (provenientes de las borras) van al desague o se recuperan estos por centrifugación, para después secarlos en secador rotatorio (uso como pienso o abono).

E. Principales instalaciones auxiliares

Se requiere una central térmica generadora de vapor, que funciona con orujo seco y eventualmente con petróleo, como combustible.

Además, una torre de refrigeración de aguas de enfriamiento y el equipamiento eléctrico de transformación así como también un labatorio químico de control.

Se requieren también palas mecánicas para movilizar el orujo y transportes de horquilla para sacos.

6.4.1. Insumos y coeficientes técnicos

a. Composición materias primas

Orujos húmedos

Tartrato (como Tartrato de Ca + 4 Mol de H_2O) : 3-4%

Alcohol puro : 3-4%

Borras

	Filtradas	Decantadas
Tartrato de Ca + 4 Mol H_2O	10 - 12%	6 - 8,5%
Alcohol puro	5 - 7%	8 - 10%

b. Rendimientos

Sobre orujos húmedos:

Alcohol	90%
Tartratos	60 - 64%
Pepas secas (7-10% humedad)	12 - 15%
Orujo seco despepado (10% humedad)	42 - 46%

Sobre borras

Alcohol	90 - 92%
Tartrato	90%
Sólidos secos (10% humedad)	12 - 15% en borras decantado y 30 - 35% en borras filtradas

Reactivos

Acido sulfúrico concentrado y carbonato de calcio

	H_2SO_4 conc.	$CaCO_3$
Para borras/tonelada de borras	7,5 a 10,5 kg	15,[illegible] - 20,[illegible] kg
Para orujos/tonelada de orujo	2,5 a 2,8 kg	5,3 - 5,5 kg

c.3. Mano de obra directa para todo el complejo

Mano de obra en toda la planta, para movimiento de materiales bodegas y servicios : 10 operarios/turno, más 5 en operación directa de planta/turno.

TOTAL 15 operarios/turno

Además, se requiere 1 Técnico Jefe de Turno/Turno

Nota:

Algunas relaciones que deben tenerse presente:

1 kg de bitartrato de potasio corresponde estequirometricamente a: 1,38 kg de tartrato de Ca con 4 moléculas de agua ó a 0,798 kg de ácido tartárico.

A su vez, 1 kg de tartrato de Ca con 4 moléculas de agua corresponde estequirometricamente a 0,577 kg de ácido tartárico. La relación inversa es de 1 kg de ácido tartárico equivale a 1.733 kg de Tartrato de Calcio hidratado.

c. Factores y coeficientes técnicos

c.1. Orujo (desalcoholización, rectificación alcohol y secado de orujos)

Desalcoholización y rectificación alcohol	:	0,5 kg vapor/kg orujo húmedo
Secado de orujo y pepas	:	420 KCal/kg orujo húmedo
Energía eléctrica	:	258 KW instalado
Agua	:	12 a 15 m^3/hectólitro de alcohol puro (esta cifra baja a 0.6 - 0,8 m^3/hectólitro de alcohol puro si se usan torres de enfriamiento de agua)

c.2. Borras (desalcoholización y rectificación de alcohol)

Vapor	:	6 a 8 kg vapor/litro de alcohol puro
Agua	:	12 - 15 m^3/hectólitro de alcohol puro (con torre enfriadora de agua: 0,6-0,8 m^3/hectólitro alchohol)
Energía eléctrica	:	30 KW instalado

c.3. Planta de tartratos: flujos provenientes de borras y orujos

Agua

Para diluir borras	:	2,5 litros/kg de borra
Para tratar tartratos	:	18m^3/kg de tartrato de Ca
Energía eléctrica	:	125 KW instalado

NOTA : Es conveniente usar el orujo seco como combustible que produce 4.000 Cal/kg.

A fin de proporcionar un orden de magnitud del valor de los equipos específicos y especializados que comprenden las plantas de orujo (desalcoholizado, destartarizado y secado), de tratamiento de borras (filtros, desalcoholizado, unidades de producción de tartrato de Ca, centrífuga, secador) y de destilación y rectificación (columnas de varios tipos, condensadores, intercambiadores de calor, calefactores, controles, etc.), se puede estimar un valor de US$ 940.000, FOB fábrica constructora. No se incluyen los equipos de servicios auxiliares ni instalaciones de almacenaje.

6.5. Características de los productos y su uso

Los principales productos que se obtienen son: alcohol etílico; tartrato de calcio; pepas de uva y orujo deshidratado. Eventualmente puede obtenerse sólidos de borras deshidratados. Los sub-productos de destilación, como metanol y aceites de fusel son de menor importancia.

Alcohol etílico

Se obtiene etanol de 96° a 96,3°Tr. Este es un producto potable, por lo que puede usarse en fabricación de licores. Además tiene amplio uso farmacéutico y como solvente en la industria química y farmacéutica. Entre sus otros variados empleos están la manufactura de lacas y barnices, pólvora sin humo, antisépticos, artículos de perfumería y soluciones anticongelantes. Puede someterse a deshidratación para otras aplicaciones. Ultimamente ha tenido uso como combustible para automóviles.

Tartrato de calcio

Se obtiene cristalizado con 4 moléculas de agua, por lo general alcanza un grado de pureza no inferior a 50% de ácido tartárico. Esto significa que su equivalencia en ácido tartárico es de 500 gr/1 kg de tartrato. La relación esteqinométrica del tartrato de Ca con 4 moléculas de agua es de 577 grs de ácido tartárico por 1 kg de tartrato, de modo que en el producto técnico hay 77 grs/1 kg de otras impurezas.

Es un producto netamente intermedio y su uso es como materia prima para fabricación de ácido tartárico especialmente, y eventualmente otros tartratos. En Chile sería un producto de exportación

El ácido tartárico, su derivado, tiene uso especialmente en bebidas carbonatadas, en "jellies" de frutas y postres de gelatina. Se emplea además, en el blanqueo de fibras textiles, en limpieza de metales y en la industria de tintas. Su principal sal, el bitartrato de potasio se usa ampliamente en la elaboración de polvos de horneo y en preparados efervescentes, así como en la fabricación de caramelos para prevenir la cristalización del azúcar.

Pepas de uva

Estas contienen entre un 14 y un 18% de aceite (base seca), por lo que son usadas para la extracción de dicho aceite, generalmente usando solventes, el cual se destina a uso comestible.

El aceite es de buena calidad y por su relativamente alto contenido de ácidos grasos insaturados, es especialmente apreciado. El afrecho que resulta de las pepas desgrasadas es muy leñoso para usarlo como pienso, por lo cual se emplea como combustible.

Orujo deshidratado

Este producto se usa como combustible, en la misma planta, tanto para los secadores de orujo como para las calderas de vapor. El orujo deshidratado, al cual se le han separado las pepas tiene un poder calorífico de 4.000 Cal/kilo, sobre la base de un 10% de humedad. Cuando estan incluídas las pepas, el poder calorífico alcanza a 5.000 Cal/kg, debido al aceite de éstas.

El orujo deshidratado, al cual se le han separado las pepas, puede ser usado tanto como pienso o como abono, pero su calidad es baja para éstos empleos.

Es así que su composición de nutrientes para pienso es de 10-15% de proteína cruda y 22-35% de fibra. Para abono, además del nitrógeno proteico que está en 1,5 - 2,5%, contiene 0,5% de fósforo; 1,5 - 2,5% de potasio y 1% de calcio (todo en base seca). Al usarse como abono previa hidratación debe neutralizarse con $CaCO_3$ y enriquecerse con otros elementos. Como pienso hay que formularlo con otros productos, en proporciones de un 10 a 15% de orujo.

Otros subproductos

Se ha indicado que eventualmente puede recuperarse los sólidos deshidratados provenientes de las borras. Estos contienen 35% o más de proteínas, por lo cual podría usarse como alimento animal, pero debe ir mezclado con otros alimentos para que sea aceptado.

Como abono también tiene uso, pues además del nitrógeno de las proteínas contiene 0,40-0,6% de P_2O_5 y 2,9 a 3% de K_2O.

El alcohol metílico recuperado de la destilación tiene uso como solvente, como materia prima de la industria químicas y los aceites de Fusel serían usados como combustible.

6.6. Casos de aplicación en Chile. Riesgos y Limitaciones

Solo una empresa de la VII Región, procesa el orujo para separar las pepas, que son tratadas en la industria aceitera de la misma empresa para obtener el aceite, y el resto del orujo es deshidratado para emplearlo como combustible. El volumen de la operación varía entre 10 a 15.000 ton. el orujo por temporada. No recuperan el alcohol.

Han existido plantas procesadoras de orujo y borras, obteniendo alcohol, tartrato de calcio y acido tartárico. Unas han sido desmanteladas y otras todavía existen pero fueron paralizadas entre los años 1975 y 1980. Al-

gunas producían alcohol, tartrato de calcio y ácido tartárico, mientras otras solo tartrato de calcio. Todas son instalaciones de relativamente baja capacidad, es decir 180 - 200 ton/año de ácido tartárico o la correspondiente cantidad de tartrato de Ca de 50%.

La razón de su paralización fue la disminución de derechos de aduana que junto con una baja tasa de cambio, les impidió competir con las importaciones de ácido tartárico. El costo de producción de tartrato de calcio les impedía producirlo para la exportación.

Por esta razón se ha considerado en este documento solo instalaciones de recuperación de subproductos vínicos, de gran capacidad cuyos costos de operación son menores que el de las pequeñas instalaciones, y que por lo tanto podrían ser analizadas en condiciones económicas más favorables para su operación.

Cualquier análisis sobre la posibilidad de procesamiento de subproductos vínicos debe comenzar por examinar las condiciones de mercado de sus productos. Dado que el orujo puede ser usado como combustible en la propia planta, deberá considerarse especialmente el mercado externo (precios y condiciones) del tartrato de Ca. El otro producto importante es el alcohol, básicamente para el mercado interno, por lo que es necesario determinar su competividad con las otras fuentes de abastecimiento.

En cuanto a las materias primas, orujo y borras, debe examinarse la relación volumen disponible y distancia a una eventual planta procesadora. Importante es tener un mejor conocimiento del contenido de tartrato de estas materias primas, para apreciar los rendimientos. Así también deberá estudiarse un nivel de precios para el contenido de alcohol de orujos y borras, a fin de determinar las condiciones en que dichos precios sean interesantes para los proveedores de materias primas y adecuados a la economía del proceso de recuperación.

Las pepas tienen un mercado en la industria aceitera, pero también habrá que analizar las condiciones para evaluar la factibilidad de una instalación de explotación de subproductos vínicos.

Otra situación que merece examen es la posible programación de la campaña de recolección de subproductos en relación a la capacidad de la planta. Para evitar una alta inversión en plantas de gran capacidad diaria de procesamiento, por las características estacionales de la materia prima conviene programar un adecuado almacenaje de estas, a fin de conseguir una más larga temporada de operación de la planta. Esto involucra silos y estanques adecuados, pues la materia prima es susceptible de deteriorarse tanto en su contenido de alcohol como de tartratos.

6.6. Fuentes de apoyo tecnológico

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y

- Fundación Chile, Vía Sur Parque Institucional 6651, Fono 2281446, Santiago.