

Subproductos vitivinícolas

El cultivo del viñedo se destina a la obtención del vino o de la uva para su consumo directo como productos principales, así como también a las del mosto y del vinagre en unas proporciones muy inferiores, y en algunos casos puntuales a la obtención de alcoholes vínicos para la elaboración de aguardientes y licores. Por lo tanto, los productos secundarios que pudieran derivarse de las actividades principales señaladas anteriormente pueden entonces considerarse como «subproductos», los cuales pueden tener un apreciable valor económico, por lo que puede ser interesante manipularlos, y no solamente para obtener un mejor rendimiento económico en la explotación vitivinícola, si no también para reducir en la medida de lo posible la carga contaminante resultante de esta actividad.

El alcohol víncico en todas sus variantes, puede ser considerado posiblemente como el principal subproducto vitivinícola en lo referente a su valorización; siendo obtenido a partir de vinos, lías, u orujos, mediante una compleja tecnología, que exige todo un tratado para su desarrollo, razón por la cual no se detalla en la presente obra.

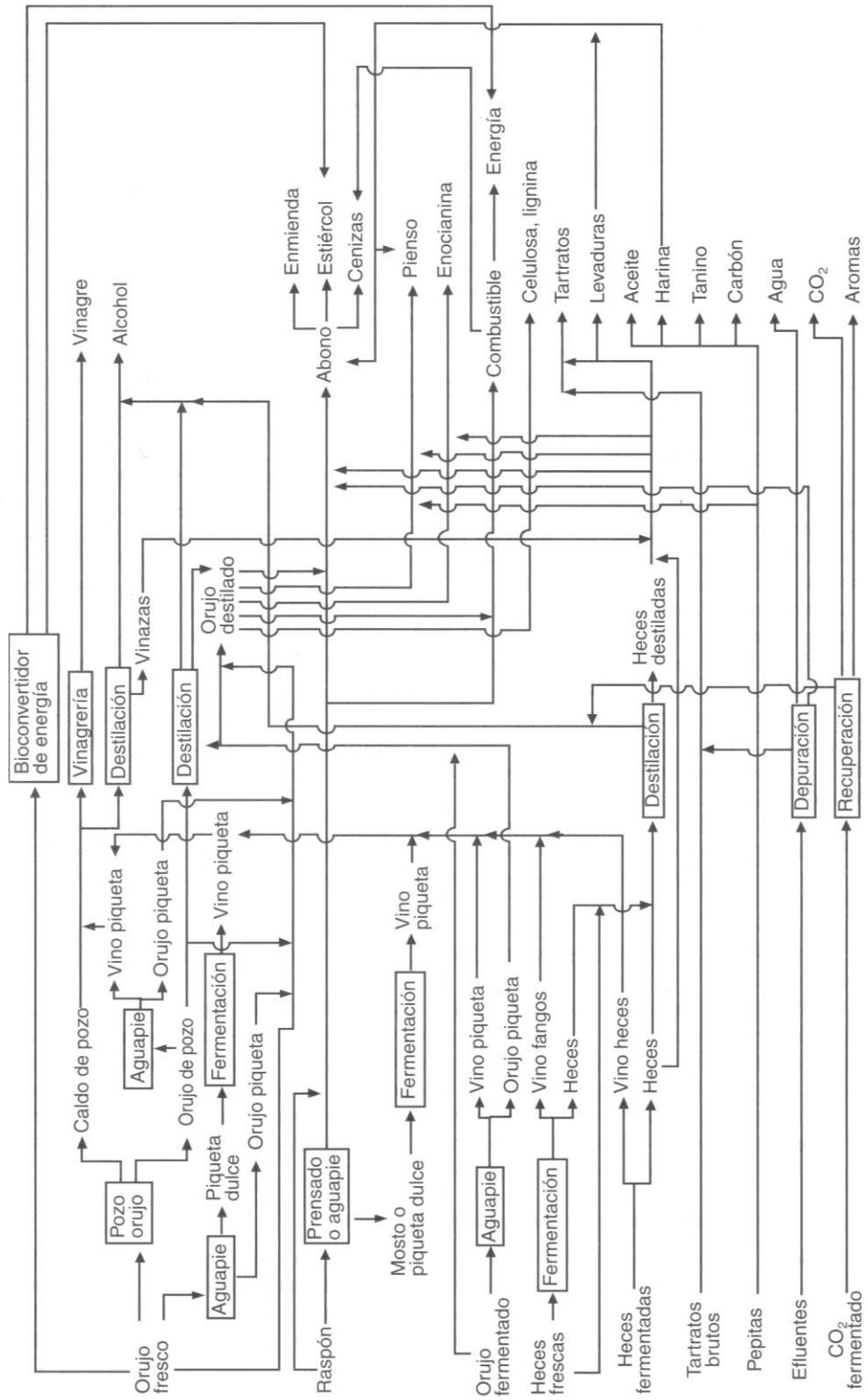
En el Capítulo II. *Las producciones de la vid. Definiciones*, se citan la mayor parte de los productos derivados del cultivo de la vid, que puede ser interesante tenerlos en cuenta para completar la relación de subproductos objeto del presente capítulo.

XXVI.I. SUBPRODUCTOS DERIVADOS DEL CULTIVO DE LA VID

Los sarmientos procedentes de la poda del viñedo son el principal subproducto que se puede aprovechar de su cultivo, aunque además de manera minoritaria y casi anecdótica también se pueden utilizar otras partes de la vid, como pueden ser las hojas o los racimos agraces. Capítulo aparte, como producciones principales, son las «uvas de mesa» destinadas a su consumo directo, o incluso también para otras utilizaciones, como: conservas, mermeladas o confituras; y también la del «mosto» con sus productos derivados, como: mostos concentrados, mostos concentrados rectificados, arropes, caramelos, jarabes, etc.

XXVI.I.1. Aprovechamiento de los sarmientos de poda

Un viñedo en condiciones normales produce anualmente entre 2.000 a 4.000 kg de sarmientos por hectárea, cuya presencia en las calles del viñedo dificultan las operaciones de cultivo, por lo que deben ser retirados de las mismas de forma manual o mecanizada en la actualidad mediante máquinas recogedoras de sarmientos, e incluso también siendo troceados e incorporados al terreno mediante máquinas picadoras específicas.



Aprovechamiento de subproductos vinícolas. (José Hidalgo).

Sarmientos como combustible

El poder calorífico de los sarmientos es del orden de 3.500 kcal/kg de materia húmeda o de 5.000 kcal/kg de materia seca, pudiendo emplearse en hornos industriales o domésticos, ya casi abandonados por otras fuentes de energía alternativas de mayor poder calorífico y más cómodas de utilizar. Aproximadamente unos 3 kg de sarmientos equivalen a 1 kg de fuel-oil.

A título de ejemplo, un sencillo cálculo permite evaluar el potencial calorífico de este material que se desperdicia. Así pues en La Mancha los sarmientos producidos equivalen a unos 320 millones de kg de fuel-oil, de acuerdo con el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} 600.000 \text{ ha} \cdot 1600 \text{ cepas/ha} \cdot 1 \text{ kg/cepa} \\ = 320.000.000 \text{ kg fuel-oil} \\ 3 \text{ kg sarmientos/1 kg fuel-oil} \end{aligned}$$

Antiguamente también se utilizaban los sarmientos para transformarlos en carbón vegetal o «carbón de viña» mediante la combustión incompleta de los mismos, con un rendimiento de 25 kg de carbón por cada 100 kg de sarmientos, equivaliendo 1,5 kg de éste a un litro de gasolina. En la actualidad se propone transformar los sarmientos en «carboleño», obteniendo un producto que arde sin humo y con poca llama, siendo ideal para la obtención de gas gasógeno y reducción de minerales de alta pureza, con un poder calorífico de 5.500 calorías por kg.

Otro posible aprovechamiento de los sarmientos es su utilización en la alta restauración, para la obtención de brasas en el asado de carnes.

Sarmientos como enmienda o abono

Mediante troceado previo de los restos de poda en la propia parcela (prepodadora-picadora) y enterrado de los mismos, o bien mediante un compostado previo, empleándose también como material de drenaje para suelos agrícolas.

Las cenizas de los sarmientos son un excelente abono potásico, rico en fósforo y muy alcalino, excelente para tierras ácidas. Se obtiene un peso de cenizas del 3 al 8 por 100 sobre sarmientos secos.

Sarmientos como pienso y combustible

Mediante troceado, desecado, molienda y cernido de los sarmientos, se separan sus componentes proteico-amiláceos de los lignificados en proporciones medias del 20 y 50 por 100 respectivamente. Los primeros se emplean como pienso y los segundos como combustibles una vez compactados en formas de briquetas.

Obtención de proantocianoides

Los proantocianoides de los sarmientos y de las pepitas son muy similares, tratándose de oligómeros y polímeros formados exclusivamente de unidades de procianidol con unidades terminales de (+) catequina, (-) epicatequina, y (-) epicatequina-3-o-galato. El aprovechamiento de estas sustancias de desarrolla seguidamente en el apartado de las pepitas.

XXVI.1.2. Aprovechamiento de las hojas de vid

Las hojas tiernas de la viña son comestibles especialmente si son jóvenes y tiernas, pudiendo consumirse crudas o en ensalada, teniendo además otros usos culinarios tradicionales en diversos países, como:

- Grecia: «Dolmadakia». Es un exquisito plato elaborado a base de carne picada, huevo y cebolla, debidamente sazonado con sal, pimienta, perejil y mantequilla. Todo ello se envuelve en forma de rollo con hojas tiernas de vid lampiñas de nula velosidad en el envés (Sultanina). Se suele servir con una salsa («avgolemono») preparada con huevo y limón.
- Azerbaidján y Asia Central: «Dolma».
- Moldavia: «Sarmale».

Las hojas rojas de otoño de variedades tintas, ricas en antocianos y otros flavonoides, para la elaboración de medicamentos contra problemas vasculares, de la misma forma que los obtiene-

dos de las pepitas o de los sarmientos.

Las hojas, pámpanos, y racimos de aclareo pueden ser utilizados como alimento del ganado de forma inmediata o de consumo más tardío previo procedimiento de ensilado. Tres kg de brotes tieros o pámpanos tienen un valor alimenticio equivalente al del heno de prado o a un kg de cebada.

XXVI. 1.3. Aprovechamiento de los racimos agraces

Las uvas verdes o agraces procedentes de racimos de segunda floración o de la brotación de los nietos pueden ser aprovechadas con diversos fines, tales como:

Utilización medicinal

En algunos países se emplea este zumo como febrífugo en caso de anginas, estomatitis, tratamiento de arteriesclerosis, enfermedades de la piel e inflamación de las vías respiratorias.

Utilización alimentaria

En España (La Rioja) se empleaba este zumo («verde de racima») como sustitutivo del vino o zumo de limón. En Azerbaídjan se llama «goriachprassi» utilizado con fines también culinarios. En Francia se denomina «verjus», siendo citado en recetas gastronómicas del siglo xix en el Périgord.

XXVI.2. SUBPRODUCTOS DERIVADOS DE LA ELABORACIÓN DE MOSTOS O VINOS

Los subproductos derivados de la elaboración de los mostos o vinos son mucho más numerosos y de mayor valor económico que los procedentes del cultivo del viñedo, destacando especialmente dentro de ellos a los orujos, por su volumen y por la gran diversidad de aprovechamiento, y siguiendo en orden de importancia las heces o lías de fermentación. Ya se ha comentado anteriormente que el *alcohol etílico*, bajo sus diferentes formas, es el principal aprovechamiento de estos subproductos, pudiendo además aprovechar u obtenerse las siguientes producciones.

XXVI.2.1. Aprovechamiento de raspones

Los raspones o escobajos proceden en la mayor parte de los casos del despallillado de las vendimias tintas y más raramente de las blancas, representando respecto de la vendimia un porcentaje relativamente pequeño en peso, del orden del 3 a 7 por 100 según variedades, mientras que en volumen es mucho más elevado y de aproximadamente un 30 por 100.

Los raspones recién separados de las máquinas despallilladoras se encuentran impregnados de mosto, aunque éste representa una pequeña cantidad, por lo que su posible aprovechamiento por prensado o con lavado por agua es inútil por su escasa o nula valorización. Los escobajos no presentan valor alguno como pienso, aún estando mezclados con los orujos, debido a su elevado contenido en celulosa y lignina, así como también en polifenoles y ácidos orgánicos, siendo bastante pobres en proteínas. Sin embargo su aprovechamiento para la obtención de proantocianidoles puede ser de gran interés como el caso de los sarmientos, hojas y pepitas.

La presencia de raspones en las bodegas durante y al finalizar la vendimia, suele ser un inconveniente debido a su elevado volumen, por lo que generalmente se dejan secar, haciéndolos desaparecer por combustión, con un poder calorífico de 2.000 a 2.500 kcal por kg seco, o bien mediante su incorporación a los terrenos de cultivo.

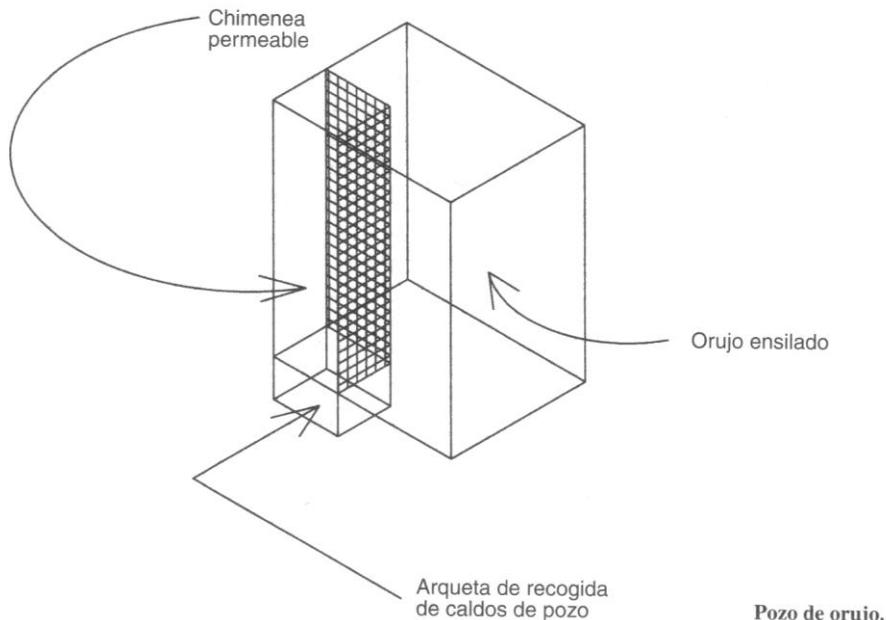
XXVI.2.2. Aprovechamiento de los orujos

Orujo es el residuo resultante del prensado de la uva fermentada o no, por lo que generalmente contiene restos de los tejidos vegetales de los racimos de uva, tales como hollejos y pepitas fermentados procedentes del prensado de las vendimias tintas fermentadas, o además de raspones en el caso del prensado de las vendimias blancas. Se pueden distinguir, por lo tanto, los siguientes tipos de orujos:

- *Orujo de mosto*. El procedente de la uva fresca, como el caso general de la elaboración de vinos blancos y rosados, pudiendo haber fermentado o no, y conteniendo normalmente raspones.
- *Orujo de vino o madre*. El procedente de la uva fermentada, como en el caso general de la elaboración de vinos tintos, y donde normalmente está exento de escobajos.
- *Orujo fresco*. El obtenido inmediatamente después del prensado, pudiendo haber fermentado en el caso de la vinificación en tinto, o no haberlo hecho en el caso de la elaboración de blancos y rosados.
- *Orujo ensilado*. El que ha sido almacenado y por lo tanto habiendo fermentado.

La proporción de orujo respecto de la vendimia de origen es muy variable, pues depende de la variedad de uva y de sus condiciones de cultivo, donde el hollejo oscila entre valores del 8 a 20 por 100, las pepitas entre un 0 a 6 por 100, y los raspones entre un 3 a 7 por 100; alcanzando en conjunto valores normales de un 15 a 20 por 100 para los orujos tintos y de un 20 a 25 por 100 para los orujos blancos con raspones.

El almacenamiento o la gestión de los orujos en las bodegas se expuso en el apartado V.8. *Extracción y almacenamiento del orujo*, donde este producto puede acumularse en pozos o silos durante toda la campaña, para proceder a su apertura y extracción después de terminar las operaciones de vendimia, o bien enviarse a la alcoholera durante la campaña, acumulándose en la



bodega tan solo el orujo de uno o varios días. En las alcoholeras este subproducto se acumula en los llamados *pozos de orujo*, siendo éstos unos depósitos subterráneos, prismáticos, abiertos por su parte superior, de 4 ó 5 metros de profundidad máxima, construidos de obra de fábrica y protegidos del sol y de la lluvia. Se construyen de una capacidad suficiente, para que se pueda vaciar cada uno en unos pocos días y así el orujo no se pueda estropear. Sus esquinas o aristas deben redondearse, para eliminar los puntos de acumulación de suciedad.

La solera de estos pozos debe estar inclinada hacia una esquina, donde se sitúa un pequeño pocillo que permitirá la acumulación de los líquidos alcohólicos que escurren de la masa de orujos almacenados, llamados «caldos de pozo»; construyéndose además por encima de éste una canalización vertical perforada, que facilitará el escurrido y la evacuación de los caldos de pozo. El llenado se realiza por capas de orujo o tongadas, compactándolas adecuadamente y especialmente en los ángulos o esquinas, y una vez llenados, deberán quedar bien sellados, para evitar la pudrición de las primeras capas de orujo. Aproximadamente de 100 kg de orujos procedentes de una vendimia de 12° a 13° de alcohol, pueden obtenerse unos 4 o 5 litros de alcohol y otras 3 a 4 kg de ácido tartárico.

Además de las flemas o aguardientes de orujo, así como de los destilados de orujo, que se pudieran obtener por la destilación del mismo, también se pueden obtener los siguientes subproductos:

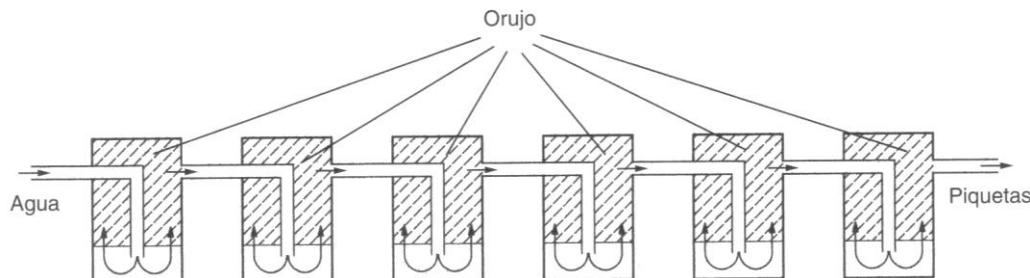
Obtención de piquetas

Las «piquetas» pueden ser definidas como el líquido fermentado obtenido por lavado o maceración de orujos, de las lías o de las madres. Distinguiéndose la *piqueta de vino o aguapié*, cuando procede de orujos frescos de mosto o de vino y de lías frescas, de la *piqueta de orujo*, cuando procede del orujo ensilado que sufre la fermentación alcohólica. En cualquiera de los casos, el proceso de extracción es el mismo, utilizándose una batería de difusión para obtener estos productos. Antiguamente las piquetas se utilizaban como bebida familiar en la explotación vitícola, pero en la actualidad su único destino es su aprovechamiento alcohólico por destilación, o en algunos casos para la elaboración de vinagres de baja calidad.

El proceso de difusión se basa en la diferencia de densidad entre los vinos secos y el agua, de tal manera que si se hace penetrar agua lentamente de abajo hacia arriba en un recipiente que contiene orujos fermentados, el vino de menor densidad tenderá a acumularse en la parte superior al agua; pasando a continuación este líquido en otro envase y así sucesivamente. Normalmente se utiliza una batería de 5 a 6 recipientes colocados de forma circular, estando provistos

de un doble fondo agujereado sobre el que se sitúa el orujo, y de unas tuberías de entrada por debajo de falso fondo y otra de salida por su parte lateral superior; conectando los recipientes entre sí, de tal modo que la salida de uno se une a la entrada del siguiente, y dejando el círculo de recipientes abierto en un punto, lugar por donde entra el agua y salen las piquetas.

Una vez llenos de orujo los envases, se hace circular el agua por el primer recipiente a una velocidad de 50 cm/hora, de tal forma que cuando éste queda agotado, se desconecta de la insta-



Batería de difusión de piquetas de orujo.

lación y se procede a su vaciado, llenándose con nuevo orujo y conectándose a continuación del último recipiente por donde salen las piquetas, procediéndose de esta forma de manera continua. Las piquetas obtenidas son un líquido alcohólico de sabor astringente, muy ricas en taninos, así como en sustancias nitrogenadas y también en extracto seco. Su conservación exige la adición de anhídrido sulfuroso y una clarificación energética.

Orujo como fertilizante

El orujo destilado o sin destilar puede ser utilizado como fertilizante de varias formas:

- Utilizado tal cual, destilado o sin destilar, como corrector físico de los suelos, empleándose bajo el concepto de enmienda orgánica, y de la misma forma que los escobajos y sarmientos troceados.
- Las cenizas de combustión del orujo son ricas en potasio, pudiendo ser utilizadas en la preparación de abonos químicos industriales, para enriquecer los abonos orgánicos o simplemente como fertilizante potásico.
- El mejor aprovechamiento del orujo como fertilizante es bajo la forma de estiércol, mediante un procedimiento de compostaje, donde generalmente se parte de orujo una vez extraído el alcohol por destilación, y con la presencia o no de pepitas. El orujo agotado sin otro tratamiento más que el compostado contiene la siguiente riqueza fertilizante:
 - Nitrógeno: 1,2 a 1,6 por 100 en N₂.
 - Fósforo: 1,8 a 2,1 por 100 en P₂O₅.
 - Potasio: 2,5 a 3,1 por 100 en K₂O.

La elevada acidez de los orujos dificulta la fabricación del estiércol, por lo que conviene prepararlos mediante determinados procedimientos, destacando entre ellos la *fórmula de Roos* que se describe a continuación, donde además de conseguir el compostado del orujo, también se logra que su fertilidad aumente. Se coloca una capa de orujo de 20 a 30 cm de espesor, sobre la que se espolvorean escorias Thomas en un 4 por 100 en peso del orujo, y también un 2 por 100 de cloruro o sulfato potásico. Esta capa se riega con una solución compuesta de 1,2 kg de cal apagada o 0,1 kg de cal viva y 2,5 kg de sulfato de amonio en 100 litros de agua, añadiendo unos 15 litros de esta mezcla por cada 100 kg de orujo. A continuación se vuelve a repetir la operación con sucesivas capas o tonadas, hasta alcanzar una altura superior a los dos metros, cubriendo el montón formado con plástico o con tierra, donde se produce un proceso anaerobio de compostaje de un mes de duración, al cabo del cual se obtiene un estiércol excelente. Su elaboración en un silo zanja mejora notablemente la calidad del estiércol.

Orujo para la alimentación animal

El orujo tradicionalmente ha sido utilizado como un producto de la alimentación del ganado, siendo preferible hacerlo sin alcohol, y mejor como elemento complementario, dado su escaso valor nutritivo y mala digestibilidad. Comparándolo con el heno, aproximadamente unos 100 kg de orujo desecado a un 5 a 6 por 100 de humedad equivalen a unos 30 kg de heno.

	Heno	Orujo
Materia seca	850	300
Proteína bruta	88	3.5
Materias grasas	19	18
Extracto no nitrogenado	399	141

Una antigua receta recomienda una ración máxima de orujo diaria de 10 a 12 kg para las caballerías y de 3 a 4 kg para el ganado ovino, preparándose un pienso de las siguientes características:

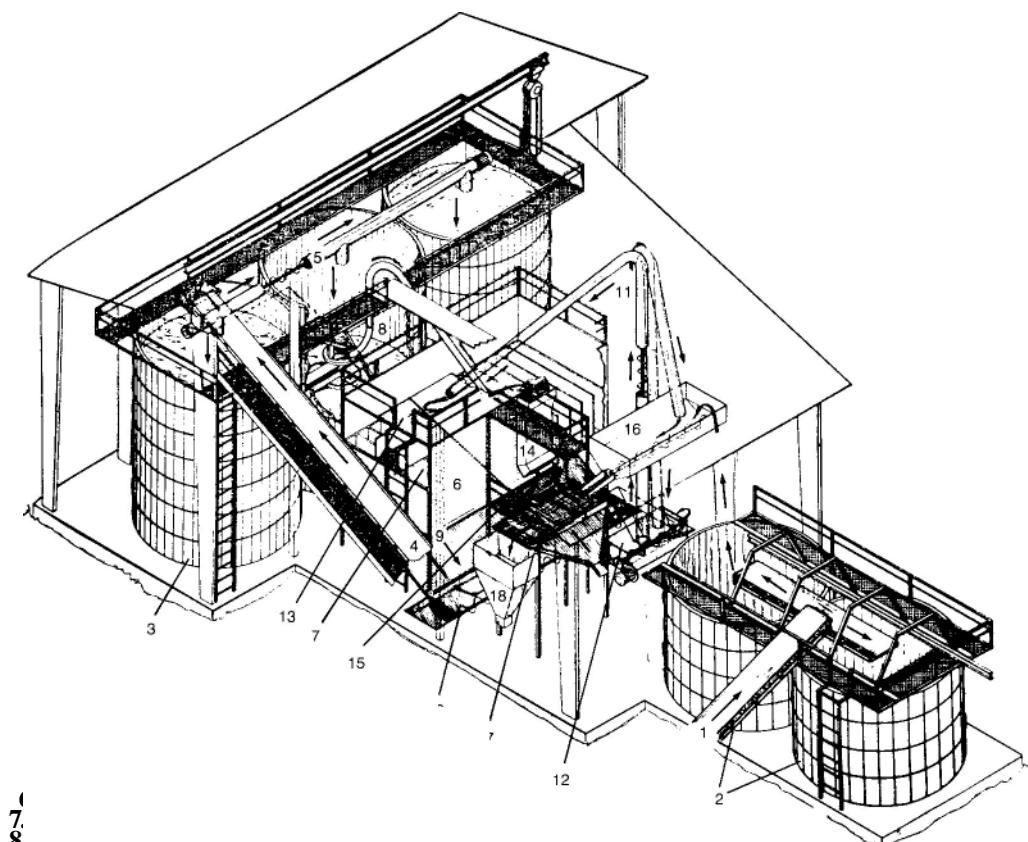
- **Harina de orujo: 58 partes.**
- **Harina o torta grasa: 12 partes.**
- **Melazas de caña o remolacha: 30 partes.**

Orujo como combustible

El orujo desecado puede ser utilizado como combustible, empleado con cierta frecuencia para la alimentación de las calderas de las alcoholeras, alcanzando un poder calorífico de unas 3.800 kcal por kg de orujo seco con un 12 a 13 por 100 de humedad.

Orujo como generador de energía y fertilizante

La degradación microbiana de los orujos es un proceso de desasimilación, donde se produce energía que puede ser aprovechada y resultando como sustancia de desecho un estiércol de excelentes propiedades fertilizantes. Existe un aparato denominado «convertidor de bioenergía Horitschon» de patente austriaca, que permite el aprovechamiento energético de los orujos de uva, además de obtener como subproducto una importante cantidad de materia orgánica.



- | | | | |
|-----|---------------------------------------|-----|----------------------------------|
| 9. | 1. Cinta transportadora. | 14. | Pozo de bajada. |
| 10. | 2. Silos de raspones. | 15. | Segunda plataforma de secado. |
| 11. | 3. Silos de orujos. | 16. | Canalón recolector. |
| 12. | 4. Cinta transportadora para silos de | 17. | Criba oscilante. |
| | orujos. | 18. | Bandeja recogedora de pepitas de |
| 5. | orujos. | | uva. |
| 6. | Cámara de putrefacción aerobia. | | |
| 7. | Célula. | | |
| 8. | Fresa de silo. | | |
| | Plano inclinado. | | |
| | Primera bandeja de postputrefacción | | |
| | Elevador de tornillo sinfín. | | |
| | Segunda bandeja de postputrefacción. | | |

Los orujos que contienen restos de azúcares se introducen en unos silos, donde en primer lugar se produce su fermentación alcohólica, obteniéndose una temperatura cercana a los 40° C, la cual puede ser aprovechada por calentamiento del agua que circula por un serpentín exterior. Estos silos de unos 6 metros de diámetro están construidos por tablas de madera verticales separadas unos milímetros para favorecer la aireación, estando el interior revestido de aluminio dotado de unos serpentines de agua. Una vez terminada la fermentación alcohólica, el hongo termófilo *Humicola lanugosa* se desarrolla penetrando desde el exterior, llegando a alcanzar la masa de orujo una temperatura cercana a los 60° C, aprovechándose del orden de un 20 por 100 de la energía contenida en este material y desprendida durante algunos meses. A continuación el orujo es extraído hacia unas cámaras de putrefacción aerobia, de dimensiones más pequeñas de 4,0 x 2,0 x 4,0 donde en dos semanas el hongo llega hasta el interior de la masa de orujos, liberando otro 20 por 100 de energía, que también puede ser aprovechada. El proceso termina con una postputrefacción realizada en bandejas o en las mismas cámaras, donde se obtiene un 10 por 100 más de energía; lográndose como subproducto un compost de la siguiente riqueza fertilizante:

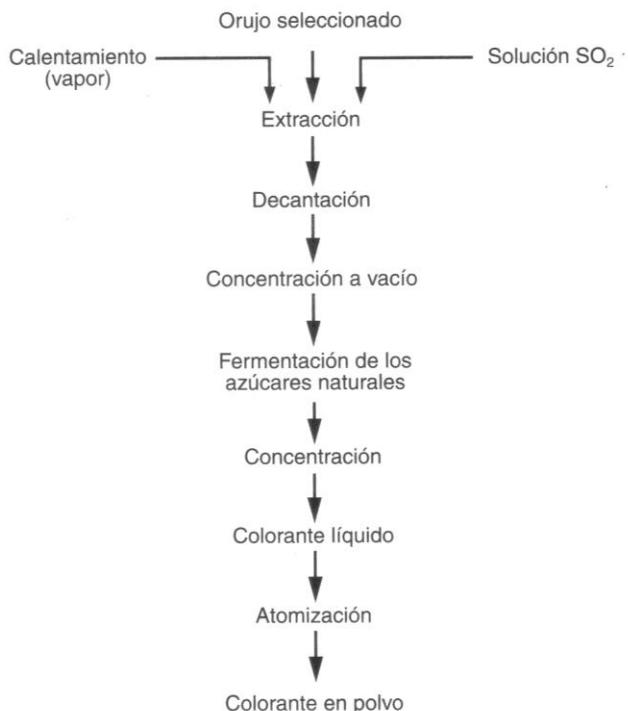
	Hollejos	Pepitas	Escobajos
Cenizas (%) .	7 a 14	5 a 3	15 a 19
Mat. orgánica (%)	86 a 93	92 a 95	81 a 85
Nitrógeno (N, %)	3,0 a 5,0	2,0 a 2,5	2,4 a 4,0
Fósforo (PiO- %)	1,0 a 1,8	0,6 a 0,8	0,9 a 2,0
Potasio (K ₂ O %)	1,9 a 4,0	1,5 a 3,0	6,0 a 8,0
CaO(%)	1,0 a 1,5	1,0 a 1,5	1,2 a 2,7
MgO (%)	0,2 a 0,5	0,3 a 0,5	0,4 a 0,7
Cu (ppm)	87	22	27
Mn(nppm)	73	45	243
Fe (ppm)	967	291	780
Zn (ppm)	61	47	60
Co (ppm)	0,22	0,14	0,38
Mo (ppm)	2,3	0,4	1,3
B (ppm)	625	47,0	42,0
N/C	1/13	1/15	1/10
nH	7,3	6,5 a 7,2	7,0 a 9,0

Obtención de enocianina

La «enocianina» puede ser definida como una sustancia de color rojo, obtenida a partir de los orujos u hollejos de las variedades tintas, por lo que mayoritariamente está formada por antocianos, aunque también puede contener cantidades variables y apreciables de otros polifenoles, utilizándose fundamentalmente como colorante alimentario natural, en sustitución de otros productos de color rojo sintéticos. Para ello los orujos deberán ser sanos, siendo utilizados inmediatamente después de finalizar la fermentación alcohólica, donde los hollejos todavía contienen de un 60 a 70 por 100 de antocianos.

El proceso de extracción de la enocianina puede realizarse de diversas formas, donde la pureza del producto dependerá del proceso seguido en su extracción.

— *Difusión en proceso discontinuo.* El orujo tinto sin pepitas se trata en depósitos de hormigón revestido, con una solución acuosa de anhídrido sulfuroso de riqueza 600 a 1.500 gramos por cada 100 kg de orujo, con reciclados intermitentes durante 70 horas y a una temperatura de 60° C. Terminada esta operación, el líquido resultante se escurre y se mezcla con el obtenido por prensado, siendo a continuación clarificado y por fin concentrado por evaporación del agua a vacío, hasta alcanzar un factor de concentración del orden de 60. Este sistema puede realizarse en una primera etapa de 35 horas de maceración, al cabo de las cuales se extrae el solvente y se añade otra solución nueva, para macerar durante otras 35 horas más, con el propósito de aumentar la extracción de la enocianina.

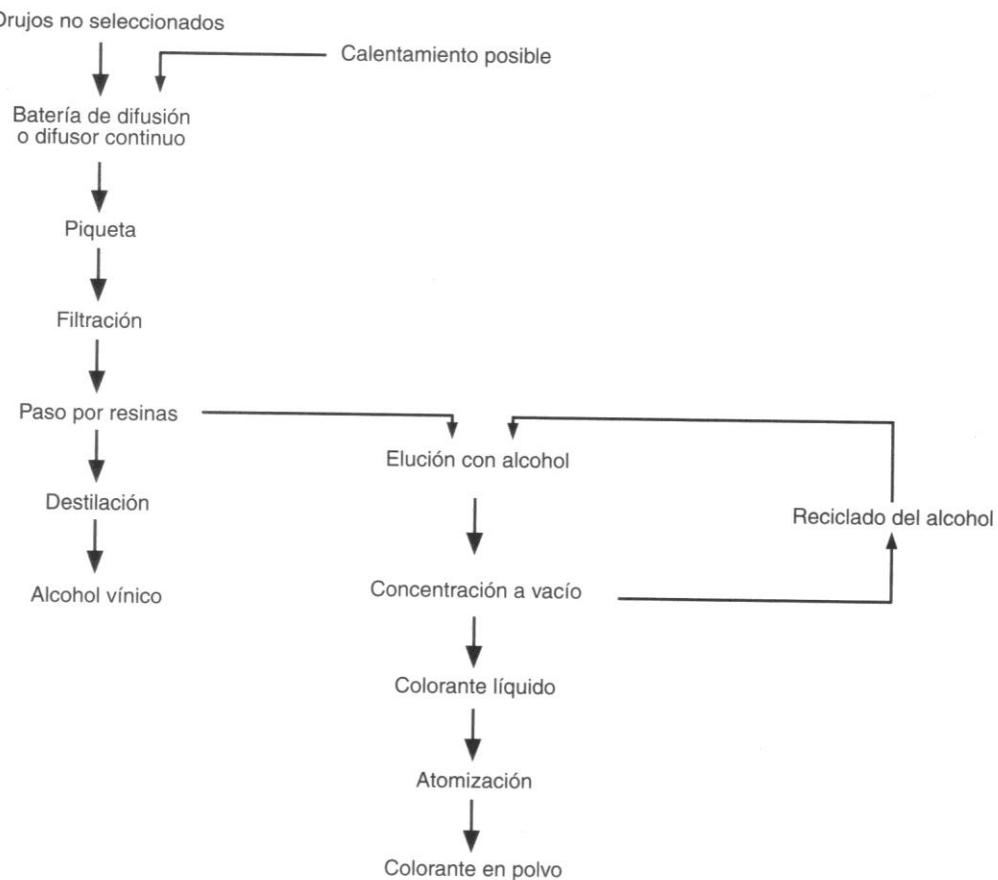


Extracción de antocianos de los orujos con soluciones sulfurosas. (Sefcal).

Extracción con soluciones aciduladas. En unos recipientes de maceración provistos de agitadores se introduce el orujo tinto y una solución de agua destilada entre 60° a 65° C acidulada al 1 por 100 con ácido clorhídrico, en una proporción de orujo/disolvente de 2/1. Al cabo de una hora de maceración, los líquidos de escurrido y de prensado se mezclan y se clarifican mediante filtración, siendo a continuación concentrados a vacío por eliminación del alcohol y parte del agua; añadiendo a continuación en agitación un absorbente de los antocianos como el talco, donde es separado de la fase líquida por centrifugación. Seguidamente el talco con los antocianos se introduce en una solución acuosa de etanol al 50 por 100 de riqueza y acidificada con ácido cítrico hasta pH de 2,5 o con ácido clorhídrico hasta pH 1,2 siendo de nuevo esta solución centrifugada para separar el talco del líquido que ahora contiene los antocianos, pasando éste por una nueva filtración, y otra nueva concentración para eliminar y recuperar el alcohol. Por último, el extracto condensado se envía a un secador, donde se obtiene la enocianina en polvo muy pura.

Extracción con solución sulfurosa por el método Sefcal. En este proceso se utiliza una solución acuosa de anhídrido sulfuroso al 0,2 por 100 en caliente, como disolvente de extracción de los antocianos y procediendo de forma continua. La piqueta es decantada después de su refrigeración, con objeto de eliminar los tartratos que contiene, siendo a continuación concentrada a vacío y puesta en fermentación para transformar los azúcares residuales en alcohol. La solución es de nuevo concentrada para eliminar y recuperar el alcohol, obteniéndose un concentrado de antocianos en forma líquida o bien secada por atomización.

Extracción con resinas adsorbentes por el método Appletxion. Los antocianos de los orujos son extraídos por maceración en caliente en una solución, donde una vez decantada y filtrada, pasa por unas columnas de resinas adsorbentes de los antocianos; operando con tres columnas para convertir el sistema en un proceso continuo: la primera columna es de fijación, la segunda de recuperación de fugas, y la tercera es de regeneración. Una vez saturada cada columna, los antocianos son eluidos con etanol, pasando esta solución a un proceso de concentración a vacío, donde por una parte se recupera el alcohol añadido, y por otra parte se obtiene una enocianina líquida concentrada, que a su vez puede ser convertida en polvo por atomización.



Extracciones de antocianos de los orujos con resinas adsorbentes. (Appletxion).

XXVI.2.3. Aprovechamiento de las pepitas

Las semillas o pepitas de uva, también conocidas con el nombre de «granula», suponen una parte importante en los subproductos vitivinícolas, representando hasta un máximo de 5 a 6 por 100 en peso respecto del racimo de uva. Las pepitas acompañan a los orujos sin fermentar en las elaboraciones en blanco o rosado, o bien a los orujos fermentados en el caso de los vinos tintos, obteniéndose del orden de un 24 a 33 por 100 de granula húmeda a partir de los orujos. Su composición media según J. Ribéreau-Gayon es la siguiente, donde se observa un bajo contenido en agua, y unas interesantes cantidades de taninos y grasas:

- Agua: 25,0 a 45,0 %.
- Materias glucídicas: 34,0 a 36,0 %.
- Aceite: 13,0 a 20,0%.
- Taninos: 4,0 a 6,0 %.
- Materias nitrogenadas: 4,0 a 6,5 %.
- Materias minerales: 2,0 a 4,0 %.
- Ácidos grasos: 1,0%.

Para aprovechar la granula es preciso separarla de los orujos fermentados o destilados, utilizando para ello un sistema de zarandas o de cribas, donde por diferencia de tamaño se separan las pepitas de menor volumen, del resto de sólidos contenidos en los orujos de mayor tamaño. Una segunda limpieza puede hacerse por medio de una corriente de aire en un ciclón, donde se separan las partículas más pesadas, como son las pepitas, de las más ligeras. De no aprovechar inmediatamente las pepitas y para evitar su alteración, éstas deben ser desecadas hasta alcanzar un contenido en humedad del 15 al 20 por 100.

Obtención de aceite de semillas de uva

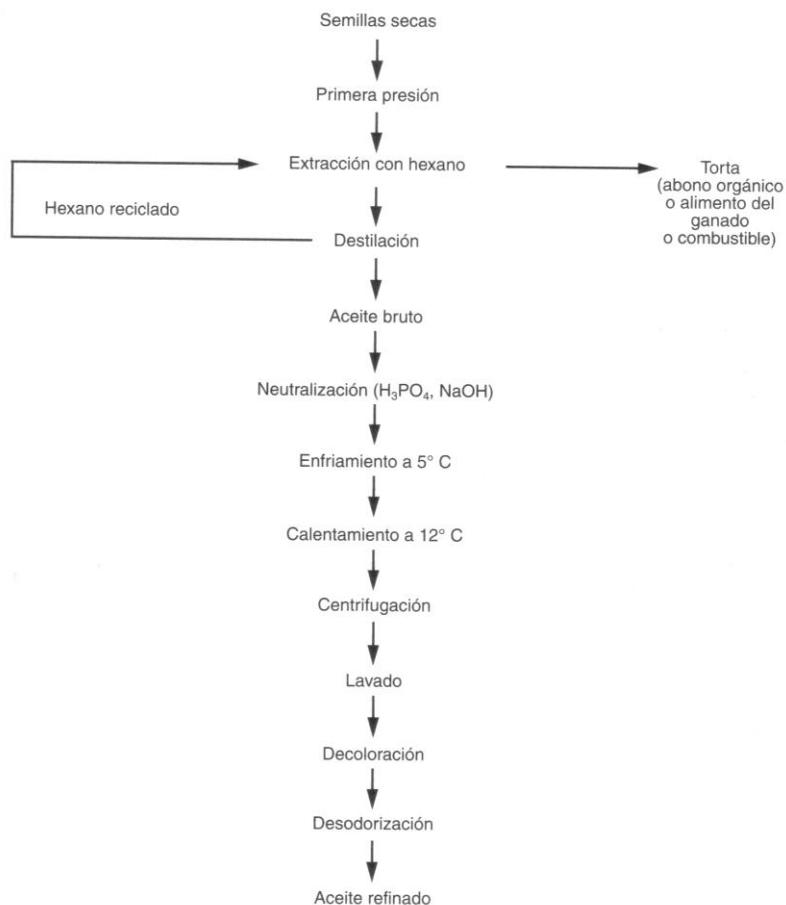
Las pepitas contienen de media un 12 a 16 por 100 de aceites, que puede ser extraído mediante un proceso similar al utilizado con otras semillas oleaginosas. En primer lugar, las semillas se trituran con molinos de rodillos lisos, pasando a continuación a una prensa continua donde se obtiene un aceite de presión de gran calidad, siguiendo los restos sólidos hacia un dispositivo de extracción por disolvente, donde se trata de agotar su contenido graso. El hexano añadido disuelve prácticamente la totalidad de las grasas contenidas en los sólidos, separándose a continuación de los mismos y sometiéndolo a una destilación, donde se sepa-

ran el aceite del hexano debido a su gran volatilidad, siendo éste recuperado por condensación para su posterior reutilización. El aceite bruto obtenido debe ser refinado debido a su elevado contenido en ceras, para lo cual en primer lugar debe ser neutralizado con ácido fosfórico o sosa, seguido de una refrigeración a 5° C donde se insolubilizan las ceras. Una vez separadas éstas, el aceite se calienta hasta 12° C para su limpieza por centrifugación, terminando con unos tratamientos de decoloración con carbón y de desodorización realizada a vacío.

El aceite de pepitas de uva es de color amarillo pálido con reflejos verdosos, de poca viscosidad y también con un bajo punto de solidificación a -11° C. Este aceite se caracteriza por su elevada riqueza en ácido linoleico poliinsaturado (60 a 70 por 100), así como también en tocoferoles, que dificultan su oxidación, y además presentan importantes propiedades dietéticas beneficiosas para la salud humana, por prevenir la formación de lesiones ateromatosas, y además por reducir la colesterolemia y la lipidemia. Este aceite puede también destinarse a usos no alimentarios, como en la industria cosmética para la fabricación de jabones o en lipoquímica para la producción de ácidos grasos.

- Densidad relativa a 20° C: 0,913 a 0,937.
- índice de refracción a 20° C: 1,473 a 1,477.
- Poder calorífico: 9.549 kcal/kg.
- índice yodo: 94 a 131.
- índice de saponificación: 92 a 97.

Ácidos grasos	Contenido (%)
Mirístico	0,2
Palmitico	69 a 84
Palmítoleico	0,3
Esteárico	2,2 a 3,9
Oleico	13,7 a 20,5
Linoleico	65,4 a 75,5
Linoleico y anráquico	0,3 a 1,5



Proceso de extracción de aceite de pepitas. (Morgues).

Pepitas para la alimentación animal

Las semillas de uva se pueden utilizar como tales para la alimentación de las palomas o las gallinas; aunque su mejor capacidad alimenticia se obtiene bajo la forma de «torta» o harina grasa residual de la extracción del aceite, presentando la siguiente composición nutricional:

- Humedad (%): 10,0.
- Proteína grasa (%): 20,2.
- Proteína digestible (%): 14,8.
- Grasa (%): 3,6.
- Fibra (%): 35,2.

Pepitas como fertilizante

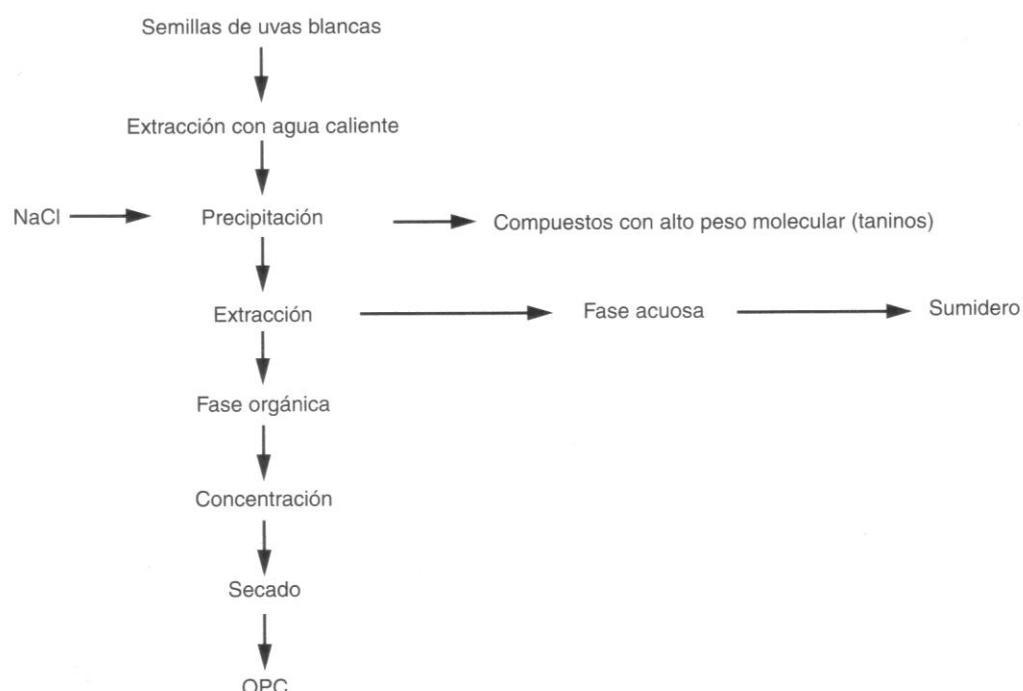
Las pepitas enteras no aportan prácticamente ninguna actividad fertilizante, sin embargo, añadidas al suelo en forma de torta residual del proceso de extracción del aceite, presentan una cierta capacidad de fertilización, conteniendo de media la siguiente riqueza:

- Nitrógeno (N_2): 2,7 por 100.
- Fósforo (P_2O_5): 0,6 por 100.
- Potasio (K_2O): 0,7 por 100.

Extracción de oligómeros procianidólicos

Las pepitas son mucho más ricas en proantocianoides (polímeros de la catequina) u oligómeros procianidólicos (OPC) que los raspones y los hollejos de la uva, estando estas sustancias situadas en los tegumentos exteriores de las semillas. Los proantocianoides tienen la propiedad de asegurar una cierta protección vascular y una eliminación parcial del colesterol, utilizándose en la industria farmacéutica con tales fines, como el producto comercial Endotelon. Además se utilizan en cosmética como protector solar, o también para combatir los efectos provocados por los radicales libres oxigenados en las cremas antiarrugas y protectores labiales, así como también por sus propiedades antihistamínicas, antivirales y anticaries.

El proceso de obtención parte de las pepitas de vendimias blancas secas, siendo sumergidas en una solución acuosa salina en caliente, donde se extraen de las pepitas estas sustancias, al mismo tiempo que la sal precipita y elimina los taninos de elevado peso molecular que no interesan. La fase acuosa se trata a continuación con solventes orgánicos no miscibles con el agua, donde se disuelven los polifenoles poco polimerizados extraídos, siendo a continuación concentrados a vacío y secados por atomización.



Proceso de extracción de oligómeros procianidólicos de pepitas. (Morgues).

XXVI.2.4. Aprovechamiento de los subproductos y efluentes líquidos de las bodegas

Los subproductos y efluentes líquidos de las bodegas están formados por diversas sustancias contenidas en los mostos o los vinos, donde en unos casos proceden de la vendimia como materia prima, o bien se generan durante los procesos microbianos o fisicoquímicos de la elaboración de los vinos; presentándose generalmente en fase líquida acompañados de una no despreciable cantidad de mosto o de vino, y también en algunos casos de agua procedente de las operaciones de limpieza.

La mayor parte de estos productos son susceptibles de valorización, es decir de un aprovechamiento económico añadido al de la actividad vitivinícola; aunque también en un gran número de ocasiones pueden ser vertidos directamente al medio ambiente, convirtiéndose entonces en un problema a solventar, siendo entonces tratados de acuerdo con lo expuesto en el Capítulo XXVII. *Agua y vertidos enológicos*.

Entre los subproductos o efluentes enológicos más frecuentes se distinguen los siguientes:

- *Fangos*: subproducto derivado de la limpieza o desfangado de los mostos blancos antes de su fermentación alcohólica, estando compuestos de mosto sin fermentar y una elevada proporción de partículas sólidas, procedentes en su mayor parte de restos de tejidos vegetales de la vendimia. Esta sustancia, cuando realiza la fermentación alcohólica, resulta con un cierto contenido alcohólico.
- *Heces o lías*: es el conjunto de materias orgánicas y sales, que se depositan naturalmente en el fondo de los envases después de la fermentación o durante la conservación de los vinos, distinguiéndose los siguientes tipos:
 - *Lías frescas*. Las obtenidas después de los trasiegos.
 - *Lías secas*. Las obtenidas después del prensado o filtrado de lías frescas.
- *Heces o lías de clarificaciones*: son los sedimentos resultantes de la limpieza de los mostos o vinos mediante una clarificación por encolado. Las resultantes de una clarificación azul por un tratamiento con ferrocianuro potásico para eliminar el hierro del vino, deben ser manipuladas adecuadamente por su elevado potencial de toxicidad.
- *Segundas*: son los líquidos obtenidos del último prensado de la uva, del escurrido natural del orujo almacenado (caldos de pozo), del prensado en las lías frescas y de la fermentación de los destrozos o desechos de la uva de mesa.
- *Piquetas*: es el líquido fermentado obtenido por lavado o maceración de orujos, lías y madres. Entre ellas se distinguen los siguientes tipos:
 - *Piqueta de vino o aguapié*. El procedente de orujos frescos de mosto o de vino y de lías frescas.
 - *Piqueta de orujo*. El procedente de orujo ensilado que sufre la fermentación alcohólica.
- *Vinazas*: es el producto líquido resultante de la destilación de los vinos o de sus subproductos, siendo por lo tanto una solución exenta de riqueza alcohólica.
- *Aguas de lavado*: debido a su escasa valorización se trata más bien de un efluente de la bodega, cuyo origen está en la limpieza de los locales y de la maquinaria. Únicamente puede ser aprovechable cuando procede de la limpieza o del destartarizado de los depósitos de fermentación o de almacenamiento de los vinos, donde su riqueza alcohólica y sobre todo su contenido en tartratos hacen que tengan un interesante valor económico.

Del mismo modo que en el tratamiento de otros subproductos citados anteriormente, el principal aprovechamiento de los subproductos o efluentes líquidos es la obtención del *alcohol etílico* mediante su destilación, resultando entonces como materia residual las vinazas definidas anteriormente. Además del etanol, también de estos subproductos y efluentes se puede obtener los siguientes aprovechamientos:

Obtención de levaduras de las lías

La recuperación de las levaduras antes de la destilación de las lías evitando su desnaturalización por el calentamiento, puede ser interesante como posible fuente proteica para la alimentación animal. Para ello las heces son tratadas con ácido sulfúrico hasta un valor de pH de 2,0 que disuelve los tartratos y permite extraer las levaduras por centrifugación. La desintegración de las levaduras para obtener proteínas puede hacerse mediante una solución de sosa en caliente, seguida de una precipitación a pH 3,5.

Algunos autores opinan que el empleo de levaduras de lías para la alimentación animal no es muy adecuada, pues contienen una elevada cantidad de polifenoles ligados a las paredes celulares, que pueden convertir a las levaduras como poco asimilables y dotadas de una cierta toxicidad. Siendo este fenómeno más acusado en lías procedentes de vendimias tintas o de heces una vez destiladas. La incorporación de estas levaduras al orujo en fase de compostación mejora sensiblemente la calidad del estiércol y equilibra su relación C/N.

Las vinazas pueden ser utilizadas para el cultivo de levaduras como alimento animal proteico, mediante la adición de unos 400 mg/litro de sulfato o fosfato amónico, utilizando levaduras *Candida utilis* o *Rhodoturala glutinis*, donde se obtienen de 4,5 a 11,5 gramos/litro de levaduras secas, y reduciendo su carga contaminante expresada en DQO en un 50 por 100

aproximadamente.

Obtención de tartratos de los subproductos o efluentes líquidos

Todos los subproductos o efluentes líquidos citados anteriormente pueden ser susceptibles de aprovechar la importante cantidad de sales del ácido tartárico que contienen, siendo especialmente ricos en esta sustancia las lías, las vinazas y las aguas de destartarizado de depósitos.

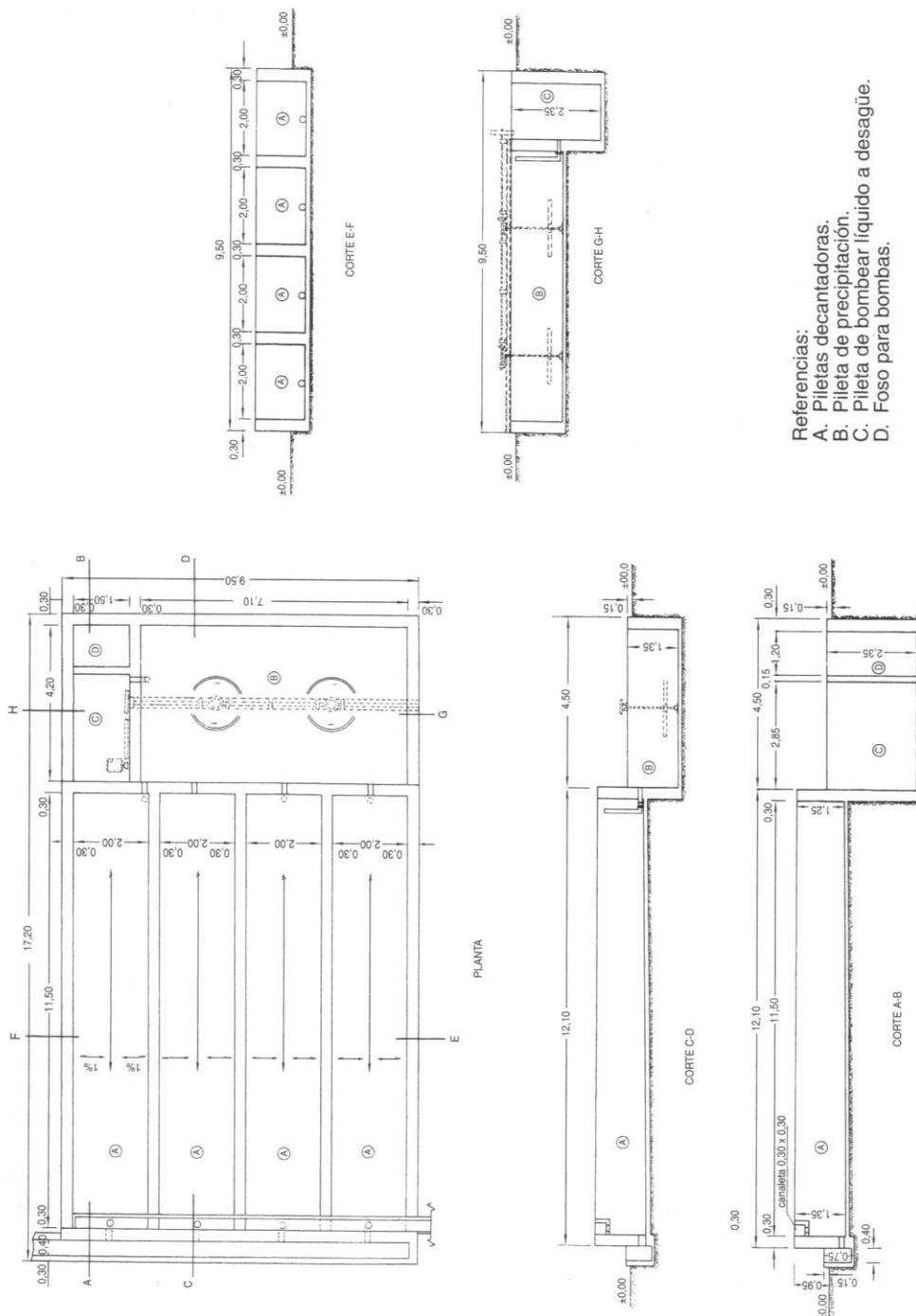
Las lías son separadas con bastante vino en los trasiegos, por lo que puede interesar separar este «vino de heces» mediante una segunda decantación en recipientes altos y estrechos. El residuo pastoso resultante se puede concentrar e incluso secar, haciéndolo pasar por un filtro prensa de marcos descrito en el apartado XXIII. 1.2.1. *Filtración por tierras*, o bien introduciéndolo en sacos, donde una vez escurridos pueden ser prensados en una prensa de platos convencional, o incluso siendo secados al sol en bandejas o en capas de pequeño espesor. La heces secas se valorizan según su contenido en tartratos, equivaliendo un *grado tartárico* a un kg de ácido tartárico contenido en 100 kg de heces secas. En nuestro país, los grados tartáricos de las lías secas oscilan desde 30° a 35° en las zonas cálidas, hasta los 10° a 15° en las comarcas más frías.

Se denomina «ártaro bruto» a las sales del ácido tartárico depositadas en los paramentos de los depósitos, estando compuestos fundamentalmente de bitartrato potásico y tartrato calcico, acompañados de menores cantidades de materia orgánica, microorganismos, antocianos, etc. La operación de destartarizado se puede realizar en seco o bien con ayuda de una solución de agua y soda, siguiendo los procedimientos descritos en el apartado XI.3.2. *Operaciones de limpieza y desinfección en la bodega*.

Las soluciones de eliminación de tartratos son muy contaminantes, con valores de DQO de 50.000 a 200.000 mg de oxígeno/litro, con un contenido en tartratos equivalente de ácido tartárico de 100 a 400 gramos/litro. Debido la alta concentración en tartratos de estos efluentes y a su elevado valor económico, algunas empresas colocan contenedores especiales en las bodegas para recoger este agua, tratándolas en una planta específica para obtener ácido tartárico, evitando de este modo un negativo impacto ambiental en caso de su vertido. Estos efluentes son acidificados con ácido clorhídrico hasta un pH de 6,5 y después tratados con una solución de cloruro calcico para obtener tartrato calcico, donde a su vez a partir de este se puede lograr ácido tartárico puro.

La extracción de tartratos de los subproductos y efluentes líquidos de la bodegas puede hacerse siguiendo el siguiente procedimiento:

Las vinazas y lías destiladas se reciben en una primera pila decantadora (A) de poca altura y elevada superficie, pasando por desbordamiento sucesivamente de una pila a otra, de tal forma que en la primera, con ayuda de un codo decantador giratorio, la vinaza clara se descarga en la pila de decantación provista de agitador (B) y el residuo sólido se elimina de la instalación. A

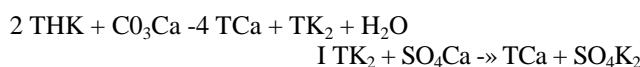


Instalación de pilas para la obtención de tartrato cálcico.

continuación se toma una muestra de este líquido, y se realiza la siguiente valoración, con el propósito de calcular exactamente la cantidad de yeso a añadir: 10 mi de muestra con 3 gotas de azul de bromotimol, y se valora con sosa N/10 hasta cambio de color al violáceo-verde azulado, gastando en la operación X mi.

$$\text{Yeso (gramos/litro)} = X \text{ mi} \cdot 0,75$$

Una vez realizado este cálculo se pone el agitador en funcionamiento, y entonces se añade una lechada de cal: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o de carbonato calcico: CO_3Ca hasta alcanzar un pH de 4,5 a 5,0 vertiendo a continuación la cantidad de yeso: SO_4Ca calculada anteriormente, produciéndose las siguientes reacciones:



Referencias:
 A. Pilas decantadoras.
 B. Pileta de precipitación.
 C. Pileta de bombear líquido a desagüe.
 D. Foso para bombas.

THK: bitartrato potásico.

TK₂: tartrato neutro de potasio.

TCa: tartrato neutro de calcio.

El proceso de agitación transcurre durante 30 minutos, seguido de una decantación de otros 20 minutos más, eliminando el líquido con un codo decantador, y el precipitado se lava varias veces con agua limpia, dejándolo escurrir y por fin desecar para su conservación con un contenido de humedad inferior al 5 por 100. En ocasiones las vinazas no son decantadas previamente, realizándose la operación de precipitación en presencia de los sólidos, y separándose al final el tartrato calcico mediante un hidrociclón o aparato similar. La reducción de la temperatura en la fase del tratamiento mejora la insolubilización y sedimentación.

El tartrato calcico obtenido puede descomponerse por bacterias termófilas del género *Clostridium* cuando las temperaturas son elevadas del orden de 50° a 70° C, formándose ácido butírico de mal olor. Otras bacterias como la *Aerobacter aerogens* también pueden desarrollar este fenómeno a temperaturas más reducidas y entre valores de pH de 4,5 a 7,3. Las medidas a tomar para evitar este problema son las siguientes:

- Humedad máxima: 5 por 100.
- Precipitación a pH: < 4,5.
- Lavado del tartrato calcico, con agua limpia enriquecida con 200 mg/litro de SO₂.
- Higiene estricta de las instalaciones.

Aprovechamiento del glicerol de las vinazas

El glicerol es un producto importante de las vinazas, donde representa el 30 por 100 de su carga contaminante orgánica; por lo que existe un estudio de aprovecharlo para obtener dihidroxiacetona (DHA) por medio de microorganismos oxidativos, como *Gluconobacter oxidans*, alcanzando en las vinazas tratadas un nivel de 40 gramos/litro de esta sustancia. La dihidroxiacetona es una sustancia de gran valor en cosmética, debido a sus propiedades «autobronceantes» de la piel.

En condiciones de anaerobiosis, la glicerina puede ser transformada en 1,3-propanodiol, de gran utilización en la síntesis de los poliésteres, mediante determinados microorganismos como: *Clostridium*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, etc.

Obtención del ácido málico en la elaboración de mostos concentrados rectificados

Durante la fabricación de los mostos concentrados rectificados (MCR) se utilizan resinas aniónicas para la eliminación de los ácidos orgánicos, pudiendo ser aprovechados los eluídos de las regeneraciones para aprovechar el ácido L-málico que contienen, representando este ácido cerca de un 27 por 100 de la DQO de sus efluentes.

XXVI.2.5. Aprovechamiento del anhídrido carbónico

El anhídrido carbónico es un importante subproducto producido durante la fermentación alcohólica de los mostos, donde se desprende del orden de unos 0,4 a 0,5 gramos de este gas por cada gramo de azúcar desdoblado, lo que equivale a unos 50 litros de anhídrido carbónico por cada litro de mosto. Salvo en el caso de las instalaciones de vinerías o elaboración de vinos en régimen no estacional, descritas en el apartado XIII.6. *Vinificación continua*, donde se aprovecha el gas carbónico desprendido en la fermentación, así como también las sustancias volátiles que le acompañan; prácticamente en el resto de las instalaciones vitivinícolas este gas no se aprovecha, perdiéndose en la atmósfera e incluso suponiendo un riesgo humano en determinadas circunstancias.

El anhídrido carbónico podría perfectamente ser canalizado desde la parte superior de los depósitos de fermentación, hasta un depósito pulmón o de acumulación del gas, donde podría aplicarse en la misma bodega para la inertización de las tolvas de recepción de vendimia, o para el llenado de los contenedores de transporte de vendimia mecánica, o incluso después de ser desecado y purificado, para ser envasado por compresión dentro de recipientes metálicos adecuados. La acumulación de presión en los depósitos de fermentación no es conveniente, pues entonces puede producirse una reducción de la cinética de la fermentación, aunque por debajo de las 0,15 a 0,20 atmósferas ésta resulta inocua para la actividad fermentativa de las levaduras, siendo por lo tanto preferible conducir el gas carbónico por extracción por depresión, que hacerlo por impulsión por la presión del propio gas.