

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- INTRODUCCION

En la figura II- 1 podemos observar el grado de madurez del fruto desde su cosechas hasta la sobre madurez de la banana.



El Plátano originario de Asia llegó a América en el año 1516, donde le cambiaron el nombre a banana, convirtiéndose en uno de los alimentos básicos de los países tropicales y caribeños. El banano en Bolivia es originario de la Amazonía subtropical, en sus variedades originales criollas es un producto abundante en la zona de Alto Beni y Caranavi donde toda la producción es orgánica. En la región del Chapare de Cochabamba se han introducido variedades mejoradas y parte de esa producción es orgánica. Tanto en el Alto Beni como en el Chapare es un producto alternativo a la producción de coca ilegal.

En Bolivia, actualmente existen 63.895 has. De bananos cultivados, la zona de mayor producción es el trópico de Cochabamba, (según la Secretaria Nacional de Agricultura y Ganadería), cubriendo el mercado regional, nacional, y el mercado internacional en pequeña escala. En la región de Caranavi y adyacentes (Yungas-La Paz), actualmente, existen 600 has. De producción orgánica de este cultivo, de los cuales el 85% tiene como principal mercado el desayuno escolar a las ciudades de La

Paz y el Alto y el 15% restante el mercado nacional.

2.2.- MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA.

Familia:*Musaceae*.

Especie:*Musaxparadisiaca*L.

Planta: herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

2.3.-VARIEDADES CULTIVADAS DE BANANO EN BOLIVIA

La *Musa paradisiaca*, que viene a producir el 30% del género, proporcionando unos frutos que sólo son comestibles si se asan o cuecen (técnicamente son los verdaderos plátanos).

La *Musa cavendishii* supone el 70% de la producción del género. Sus frutos, previa maduración natural o inducida, se comen directamente (técnicamente son las llamadas bananas).

Las principales variedades cultivadas de bananas son:

- Cavendish enana, con dos subvariedades, pequeña y gran enana. Es el fruto canario. Origen chino. Color amarillo oro. Pulpa blanda compacta.
- Gros Michel. Color verde amarillo. Resiste bien el transporte.
- Lacatán (*Musa acuminata*). Similar al Gros Michel pero es resistente al mal de Panamá (una fusariosis). El fruto aparece como aplastado por el extremo que no está unido a la "mano".
- Poyo. Variedad tipo enana.
- Dominico.
- Curraré. Dos sub variedades: rosada y enana.
- Otras variedades e híbridos: Zelig, Brier, Gruesa, Balangón.

2.4.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

Rizoma o bulbo: Tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemas) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas.

Sistema radicular: posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.

Tallo: El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

Hojas: Se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un pecíolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo. Éste lleva una veintena de

brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso. De las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores.

Flores: flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14.

Fruto: baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes. La mayoría de los frutos de la familia de las *Musáceas* comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.

2.5.- CUALIDADES DE LA BANANA

No podemos dejar de mencionar que este fruto es rico en minerales como potasio (revitaliza los tejidos musculares), calcio (fortifica huesos y dientes), hierro (ayuda a la adecuada transportación de oxígeno en la sangre) y fósforo (mejora el funcionamiento de los sistemas óseo y nervioso), además de que posee vitaminas A, C y del complejo B, que previenen el envejecimiento celular y ayudan a crear defensas contra enfermedades respiratorias, como el resfriado. El plátano no engorda, muy al contrario, por su riqueza en potasio ayuda a equilibrar el agua del

cuerpo al contrarrestar el sodio y favorecer la eliminación de líquidos, por contener un 75% de agua, hidratos de carbono, fibra y muchas calorías.

La pulpa del banano contiene sustancias con efecto antiséptico (elimina bacterias) en el conducto intestinal, suaves aceites que reducen inflamación e irritación de las mucosas, además de una proteína, la pectina, que favorece la evacuación del colon. Cuando esta fruta se encuentra madura ayuda a aliviar molestias generadas por gastritis o úlcera, además de que combate el estreñimiento y es eficaz en el tratamiento de colitis y hemorroides.

Por otra parte, las evidencias muestran que cuando está verde es eficaz para controlar la diarrea.

2.6.- USO DE LA BANANA

La gran variedad de formas hacen de la banana o el plátano un alimento extremadamente versátil. La forma más frecuente y simple de consumo es como fruta de postre. En trozos se incorpora a ensaladas de fruta, gelatinas y otros postres, así como a batidos y otras bebidas; se usan también en tortas y bizcochos. Cocidas, las bananas se usan como acompañamiento para algunas carnes en recetas tropicales, así como en el arroz a la cubana. Con azúcar morena, jugo de limón o vinagre y especias se preparan salsas o mermeladas, a veces muy picantes. Se consumen hervidos, fritos o asados. Como parte de estofados complementan o suplantando a la yuca.

2.7.- VALOR NUTRICIONAL.

El banano maduro es un alimento muy digestivo, pues favorece la secreción de jugos gástricos, por tanto es empleada en las dietas de personas afectadas por trastornos intestinales y en la de niños de corta edad. Tiene un elevado valor energético (1,1-2,7 kcal/100 g), siendo una importante fuente de vitaminas B y C, tanto como el tomate o la naranja. Numerosas son las sales minerales que contiene, entre ellas las de hierro, fósforo, potasio y calcio.

En la siguiente tabla se muestra el valor nutricional del banano fresco por 100 gramos de sustancia comestible:

Tabla II-1

Valor nutricional de la banana en 100gr de banana

Agua (g)	75,7	
Proteínas (g)	1,1	
Lípidos (g)	0,2	
Carbohidratos	Total (g)	22,2
	Fibras (g)	0,6
Vitaminas	A (UI)	0,6
	B ₁ (mg)	0,05
	B ₂ (mg)	0,06
	B ₆ (mg)	0,32
	Ácido nicotínico (mg)	0,6
	Ácido pantoténico (mg)	0,2
	C (mg)	10
Otros componentes orgánicos	Ácido málico (mg)	10
	Ácido cítrico (mg)	150
Sales minerales	Ácido oxálico (mg)	6,4
	Sodio (mg)	1
	Potasio (mg)	420
	Calcio (mg)	8
	Magnesio (mg)	31
	Manganeso (mg)	0,64
	Hierro (mg)	0,7
	Cobre (mg)	0,2
	Fósforo (mg)	28
	Azufre (mg)	12
Cloro (mg)	125	
Calorías (Kcal)	85	

Fuente: PRODAR. MANUAL DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES.

TABLA II-2

A continuación se muestra el contenido por kg en comercio (32% de desecho):

Agua (g)	514,8	
Proteínas (g)	7,5	
Lípidos (g)	1,4	
Carbohidratos	Total (g)	151
	Fibras (g)	4,1
Vitaminas	A (UI)	1 292
	B ₁ (mg)	0,34
	B ₂ (mg)	0,41
	B ₆ (mg)	2,18
	Ácido nicotínico (mg)	4,1
	Ácido pantoténico (mg)	1,4
	C (mg)	68
Otros componentes orgánicos	Ácido málico (mg)	3 400
	Ácido cítrico (mg)	1 020
Sales minerales	Ácido oxálico (mg)	42,2
	Sodio (mg)	7
	Potasio (mg)	2 856
	Calcio (mg)	54
	Magnesio (mg)	211
	Manganeso (mg)	4,35
	Hierro (mg)	4,8
	Cobre (mg)	1,36
	Fósforo (mg)	190
	Azufre (mg)	82
	Cloro (mg)	850
Calorías (Kcal)	578	

Fuente: PRODAR. MANUAL DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES.

2.8.- EXPORTACIÓN DE PLÁTANO O BANANO

La exportación de plátano o banano se realiza según las siguientes partidas arancelarias NANDINA:

0803.00.11.00 Bananas o plátanos frescos tipo «plantain» (plátano para cocción)

0803.00.12.00 Bananas o plátanos frescos tipo «cavendish valery»

0803.00.19.00 Bananas o plátanos frescos - los demás

0803.00.20.00 Bananas o plátanos frescos - Secos

En la gestión 2007 Bolivia exportó más de 8,9 millones de dólares americanos de bananos y un volumen de 77,7 millones de Kg., siendo sus principales destinos Argentina, Chile, Suiza y Nueva Zelandia, según orden de importancia.

2.8.1.- PERSPECTIVAS DE MERCADO

Los principales países productores de plátanos son los países tropicales y caribeños de Sudamérica y en muchísima menor proporción, en el sudeste asiático. Los principales consumidores de banano son Estados Unidos, la Unión Europea y Japón que abarcan aproximadamente el 67% de la demanda mundial, estos países constituirían también un mercado potencial para los bananos orgánicos, según La Agencia de las Naciones Unidas, las importaciones de bananas cultivadas orgánicamente han crecido aproximadamente un 30 % por año; sin embargo los países en desarrollo representan tan sólo el 16% de la demanda de importaciones mundiales de banano.

2.9.- ELABORACIÓN DE MOSTOS

El mosto es el zumo de la fruta obtenido por prensado, pisado, licuado, etc.

En la obtención de mostos se distinguen tres finalidades concretas, en las que cada una de ellas se rige por una normativa especializada.

Los sistemas mecánicos para la obtención o separación preliminar del mosto natural, a partir de la última fase de obtención, sea por escurrido mecánico o mediante

prensado, entran ya en consideración aquellas prácticas para su elaboración según las finalidades industriales a que se destine el mosto:

- I. Mostos destinados a vinificación inmediata.
- II. Mostos para una vinificación diferida.
- III. Mostos preparados como zumos o jugos para consumo directo o para bebidas derivadas.

Una cuestión muy importante, frecuentemente observada, es que el mosto obtenido correctamente, pensando en su vinificación, no siempre es el más adecuado para destinarlos a zumos.

La relación azúcar - acidez, que armoniza entre el dulzor y la acidez, es un detalle muy simple que no siempre es tenido en cuenta. Existe una relación óptima para que el zumo sea agradable, que no es precisamente la óptima para vinificar. Normalmente en los mostos transformados o preparados para consumo directo, interesa una relación azúcar-acidez más baja, o sea, una mayor proporción de ácidos.

2.10.- PRETRATAMIENTOS DE LOS MOSTOS

Debemos citar sus aspectos: como práctica corriente hacia una perfección tecnológica y/o como prevención impuesta para determinadas circunstancias de mejora o también por causas de obligadas correcciones a defectos que son factibles de subsanar desde un principio.

El mismo lavado y secado del fruto debe conceptuarse como el más elemental pretratamiento en la obtención de elaborados de alta calidad en zumos para consumo directo.

La sulfitación, preliminar del mismo fruto o bien del mosto es otra práctica que frecuentemente evita muchos riesgos y favorece la elaboración.

El encolado, es interesante en las elaboraciones donde se pretende un perfecto clarificado y abrillantado, eliminando problemas o dificultades en la filtración.

La activación, en mostos destinados a vinificación inmediata, es uno de los pretratamientos más eficaces y rentables para que la transformación del mosto en vino alcance máximos rendimientos.

En la actual ingeniería de procesos los pretratamientos pueden realizarse en forma sucesiva durante la recepción y estrujado del fruto, en distintas combinaciones efectuadas manualmente y mediante dosificadores automáticos.

2.11.- BOMBEO DE PASTAS FRESCAS

En la poceta de la estrujadora se van depositando las pastas frescas, o sea, la parte del mosto que ha fluido al abrirse o aplastarse la fruta, la pulpa restante, así como los hollejos, pepitas y también el raspón, en el caso de no haber desraspado.

En la misma medida que van cayendo las pastas, éstas han de trasladarse a los escurridores si se trata de obtener mostos simplemente o vinificar en blanco, o bien, a los tinos de fermentación si la vinificación es en tinto.

La forma más rápida es mediante el bombeo de toda la pasta, incluido el mosto fluido, por que ello facilita el recorrido en las tuberías y reduce considerablemente el tiempo de contacto con el aire y, en consecuencia, toda oxidación excesiva que pudiera perjudicar los componentes del mosto queda evitada.

En la fase de bombeo y trasiego, con referencia a los sistemas de bombas empleadas, cabe hacer distinción de tres clases:

- a) Bombas de vendimia, para movimientos de pastas solamente.
- b) Bombas de vendimia y trasiego, para movimiento de pastas, mostos, vinos otros productos no sólidos, como son las heces frescas.
- c) Bombas para trasiego, destinadas solamente para líquidos (mostos y vinos).

Las bombas que llevan motor eléctrico acoplado se las denomina genéricamente: electrobombas.

La instalación de las bombas de vendimia deben reunir la condición de ser elevadoras de la pasta a alturas que superen en $\frac{1}{4}$ la máxima de los depósitos más elevados hasta su boca superior y con un rendimiento de volumen horario que rebase en su cálculo el máximo de salida de estrujadora.

Los sistemas suelen ser: de paletas, escasamente usadas, como no sea para rendimientos reducidos, nunca superiores a los 10000 kilos/hora y acopladas directamente a las estrujadoras. Esta clase de bombas de paletas tienen el inconveniente de dilacerar las partes orgánicas, especialmente pepitas y hollejos, dando lugar a suspensiones persistentes en los mostos, aparte de su prematuro desgaste. De pistón vertical, movido con montaje directo a cigüeñal de acero forjado, aptas para toda clase de pastas, desraspadas o no; y de pistones horizontales, dispuestos en dos árboles y cilindros paralelos o en un sólo árbol doble y cilindros en línea.

Las bombas de vendimia, aptas a su vez para trasiegos, como igualmente las de este exclusivo uso, pueden ir provistas de un invertidor, que permite hacer reversible la forma de trabajo. Ambas suelen ser rodantes, sobre chasis provisto de ruedas y tirador para situarlas o aproximarlas debidamente al lugar de trabajo. Según su

modelo y capacidad permiten optar, con el mismo motor apropiado, a dos velocidades distintas.

Son recomendables las tuberías de cloruro de polivinilo o de acero inoxidable, por estar exentas de óxidos y demás residuos provocados por la corrosión que sufren otros materiales. Los diámetros oscilan desde 80 a 180 mm como más usuales, y en el caso de bombear pastas no desraspadas se obtiene la seguridad de no haber obstrucciones empleando tubería de diámetro no inferior a 120 mm.

2.12.- FILTRACIÓN FINAL

Cuando los mostos o zumos han de ser comercializados debidamente claros o limpios es necesario recurrir a la filtración, a pesar de que hayan clarificado sedimentando una parte de sus impurezas que causaban más o menos cierta turbiedad.

Algunos enturbiamientos se resisten a la filtración al presentarse las materias que obstaculizan el brillo en un estado de dispersión intermedio entre el típico coloide y el propio de una suspensión. De ahí que, al hablar del pretratamiento de encolado, preveíamos ya estas posibles dificultades de filtración.

Los filtros no han de alterar el sabor ni la composición del elaborado. En el supuesto de emplearse productos coadyuvantes para la filtración se debe tener la certeza absoluta de su pureza y la seguridad de su empleo idóneo al fin propuesto para la clase de elaborado que se va a filtrar.

Para mostos y zumos turbios y densos cumplen perfectamente estas condiciones los filtros prensas de placas. Algunos filtros van provistos de placas de vidriorresina, que suplen bastante bien a las metálicas por sus resistencia a los agresivos químicos, no sujetas a abolladuras y ser más ligeras y manejables para su perfecta limpieza. Son

también de usuales ventajas las placas de acero fino, las de aluminio anodizado o de aleaciones especiales.

Puede darse el caso que algún tipo de elaborado adolezca de una turbiedad producida por dispersiones de diminutas partículas que se resisten a ser retenidas en las porosidades de las placas y, en este caso, es necesario recurrir al empleo de tierras de diatomeas o de infusorios debidamente recocidas y puras como una de las sustancias coadyuvantes para la filtración de mostos y zumos porque da mejor resultado.

A los mismos filtros prensa de placas se les puede acoplar un dispositivo (formando grupo) de alimentación y dosificación autónomo y automático para el empleo de estos coadyuvantes, permitiendo aclarar y abrillantar, en debidas condiciones, mostos y zumos de acusada densidad.

2.13.-NORMAS SOBRE LA MECÁNICA DE FILTRACIÓN

La eficiencia de un filtro depende del correcto empleo y el dominio de su mecánica que el elaborador posea. Se citan algunas recomendaciones que pueden ser consideradas como normas de trabajo:

- a) Mantener las cámaras de filtración completamente limpia y seca para evitar que pasen fibras y flóculos al producto filtrado.
- b) Antes de comenzar el ciclo debe extraerse el aire del filtro.
- c) Durante la filtración no debe acumularse aire ni gas carbónico en las cámaras. Para ello, conviene revisar y ajustar todas las conexiones, principalmente las situadas en la parte de aspiración de la bomba.

- d) En pleno trabajo puede aumentarse paulatinamente la presión para alcanzar con ello, a pesar de una creciente obturación en la entrada de las placas, una velocidad lo más constante posible.
- e) En filtración clarificante no sobrepasará la diferencia de presión, entre entrada y salida, a dos atmósferas. En caso de superar esta diferencia se observará una claridad del filtrado para detener a tiempo en el supuesto de una clarificación defectuosa.
- f) En filtración esterilizante la diferencia de presión entre entrada y salida, en ningún caso, será mayor a 1.5 atmósferas.
- g) En filtración por presión a gravedad es casi imposible una regulación, puesto que normalmente no está dada la posibilidad de variar la diferencia de altura entre el envase del producto a filtrar y la salida del filtro. En cambio, este sistema tiene la ventaja de continuar la filtración cuando ya no trabaje el personal de la bodega. Lógicamente el envase a llenar habrá de tener suficiente capacidad para que no se produzcan pérdidas de elaborado.
- h) En el intervalo entre dos filtraciones conviene taponar la entrada y la salida del filtro, una vez limpio y seco, con algodón impregnado en alcohol o en una solución acuosa de SO₂ al 60 %.

2.14.-LA VINIFICACIÓN COMO PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Entendemos por vinificación el proceso mediante el cual, y a través de distintas fases, el mosto se transforma en vino por el fenómeno químico-biológico de la fermentación alcohólica, debida a la actividad de las levaduras, y en la que los azúcares del mosto se convierten en alcohol y anhídrido carbónico, acompañado

ello de otras reacciones químicas y actividades de otros microorganismos y fermentos.

Se deben distinguir dos métodos de vinificación:

La **vinificación inmediata**, o sea, a partir del momento que ha sido obtenido el mosto; y la **vinificación diferida**, realizada posteriormente o en cualquier época del año con mostos conservados, que son restablecidos a su primitiva condición de mostos fermentables.

La vinificación **inmediata** es el método más corriente, posiblemente el más racional por razones tecnológicas, aunque a veces no resulte el más adecuado según las circunstancias enotécnicas, y comprende distintos sistemas clásicos y otros de técnica reciente, que se describirán más adelante.

En cambio, en la vinificación **diferida** el sistema es único, requiere mayores exigencias, especiales precauciones, pero ofrece la oportunidad de elaborar distintos vinos en cualquier momento, según la demanda del mercado y, asimismo, según disponibilidades de mostos conservados. Este método se asemeja a la forma de elaboración continuada, como trabajan las demás industrias de bebidas.

2.15.-FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación es un proceso metabólico en el que se producen cambios químicos en un sustrato orgánico por la acción de catalizadores bioquímicos que son elaborados por dos tipos especiales de microorganismos vivos. Estos catalizadores bioquímicos reciben el nombre de enzimas.

La fermentación tiene por objeto modificar la condición química de las materias susceptibles de transformación, como los azúcares, por acción de la levadura, convirtiéndolo en alcohol etílico y gas carbónico. Este proceso va acompañado de

una disminución del peso del mosto, conociéndose como atenuación del porcentaje de extracto que se modifica durante el transcurso de la fermentación.

Conforme va aumentando el contenido de alcohol del vino por la transformación de azúcares del mosto, la fermentación se va haciendo más lenta debido a la inhibición del crecimiento de las levaduras por los porcentajes cada vez mayores de alcohol.

Las fermentaciones alcohólicas y maloláctica son dos procesos microbiológicos importantes que tienen lugar durante la producción de vinos y sidras.

Existen dos tendencias en la elaboración de vino: el uso de cultivos puros de levaduras, o la utilización de la flora asociada a la fruta de tal manera que al ser prensado el fruto, el mosto entra en contacto con las levaduras nativas, las cuales realizan la fermentación bajo la sucesión de diferentes especies. La primera tendencia ha sido adoptada, por las fábricas modernas de vinos, y la segunda es utilizada por fábricas pequeñas tradicionales.

Las desventajas de la utilización de la flora nativa asociada al fruto son:

- El poco control que se tiene sobre la fermentación dada la gran cantidad de levaduras silvestres, las cuales sobrepasan por mucho a la levadura deseable para la fermentación (*Saccharomyces Cereviciae* variedad *Ellipsoideus*).
- Estas levaduras silvestres pueden producir sabores indeseables en el producto.
- La baja población en el inóculo, lo cual conduce a tiempos de fermentación prolongados.
- En ocasiones las levaduras asociadas nativas no son muy tolerantes al etanol, por lo que la fermentación puede ser incompleta.

- Algunas levaduras nativas pueden no flocular adecuadamente dificultando su separación.

A medida que la fermentación alcohólica transcurre (3°GL), la población de levaduras nativas decrece y va siendo sustituida como población dominante por *S. Cerevisiae*, particularmente del tipo *Ellipsoideus*; cuando alcanza los 6°GL la población inicial desaparece. Al final de la fermentación predominan cepas altamente resistentes al alcohol como *S. Bayanus* y cepas de *S. Cerevisiae* como *Uvarum* y en ocasiones *Italicus*.

La adición del SO_2 reduce la población de levaduras silvestres en el mosto y de esta manera favorece la preponderancia de *S. Cerevisiae*, pues esta especie es en general más resistente a este biocida. El uso de cultivos puros incrementa aún más la población de la levadura deseada permitiendo así un proceso más controlable y rápido; más aun, el uso de estos cultivos puede hacerse en mostos pasteurizados con lo cual se consigue una fermentación aún más limpia.

La fermentación alcohólica se produce de forma rápida y generalmente está dominada por cultivos seleccionados de *Saccharomyces Cerevisiae* que se añaden durante el proceso de elaboración a nivel industrial.

Las levaduras transforman los azúcares mayoritarios del mosto (fructosa, glucosa) en etanol y CO_2 . Paralelamente transforman, al principio de la fermentación, parte de los azúcares en glicerina y ácido pirúvico, dando lugar a la denominada fermentación glicero-pirúvica; el ácido pirúvico a su vez da lugar a otros productos secundarios, que se forman principalmente cuando existe una deficiencia de tiamina en el medio. Además, se producen por rutas alternativas otros ácidos orgánicos, entre los que se destacan el ácido málico, succínico y fumárico, que posteriormente pueden sufrir transformaciones por reacción química (láctico, succínico y málico

generan respectivamente, lactato de etilo, succinato de dietilo y malato de dietilo) o microbiológica por acción de las bacterias malolácticas.

Para que la fermentación alcohólica se produzca de manera favorable son necesarias varias condiciones, comprendidas en tres formas:

- a) Condiciones biológicas: levaduras, su selección, desarrollo y acción.
- b) Condiciones físicas: temperatura, presión y operaciones mecánicas.
- c) Condiciones químicas: ácidos, oxígeno, sustancias y procesos químicos.

2.15.1.-CONDICIONES BIOLÓGICAS

Muchos son los tipos de levaduras que intervienen, variando según las regiones. Igualmente, pueden adicionarse otras levaduras activadas previamente cultivadas y seleccionadas.

Las levaduras auténticas se encuentran en cualquier lugar de la naturaleza y abundan en los cultivos de plantas frutales. Persisten en forma de esporas en las capas superiores de la tierra de los cultivos hasta que la lluvia y el viento, o los insectos, las transportan a finales del verano y en otoño hasta los frutos, pasando después al mosto. Las frutas, que aún antes de haber madurado por completo han sido picadas y estropeadas por avispa y pájaros constituyen auténticas incubadoras de gérmenes fermentativos.

Las levaduras más importantes, consideradas como auténticas para la elaboración de vinos son las comprendidas dentro del género *Saccharomyces*, que ofrece diversas variedades. Las que producen la fermentación alcohólica del vino son: *Saccharomyces ellipsoideus* y *Saccharomyces pasteurianus* como esenciales. Son las que producen mayores cantidades de alcohol (hasta 145 g/l).

Son relativamente insensibles a los ácidos y a los taninos, y tienen mayor resistencia al ácido sulfuroso que otros organismos fermentescibles.

Las *Saccharomyces apiculatus* aparecen siempre en las frutas y tienen una capacidad de reproducción muy notable. Intervienen en el primer momento de la fermentación y se encuentran en grandes cantidades en todos los zumos de fruta, pero por ser muy poco resistente al alcohol pronto dejan de actuar, y a medida que avanza la fase de fermentación son progresivamente desplazadas por las *Saccharomyces Ellipsoideus* y *Saccharomyces Pasteurianus*, que son más resistentes al alcohol.

Las *Saccharomyces Apiculatus* impiden a veces el curso normal de la fermentación, influyendo sobre la calidad del vino, formando ácidos volátiles, como acético, y ésteres igualmente volátiles, por lo que deben considerarse como microorganismos perjudiciales en la fermentación, produciendo sólo pequeñas cantidades de alcohol, entre 30 a 50 g/l.

Por ello, cuando se procede a una selección de levaduras para su adición al mosto-vino se eligen, preferentemente dentro del género *Saccharomyces*, en sus variedades más idóneas según la tipificación del producto a elaborar.

Las levaduras auténticas se reproducen por gemación. En condiciones favorables se forman, a un lado de la célula de levadura, uno o varios brotes que al cabo de pocas horas alcanzan la dimensión de la célula madre y se desprenden de ella. Inician el proceso de fermentación en los zumos recientes de frutas. Durante este proceso las levaduras producen la zimasa, que actúa sobre los azúcares del líquido fermentable, transformándolos en alcohol y dióxido de carbono.

La fermentación alcohólica no se lleva a cabo por una sola especie de levadura, sino por muchas. Concretamente en las elaboraciones de La Mancha se conocen

dieciocho variedades, de las que cinco son muy abundantes y de éstas cuatro corresponden al género *Saccharomyces*: *Ellipsoideus*, *Apiculatus*, *Torulas* y *Oviformis*.

Biológicamente, en la fermentación alcohólica las levaduras forman una simbiosis, en la que las más activas se ayudan, en su acción, de diastasas proporcionadas por otras más débiles.

2.15.2.-CONDICIONES FÍSICAS

La temperatura es un factor de influencia decisiva para las actividades de las levaduras. La temperatura más adecuada para su reproducción y la fermentación oscilan desde 22 a 27°C, y se reproducen con mayor rapidez cuando la temperatura es de 25°C.

A temperaturas superiores a 30°C las levaduras pierden capacidad para desdoblar los azúcares, y al aproximarse a 40°C dejan de crecer y reproducirse. En lo que respecta al vino, mueren en cuanto alcanzan temperaturas de 45 a 55°C, a diferencia de lo que ocurre en el mosto, donde resisten hasta los 65°C.

La circunstancia de que en el vino mueran antes se debe a que el contenido alcohólico refuerza la acción destructora del calor. Y en cualquier caso cuando la temperatura sobrepasa de los 30°C, aún cuando la fermentación se desarrolle aparentemente bien, se presenta una pérdida de alcohol, motivada por el violento burbujeo del anhídrido carbónico en caliente y, además, un aumento de la acidez volátil con pérdidas de aroma, adoleciendo el vino de sabor agridulce.

Si la temperatura es inferior a 3°C no es posible el desarrollo de las levaduras ni su actividad fermentativa, sin embargo, se mantienen con vida, aunque no realizan ninguna actividad.

El comportamiento de las levaduras del vino frente a la acción del calor depende, sobre todo, de la clase y especie a que pertenezcan, de su edad, de su fuerza y de las condiciones externas. Las llamadas levaduras de fermentación en frío ejercen una lenta actividad aun a temperaturas de 6°C e inclusive inferiores a esta.

Las levaduras de fermentación en frío corresponden a especies distintas, como la Wädenswie Schloss, aislada por Osterwalder (1934), que fermenta los zumos a temperaturas bajas (5 – 10°C), y otras seleccionadas de la misma especie, como Salenneg, Herrliberg y Fendant, que pueden producir alcohol a temperatura de 5°C.

Sin embargo presentan el inconveniente de que a 20°C fermentan más lentamente que las levaduras normales. Las levaduras de fermentación en frío tienen igual actividad a 8 – 10°C que las demás levaduras a 14 – 16°C. La única ventaja que presentan en comparación con las levaduras corrientes consiste en que fermentan a temperaturas en que las otras carecen de actividad.

Efectos similares a los que se esperan de las fermentaciones a bajas temperaturas se obtienen igualmente por el procedimiento de fermentación a presión; ésta se la realiza en depósitos de acero provistos de accesorios adecuados y resistentes a una presión de ocho atmósferas (en opinión de E. Klenk, que estudió detenidamente este procedimiento, es preferible conducir la fermentación con una presión equilibrada de, aproximadamente, unas tres atmósferas). Considerando que la presión alcanzaría valores que inhibirían totalmente la fermentación, se impone abrir una válvula de escape para regular periódicamente la presión.

Según el criterio de Geiss, se consigue así una fermentación dirigida, cuya duración es de tres a cuatro semanas y posiblemente más.

Las ventajas de esta fermentación dirigida radican en el mayor rendimiento del azúcar y, en consecuencia, en la obtención de mayores cantidades de alcohol y

azúcares residuales. Sus inconvenientes, aparte de los gastos de instalación, están en el hecho de que, frecuentemente, queda una elevada cantidad de azúcares residuales y se forman abundantes ésteres.

Los rayos luminosos pueden ejercer acción retardatriz y hasta letal al cabo de cierto tiempo. Las radiaciones ultravioleta llegan a paralizar la acción de las levaduras; en cambio, los rayos infrarrojos son inactivos.

Las ondas supersónicas de más de veinte mil vibraciones por segundo hacen perder, según parece, la facultad reproductora de las levaduras.

Igualmente, las presiones osmóticas afectan el proceso fermentativo, al variar la concentración de azúcares, originando en las propias células fenómenos de turgencia.

2.15.3.-CONDICIONES QUÍMICAS

La acción de los ácidos del mosto es poco perceptible por las levaduras, hasta tal punto que el ácido tartárico es destruido parcialmente por la acción directa de las mismas y de las bacterias, entre éstas algunas de tipo lácteo.

Por ello la adición de ácido tartárico a los mostos ricos en azúcares y pobres en acidez, para elevar a ésta a 5 – 6 g/l, da lugar a una fermentación más rápida, con un aumento de temperatura.

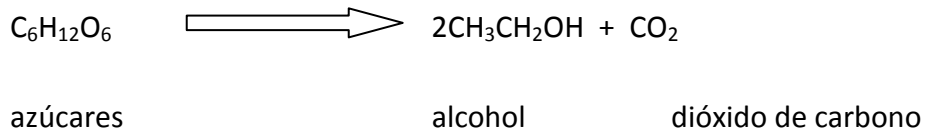
Expone Sannino que una acidez de 5 – 6 g/l protege al fermento alcohólico contra la acción concurrente de las bacterias; siendo éstas más sensibles a la acidez, dejan el campo libre a los buenos fermentos. Las bacterias son perjudiciales no sólo porque consumen las materias nutritivas necesarias a las levaduras, sino por dar origen a ciertos ácidos volátiles (acético, propiónico, butílico) que pueden paralizar la fermentación alcohólica

Los fermentos alcohólicos soportan en el mosto dosis altas de acidez, entre 10 y 20‰.

Sin embargo, no todas las variedades de levaduras se habitúan fácilmente al anhídrido sulfuroso, y menos al ácido acético que en cuanto excede el 2‰ retrasa la acción fermentativa.

La fermentación alcohólica se desarrolla independientemente de la presencia del aire. Las levaduras, en cambio, dependen de su presencia y actúan de manera distinta cuando aquél tiene acceso al zumo de fruta o mosto. Se reproducen en grandes cantidades cuando el líquido de fermentación está aireado. Sucede entonces que consumen la mayor cantidad de los azúcares existentes, utilizada para edificar sus propias sustancias constitutivas y de esta manera queda limitada la proporción de azúcares disponibles para la formación alcohólica. Puede impedirse, sin embargo, el acceso del aire desde el principio, a fin de que las levaduras sólo puedan reproducirse en cantidades limitadas y sigan transformando gran parte del azúcar en alcohol y dióxido de carbono, según la siguiente ecuación de Gay Lussac.

Levaduras



Por las investigaciones de Luis Pasteur, químico y bacteriólogo francés (1822 – 95), se dedujo que 100 partes de fructosa producen, por la fermentación, las siguientes sustancias:

Alcohol	48.46	}	100
Dióxido de carbono	46.67		
Glicerina	3.23		
Ácido succínico	0.61		
Grasas, celulosa y otras	1.03		

Este proceso tiene precisamente lugar porque la energía que necesitan las células para subsistir sólo pueden obtenerla, a falta de aire, merced a la fermentación.

Las levaduras que disponen de aire limitan la cantidad de azúcares disponibles para la fermentación alcohólica a un 75%. Cuando no penetra el aire, queda un 90%.

En resumen: para preparar una levadura apta para la elaboración de vino se requiere una reproducción rápida y cuantiosa de las células, lo que se logra mediante el aporte constante de aire al líquido. Por el contrario, para elaborar vino rico en alcohol es necesario limitar el acceso de aire a los mostos, sometiénolos a un pretratamiento de sulfitación.

Desde otro aspecto, las levaduras auténticas han de persistir en la competencia establecida con los microorganismos que concurren durante el comienzo del

proceso fermentativo. La formación de alcohol y el desplazamiento del aire por medio del dióxido de carbono que se está formando impiden el desarrollo de los hongos y bacterias, con predominio de las levaduras. Esta lucha se fomenta considerablemente sometiendo el mosto reciente a un pretratamiento de sulfitación que elimine el oxígeno necesario para el desarrollo de los microorganismos aerobios.

Los compuestos nitrogenados son indispensables para la vida de las células fermentativas, y si bien en el mosto hay una cierta proporción de estos compuestos (a través de las sustancias albuminoideas, aminoácidos y derivados amónicos), las levaduras van consumiendo una gran parte del nitrógeno amoniacal, dificultando, a medida que disminuye, su normal proliferación, desarrollo y actividad. Se elimina este hecho mediante la adición de tartrato amónico puro a dosis de unos diez gramos por hectolitro (no es recomendable el empleo de fosfatos y glicerofosfatos amónicos porque, si bien dan el amonio suficiente, aportan a su vez el ión fosfato, que posteriormente es origen de la quiebra fosfática o blanca, quedando el vino desvirtuado de su color natural, aparte de que por acción tumultuosa causan, muchas veces, una acidez volátil alta).

La mayoría de los microorganismos se desarrollan rápidamente en un medio neutral o ligeramente ácido (pH 6.5 - 7), mientras que los hacen mal a pH inferior a 5, por lo que las necesidades de esterilización en bebidas ácidas son menores.

La excepción son las bacterias lácticas que pueden crecer y multiplicarse a un pH de hasta 2.5. Las bacterias formadoras de ácido butírico pueden desarrollarse a un pH de 4 - 4.5. Los mohos y las levaduras también pueden resistir y crecer en medios ácidos. Con relación al pH, las levaduras toleran amplias fases de pH, pudiendo permanecer por cortos periodos en $\text{pH} < 2$, por lo cual, la mayoría de los otros microorganismos son sensibles.

Una inadecuada regulación del pH del mosto, posibilitaría el crecimiento de microorganismos indeseables, tal es el caso de bacterias que perjudicarían bastante a la fermentación. Para el caso de la mandarina el pH se puede regular diluyendo el zumo de la fruta hasta alcanzar los rangos de $\text{pH} = 3.5 - 3.7$.

2.16.-ETAPAS DE LA FERMENTACIÓN

En el transcurso de la fermentación alcohólica se debe distinguir las siguientes seis etapas de reacción:

- I.** Fosforilización, consistente en la esterificación de los azúcares fermentescibles en éster del ácido hexosadifosfórico.
- II.** Escisión de las hexosas en dos moléculas de éster del ácido triosafosfórico.
- III.** Oxidorreducción por formación de éster del ácido glicerofosfórico y de éster del ácido fosfoglicérico.
- IV.** Desfosforilización, al quedar libre el ácido fosfórico bajo la acción de la enzima enolasa, formando el ácido pirúvico.
- V.** Descarboxilación, durante la cual se descompone el ácido pirúvico dejando en libertad dióxido de carbono y formándose acetaldehído.
- VI.** Reducción del acetaldehído en alcohol etílico.

Finalizado el proceso de fermentación alcohólica, las levaduras suprimen todas sus actividades. En esta fase de reposo están mejor alimentadas que en las demás etapas de su vida, disponiendo de grandes reservas de materias tales como glucógeno, proteínas y grasas, que han ido almacenando.

El contenido de nitrógeno en las levaduras asciende, durante esta etapa de reposo, del 3 al 11% y el de materias grasas entre 2 a 7% del peso exacto. El contenido de agua en las células es, aproximadamente, un 70 – 75% pero cuando por medio de un cuidadoso proceso de deshidratación el contenido acuoso se reduce al 10% de solución de glucosa, se observa que las células de levaduras pueden conservarse vivas durante muchos años. De esta forma se ha conseguido su conservación vital durante diecisiete años.

2.17.-EXPRESIONES QUÍMICAS DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

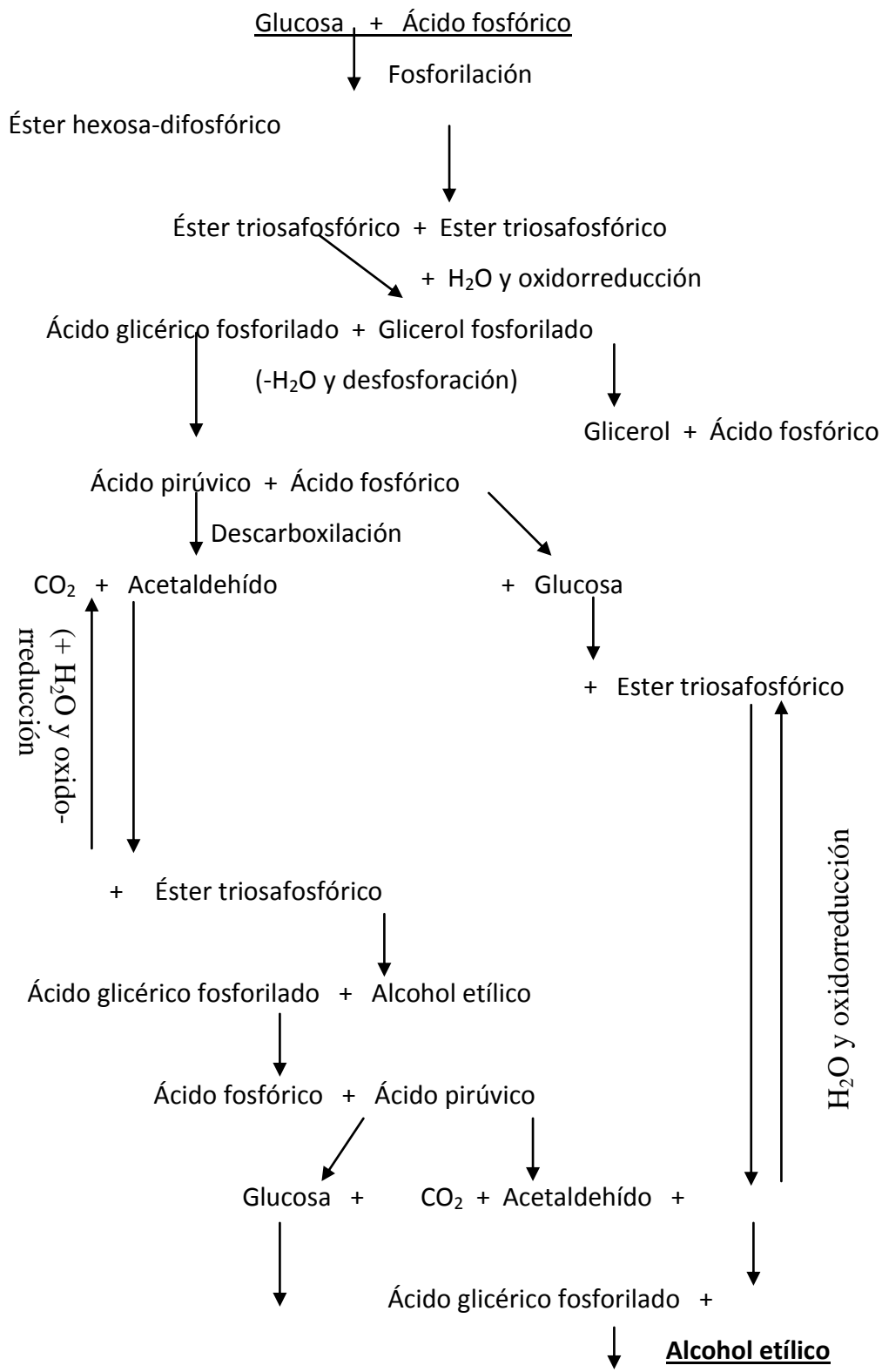
Todos los autores coinciden en que la primera forma de fermentación de los azúcares se realiza en condiciones normales, y de manera regular y espontánea en los mostos de frutas. En tales medios ácidos de fermentación las enzimas actúan en las levaduras y transforman casi totalmente los productos intermedios, el acetaldehído y la glicerina. En cambio, existen versiones algo distintas sobre el papel que desempeñan estos productos intermedios durante la fermentación, aún cuando continúe en su condición ácida.

Por ello reproducimos a continuación dos esquemas de expresiones químicas de la fermentación alcohólica que resumen sus diferentes reacciones relacionadas con las seis etapas anteriormente descritas.

El proceso de demolición de la glucosa fue establecido por Meyerhof (1934) en la siguiente forma:

FIGURA II-2

El proceso de demolición de la glucosa



Buchner dio a conocer experiencias demostrativas de que la fermentación es producida por sustancias existentes en el interior de las células de levadura, de las que pueden aislarse y ejercer su actividad, denominándolas zimasa. A la hipótesis de los fermentos figurados sucedió la de los fermentos no figurados con el descubrimiento de la fermentación sin células vivas, llamándose a estos agentes activos, más tarde, enzimas. Estas son de naturaleza albuminoidea (coincidiendo con el criterio primitivo de Liebig), siendo el grupo micromolecular, y de composición variable de unas enzimas a otras, el promotor de la específica acción de catálisis del fermento.

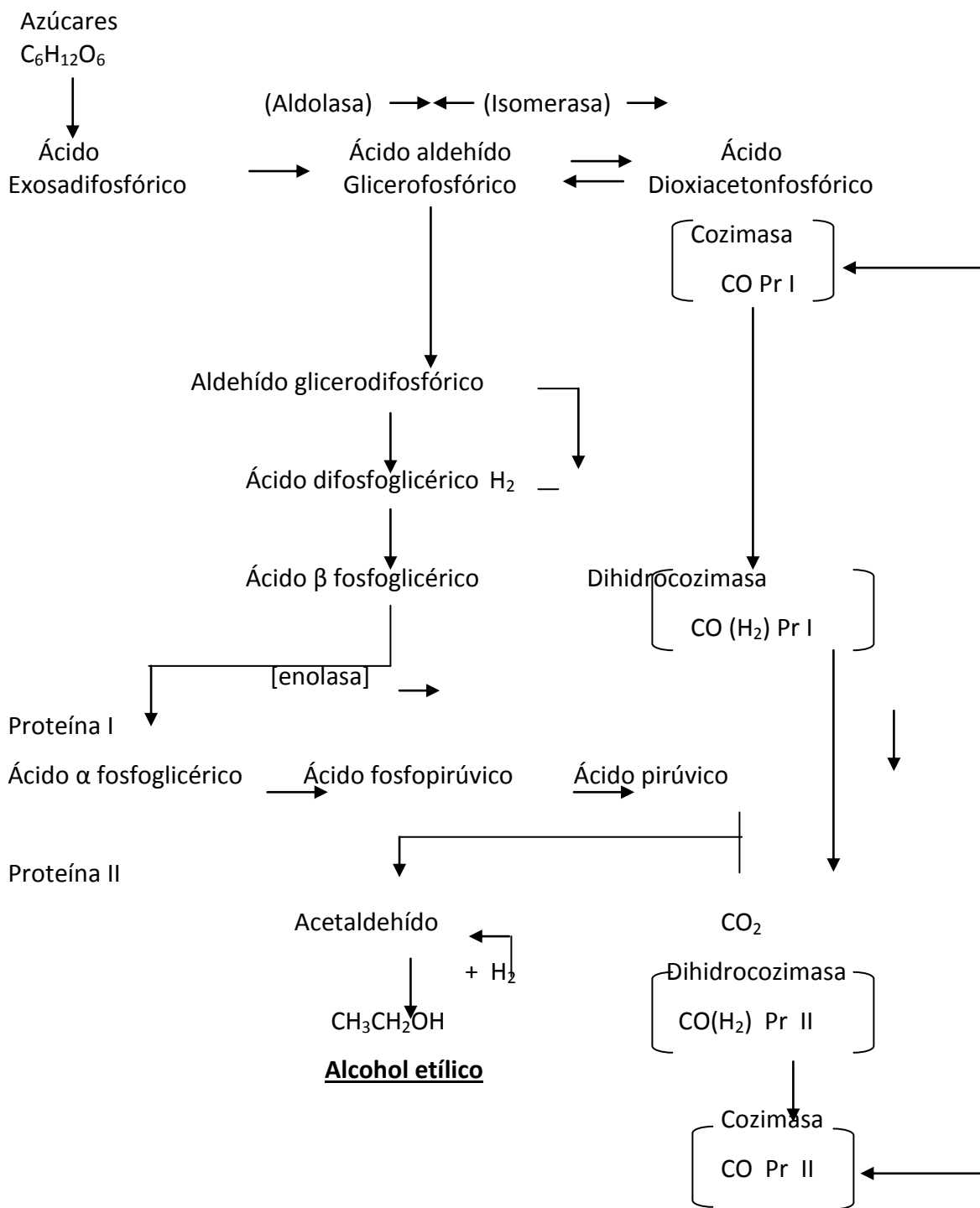
Al grupo activo se le llama agón o ergón, para diferenciarlo del grupo proteico, macromolecular, que le acompaña en la constitución del simplex, llamado asimismo holoenzima u holofermento.

En la nomenclatura de Euler y sus colaboradores, al portador coloidal se le denomina apofermento o apoenzima, y al grupo activo cofermento o coenzima.

El proceso total de la fermentación conocido puede resumirse en esta segunda relación esquemática:

Figura II-3

El proceso total de la fermentación



2.18.-ACABADO DE LOS VINOS

2.18.1.-ETAPA FINAL

Transcurrida la primera fermentación de transformación del mosto en vino, éste pasa a completar el proceso a través de sucesivas evoluciones, en cierto modo espontáneas, pero en las que cabe influir directamente para acelerar su desarrollo o perfeccionar sus efectos.

Esta etapa final comprende:

- a) Fermentación lenta o secundaria.
- b) Sedimentación. Primer trasiego: noviembre - diciembre.
- c) Fermentación maloláctica.
- d) Clarificación. Segundo trasiego: marzo – abril.
- e) Estabilización.
- f) Segunda clarificación. Tercer trasiego: agosto – septiembre, para vinos de crianza.
- g) Conservación fija.

En la práctica no siempre existe este orden rígido en la evolución final del vino, de tal manera que en ocasiones la fermentación maloláctica llega a confundirse con la fermentación lenta y, en otros casos, no llega a producirse o se produce al cabo de mucho tiempo, en el supuesto de que el elaborado no haya sido expedido antes para su consumo.

Igualmente la clarificación puede ser retardada a causa de elaboraciones incorrectas y, en particular, por efectos de una primera fermentación muy tumultuosa con

reducido periodo de transformación real y en condiciones adversas de temperatura elevada, o bien, un prolongado encubado en la vinificación con maceración.

2.18.2.-FERMENTACIÓN LENTA O SECUNDARIA

La primera fermentación tumultuosa va seguida de una fermentación lenta o secundaria, cuya duración es de dos a tres semanas, y normalmente en duración inversa a la que haya tenido la primera.

Durante esta segunda fermentación el vino se perfecciona en sus cualidades; los azúcares terminan su desdoblamiento, con el consecuente aumento en el contenido alcohólico, y los componentes tienden a una inicial estabilización que todavía tardará algún tiempo en quedar fija.

Cuando por no haber realizado un buen desfangado de los mostos el vino ha depositado muchas heces durante la primera fermentación, es preferible trasegarlo para que pase a completar su ciclo en condiciones mejores. Si el mosto fue desfangado debidamente conviene que el vino continúe su fermentación lenta, sin trasiego, hasta que ésta haya cesado.

En el transcurso de esta fermentación complementaria han de observarse los vinos por si requieren correcciones o tratamientos que mejoren su acabado.

Los vinos blancos son exigentes en estas prácticas finales, por lo general, permanecen turbios, inconveniente que se remedia adicionando al final de esta fermentación ácido cítrico a dosis entre 25 y 50 g/Hl.

Asimismo a estos vinos les falta tanino o su contenido es muy relativo comparado con las proporciones de otros componentes, circunstancia que ocasiona su difícil clarificación. Este defecto puede subsanarse añadiendo 10 a 15 gramos de tanino al alcohol por hectolitro.

Ambos productos deben adicionarse siempre al finalizar totalmente la fermentación, puesto que los fermentos, ávidos del ácido cítrico, lo consumen rápidamente, por lo que cabe esperar a que las levaduras hayan cesado en su actividad.

En cuanto al tanino, si se añade antes o durante la fermentación, se insolubiliza al fijarse sobre las células de las levaduras.

2.19.-SEDIMENTACIÓN PRIMER TRASIEGO

La sedimentación es el resultado de las precipitaciones producidas por la primera fermentación, incrementadas por los efectos de la fermentación final.

Estas precipitaciones consisten – ya de principio – en diversas proporciones, aproximadamente del 0.4% de cremor y 0.6% de sustancias de levaduras y fermentos que, unidas a otros residuos sólidos y orgánicos densos, forman con el líquido las llamadas heces finas en la capa inferior del tino, con un 2.3% del vino total, y las heces gruesas adheridas al fondo, en un 1.7%, siendo estas equivalencias aproximadas.

En realidad estos porcentajes varían bastante, aumentando en vinos elaborados con maceración, en los procedentes de prensa y en todos aquellos cuyo fruto haya sido defectuoso o sufrido dilaceraciones, cualquiera que sea el procedimiento de vinificación.

El vino reciente necesita ser trasegado. El hecho de dejar el vino sobre las heces durante más tiempo del estrictamente indicado no presenta ventaja alguna; por el contrario, puede provocar alteraciones nocivas en lo que respecta al olor y sabor. Las levaduras son organismos vivos que acaban descomponiéndose una vez terminada su actividad, por lo que es conveniente extraerlas a su debido tiempo.

El momento de realizar el trasiego está sujeto a diversos factores: forma en que se ha realizado la fermentación, condiciones que presentaba el mosto en su mayor o menor grado de desfangado, clase o tipo de vino y destino final que quiera dársele.

Los vinos de acidez baja deben ser trasegados pocas semanas después de la fermentación principal para separarlos de las heces y conservar su acidez, siendo buena época desde mediados de noviembre hasta finales de diciembre, según las fechas de cosecha.

Los vinos ácidos pueden reposar sobre las heces hasta finales de diciembre o primeros de año, con lo que se fomenta la eliminación de ácidos.

Hay que destacar que el vino no adquiere aroma ni sabor de mejor calidad por el mero hecho de permanecer más tiempo en contacto con las heces.

Los vinos con elevado grado alcohólico, cuya condición impide que las heces se desintegren, no impiden ser trasegados en las mismas fechas que los otros.

Conviene efectuar los trasiegos cuando el termómetro está bajo y el barómetro alto, pues a menor temperatura del vino y a mayor presión atmosférica el ácido carbónico disuelto tiene menos tendencia a desprenderse del vino arrastrando consigo partículas de heces, al mismo tiempo que los posibles fermentos patógenos ambientales a temperaturas bajas son menos propensos a desarrollarse.

2.20.-CLARIFICACIÓN SEGUNDO TRASIEGO

Después que un vino ha experimentado la fermentación maloláctica entra en la fase de su total clarificación, que será rápida o prolongada en función de causas muy diversas que se citarán oportunamente.

Pero no todos los vinos, la mayoría de ellos, pasan por una fermentación maloláctica; unos por no ser propensos a ella, y otros, aunque propensos, por no

haber alcanzado las condiciones ambientales favorables a esta evolución. Son estos últimos los elaborados que requieren ser forzados a una transformación maloláctica cuanto antes, o bien a su estabilización definitiva, evitando que aquella se produzca tarde y en condiciones impuras que desmerezcan su calidad, sobre todo, si han sido ya embotellados, lo que supone un contratiempo grave capaz de comprometer y alterar su aroma y sabor.

El vino es un producto de origen biológico y, como tal, en parte es una solución verdadera y, en otra, una solución coloidal en sistema disperso o dispersión.

Un enturbiamiento débil se considera un síntoma de alteración y, aunque el vino conserve íntegras sus cualidades gustativas, la presencia de turbiedades predispone a no apreciarlo. Esta es una de las causas que obliga a presentar los vinos transparentes, brillantes, sobre todo los blancos, que el consumidor exige que sean cristalinos.

Los vinos sanos y puros, elaborados debidamente, se aclaran por sí mismos durante su maduración, y por ello no es necesario recurrir a una clarificación por tratamientos fisicoquímicos, como tampoco a operaciones de centrifugación y de filtrado.

En otros casos la clarificación espontánea de los vinos resulta lenta, circunstancia que aconseja a intervenir directamente, en particular, cuando interesa adelantar la salida del producto para el consumo ante demandas a pocas fechas después de su elaboración.

Circunstancias económicas obligan a poner en circulación vinos recientes que al embotellarlos pueden dar origen a un enturbiamiento proteico que afea la presentación. No basta en presentar un vino límpido, sino que esta limpidez deberá permanecer con los días, al recibir el sol, el calor y el frío. Las turbideces en vinos

recientes, con sus precipitados amorfos, resultan irremediables cuando se producen una vez embotellados.

Por ello en la tecnología actual de la clarificación ha pasado a ser una práctica más, como una de las fases industriales más importantes en la comercialización de los elaborados, hasta conseguir su estabilización.

En consecuencia, se distinguen dos formas de clarificación:

- Clarificación espontánea en un cierto periodo de tiempo, durante el cual el vino permanece fijo en los mismos tinos o depósitos de bodega hasta su segundo trasiego, que se realiza en marzo o abril.
- Clarificación influida con tratamientos fisicoquímicos, que a su vez dan una estabilidad a la solución – dispersión del elaborado, en similar efecto como la habría obtenido a lo largo del tiempo. Estos tratamientos se dividen en dos clases de procedimientos:
 - a) Por adición directa de productos inocuos que produzcan la separación o sedimentación de las sustancias enturbiadoras.
 - b) Por acción mecánica, supeditando el elaborado a centrifugación y/o a operaciones de desbastado, filtración y abrillantado.

El mecanismo de la clarificación del vino tiene tres fases. En la primera, el agente clarificante reacciona con las partículas en suspensión, enturbiando más aún el vino. En la segunda, se forman unos grumos, producto de esas reacciones, que aparecen por todo el volumen del vino. En la tercera fase, los grumos formados sedimentan en el fondo del envase.

Los turbios tienen generalmente carga eléctrica negativa, mientras que las sustancias utilizadas como clarificantes tienen cargas positivas, de ahí que se unan y precipiten.

De no utilizarse agente clarificante alguno, la turbidez permanece en suspensión sin aglutinarse, pues tienen cargas eléctricas del mismo signo. Las sustancias usadas como clarificantes deben estar perfectamente coaguladas y precipitadas; en caso contrario, podrían quedarse en suspensión provocando ellas mismas turbidez en cuanto se enfriase el vino. Los clarificantes pueden ser:

- Gelatina alimentaria
- Cola de pescado
- Caseína o caseinatos potásicos
- Albúmina animal
- Caolín
- Tanino
- Dióxido de Silicio en forma de gel o de solución coloidal
- Bentonita (Silicato con Calcio, Magnesio y rastros de hierro)
- Enzima Pectolítica

Uso de la biopectinasina; todo tipo de frutas, contienen cantidades variables de pectinas que no son hidratos de carbono. Se componen de cadenas formadas por 1-4 radicales de ácido galacturónico, que suelen estar esterificadas en diverso grado con alcohol metílico. Estas cadenas pueden estar unidas entrecruzándose en diversas formas, lo que da lugar a que las pectinas posean una amplia variación en su solubilidad.

Uno de los cambios más tangibles que experimentan las frutas al madurar, consiste en un reblandecimiento, que va asociado con la solubilización progresiva y despolimerización de las sustancias pécticas. Es probable que la protopectina, forma insoluble nativa de la pectina se torne soluble bajo la acción enzimática. Las pectinas solubles son modificadas y despolimerizadas posteriormente bajo la acción de dos tipos de pectinas: la pectina estraza, que desenterifica los ésteres metílicos, liberando grupos carboxilo de los residuos de ácido galacturónico; y las poligalacturonas, que rompen las cadenas de poligalacturoácidos, dando lugar a compuestos hasta ácido galacturónico. Esta pectina soluble produce efectos negativos en la producción de vinos, porque impide, en cierta manera, la extracción del mosto y dificulta su clarificación puesto que partículas de la fruta se mantienen en suspensión unida a pectinas de cadena larga aumentando además la viscosidad del mosto. Sin embargo, si se adicionan al mosto, antes o después del prensado, enzimas pécticas comerciales, se descomponen las sustancias pécticas precipitando el material sólido en suspensión y disminuyendo la viscosidad.

La aplicación de la biopectinasina, ayuda a la preservación de jugos de frutas, brindando excelentes resultados. La dosis aconsejable para clarificación de vinos es de 50 g por cada 1000 litros de vino joven. La acción de estos preparados enzimáticos depende de varios factores:

- **PH;** su actividad es máxima a pH del mosto comprendido entre 2.8 y 4.2.

- **Temperatura;** a temperaturas superiores a 55 – 60°C, las enzimas se destruyen por desnaturalización de sus proteínas, con lo que cesa su actividad enzimática en gran medida. A temperaturas bajas (0 – 10°C) su actividad se reduce hasta casi ser nula. En el caso del desfangado de mostos donde las enzimas actúan a unas temperaturas de 15 – 25°C, su actividad es plena.
- **Anhídrido sulfuroso;** a concentraciones superiores a 500 mg de SO₂/l, se inhibe en gran medida la actividad enzimática, pero ello no es problema debido a que lo que se busca, precisamente, es la reducción de sulfuroso.
- **Alcohol;** a las concentraciones habituales de alcohol (11 – 13°GL) que tiene un vino, las enzimas tienen su actividad normal, pero cuando pasan de los 17°Gl comienza su inhibición.

Resumiendo con la clarificación enzimática (usando biopectinasa) es posible conseguir:

- Mayor rendimiento en mosto ya que cooperan a su liberación por rotura de las paredes de las células que lo contienen.
- El tratamiento enzimático del mosto facilita su clarificación y hace que sea rápida.
- Reducción de la viscosidad.
- Fermentación posterior más rápida y menos violenta.
- Clarificación más corta y mejor del vino después de la fermentación.
- Filtración más fácil y menor volumen de heces.

2.21.-SUSTANCIAS ENTURBIADORAS

Entre las sustancias que producen enturbiamientos de tipo orgánico las más abundantes son las proteínas.

En principio, existe una proteína soluble que suele ser abundante en las frutas maduras y cuyo porcentaje va aumentando con la madurez. Se encuentra en dosis muy variables, siendo más abundante en las frutas averiadas y en las que proceden de híbridos.

Pero el exceso de proteínas en el vino puede derivar en un elevado contenido de sustancias nitrogenadas en las frutas; también puede ser el resultado de una mala vinificación; de sedimentaciones no apropiadas o incompletas; de una prolongada permanencia del vino sobre las heces, etc.

Estas proteínas solubles están integradas por diversos aminoácidos, siendo los más abundantes: ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, fenilalanina, isoleucina, leucina, serina, tirosina, treonina, etc., las mismas, van ligadas a una fracción azucarada y a pectinas solubles.

En el estudio de las proteínas solubles se observa que cada una posee su punto isoeléctrico determinado, por lo que tiene su resistencia , carga eléctrica y grado de precipitación en relación con el pH del vino. Esto explica porqué al mezclar dos vinos claros, filtrados y perfectamente limpios, puede aparecer una turbidez o precipitación, máxime teniendo en cuenta que la filtración no hace variar el contenido de materias albuminoideas en el vino.

Frente al alcohol, con el tiempo van precipitando fracciones proteicas con sus enturbiamientos consiguientes. La precipitación de las proteínas, además de estar influida por la cantidad de alcohol, depende también del contenido en materias minerales, las cuales, favorecen la coagulación de los compuestos albuminoideos.

Igualmente, el contenido ácido del elaborado – debido a su acción coagulante sobre las sustancias albuminoideas, pectinas, mucílagos, etc. – facilita y acelera la depuración y abrillamiento del vino, dándole la debida estabilidad.

Las proteínas en el vino favorecen el desarrollo de enfermedades bacterianas. Un exceso de proteínas y pectinas hacen un efecto como de coloide protector, anulando o dificultando el resultado de los tratamientos físicos, por lo que deben eliminarse previamente, mediante la adición de productos inocuos antes de realizar otras operaciones.

Otra anomalía debida a las sustancias albuminoideas es el enturbiamiento cuproso. Exponiendo a la luz del sol las botellas que contienen residuos de cobre, se enturbian y adquieren mal aspecto. Para que ello aparezca es necesaria la presencia de compuestos albuminoideos, por lo que eliminando los mismos se evita el riesgo.

Estos compuestos son causa del enturbiamiento directo y del cuproso, de enfermedades bacterianas y de anulación o dificultar los efectos de refrigeración o tratamiento en frío.

En los vinos blancos, unida a la materia colorante, existen pentosas que quedan en suspensión y deben ser eliminadas.

En los vinos tintos mal elaborados, que tienen colores violáceos, además de la abundancia de proteínas, hay complejos de proteínas-colorantes que precipitan, igualmente polifenoles susceptibles de flocular y complejos de tanino-colorante-proteína formando moléculas muy grandes que tarde o temprano flocularán.

2.22.-CLARIFICANTES Y ESTABILIZADORES

Una clarificación consiste en producir artificialmente un fuerte enturbiamiento de naturaleza coloidal que elimine el exceso de algún componente natural contrario a

la estabilidad, de tal manera que se produzca un barrido intenso en la unión de coloides de signo contrario.

Para ello han sido elegidos determinados productos, unos de origen orgánico y otros de procedencia mineral, de cualidad inocua y condiciones neutras, cuya presencia dosificada en el vino mantenga una acción suficiente para bloquear y arrastrar las sustancias enturbadoras.

Algunos de estos productos, en sus dosis y utilidades más corrientes, son:

Caseína	3-	5	g/Hl	
Gelatina	3-	4	g/Hl	} en vinos blancos y rosados
Ictiocola	1-	2	g/Hl	
Albúmina	8-	16	g/Hl	en vinos claretes y finos tintos
Agar – agar (gel al 1%) ..	15-	30	g/Hl	en vinos viscosos y mucilaginosos
Fitatos	20	mg/Hl		} en la mayoría de los vinos que adolezcan de un elevado contenido de hierro
Bentonitas	50-	150	g/Hl	
substancias	Hasta	400	g/Hl	en vinos de difícil clarificación
Tierra de España	100-	400	g/Hl	} en vinos blancos, dulces y viscosos
Caolín	hasta	1000	g/Hl	
Carbón activo	10-20	g/Hl		en vinos de matiz amarillento
	oscuro			
	50-100	g/Hl		en vinos pardos para ser decolorados

Los vinos demasiado clarificados con gelatina se corrigen mediante un tratamiento con caolín. Tanto el caolín como la Tierra de España son agentes minerales de clarificación con gran poder de adsorción de los caolines contenidos en el vino o agregados en cantidades excesivas, por lo que atacan al elaborado de manera tan intensa que sólo debe recurrirse a su empleo en casos extremos, según el criterio de numerosos profesionales.

2.23.-ESTABILIZACIÓN

En el acabado de los vinos se considera la estabilización como la acción y efecto de un tratamiento de clarificación para dar una estabilidad fisicoquímica, más o menos permanente, a los componentes del elaborado, de tal manera que se mantenga un relativo estado de equilibrio que evite la posibilidad de enturbiamiento.

Consideramos la estabilización no como una inmutabilidad permanente del vino, sino su evolución en función del tiempo y hasta cierto límite, durante el cual sus componentes y cualidades no sufren alteraciones substanciales ni tampoco modificaciones como no sea para adquirir otras condiciones positivas.

Examinando los medios que la ciencia enológica ha puesto al alcance de los técnicos destacan los procedimientos que se prestan para librar los vinos recientes de ciertas alteraciones por ataques bacterianos, inestabilidad de la materia colorante y otros componentes, precipitaciones de sales tártricas, etc.

Dos de los medios prácticamente más en uso son:

- Clarificación por encolado (empleo de caseínas, gelatinas, bentonitas, etc.).
- Clarificación mecánica (centrifugación, desbastado, filtración y abrillantado).

El técnico puede escoger, a menos que las asocie, las diversas formas de estabilización, según el objetivo propuesto y el material del cual dispone, aparte de la rapidez de intervención a que debe hacer frente.

Se ha hecho necesario el empleo de dos tipos de colas, representados por las gelatinas y las bentonitas y, aparte de la centrifugación, el uso de placas filtrantes de celulosa-amianto en presencia o no de harinas fósiles o tierras de diatomeas y de infusorios, denominados también “kieselgur”.

En lo que concierne a las consecuencias de estabilización es preciso efectuar las siguientes observaciones:

- a) En los vinos recientes las bentonitas ocasionan pérdidas sensibles y más importantes de intensidad colorante que las gelatinas. Es a la inversa en vinos viejos, en los que las materias tanoideas son arrastradas más fácilmente por las gelatinas que por las bentonitas (la condición primordial en el empleo de bentonitas para vinificación es su pureza, de tal modo que 100 g de bentonita desecada al aire no contengan más de 0.5 g de Na y 0.1 g de Fe, ambas sustancias solubles en ácido tartárico al 1%, cuando la cantidad de CO₂ no es superior a 1 g en estado fijo y la ceniza de las sustancias solubles no rebase un peso mayor de 3 g. No deben contener arsénico ni plomo en cantidad superior a 1mg y el pH, de una suspensión acuosa (100 mg en 5 g) ha de mantenerse entre 5 y 10).
- b) En los referentes a la filtración cabe indicar que las impurezas, constituidas casi esencialmente por las levaduras y por un resto de bentonitas que procedan de una clarificación anterior, son retenidas fácilmente por placas de porosidad mediana, con un débil estancamiento, por cuanto la bentonita no atraviesa a la masa filtrante. Por otra parte, la adición de bentonitas a los mostos, es decir, antes de la fermentación, es

más interesante que la adición de estas colas a los vinos. Al lado de los efectos ya señalados, y que será útil recordar, el vino filtrado se encuentra sensiblemente mejorado.

- c) Las pérdidas de color son inversamente proporcionales al principio de filtración. Las harinas fósiles, puestas en suspensión en el vino o incorporadas a la masa filtrante, no manifiestan más que débiles propiedades absorbentes frente a los pigmentos. Esta última solución parece preferible al empleo de bentonitas cuando las impurezas proteicas no son de temer.
- d) Las ventajas que la filtración posee sobre el encolado consisten en que clarifica los vinos más rápidamente, permitiendo clarificar vinos recientes y turbios que no admitirían el clarificante.
- e) En compensación, por lo que respecta a la estabilidad de la limpidez, el encolado es muy superior a la filtración, porque resulta más eficaz en la separación de las suspensiones coloidales. Clarifica más lentamente, pero al final, más completamente. En realidad, puede interesar realizar las dos operaciones, aprovechando así las ventajas de uno y otro procedimiento.
- f) La filtración que sigue a la clarificación en depósito, después de un reposo de uno o dos días asegura, en este breve intervalo, la limpidez y la estabilidad. Igualmente el encolado que precede a la filtración aumenta el rendimiento de los filtros, floculando las partículas en suspensión.

En el empleo de productos clarificantes deben plantearse tres cuestiones:

- Clase de vino a tratar
- Finalidad que se busca con la clarificación

- Ensayo previo, a escala de laboratorio, de las dosis más apropiadas

Los diversos productos comerciales están indicados para vinos determinados, con dosis que varían en función de la clase de vino y de la finalidad que se pretende con la clarificación, pero con todo ello, es posible que el elaborado ofrezca sus peculiaridades y también sus defectos propios, por lo que será una orientación muy útil el previo ensayo de dosis, con lo cual se asegura la eficacia del tratamiento, o bien se previene la improcedencia del mismo si el producto no se adapta al objetivo propuesto.

En el empleo de clarificantes de origen orgánico (caseínas, gelatinas, ictiocolas, albúminas, etc.) se observará la precaución de adicionar antes una cantidad apropiada de tanino al alcohol si el vino a tratar es escaso en materias tanoideas.

2.24.-SEGUNDA CLARIFICACIÓN. TERCER TRASIEGO: PARA VINOS DE CRIANZA

La segunda clarificación, con trasiego en los meses de agosto o septiembre, está expresamente indicada para vinos destinados a la crianza. Realizada en vísperas de la cosecha quedan vacíos, con la debida antelación, los depósitos o cubas que deberán alojar el vino nuevo.

Es recomendable trasegar en contacto del aire los vinos dulces que deben refermentar y los caldos robustos, blancos o tintos, que se desea envejecer.

Por el contrario, se preservan del aire durante el trasiego los vinos pobres en alcohol y en color; también los vinos añejos y, en particular, los aromáticos.

Los efectos de una oxidación excesiva pueden contrarrestarse llenando previamente de gas carbónico el envase que ha de recibir el vino trasegado.

Algunos de los efectos producidos por la agitación son temporales, como por ejemplo, el sabor a disipado o venteado, ya que a los veinte o treinta días de reposo el vino vuelve a adquirir su sabor característico y natural.

En cambio otros sabores propios debidos al gas carbónico pueden ser alterados por la pérdida parcial de este gas durante las operaciones de trasiego si no se toman las debidas precauciones, tales como: resguardo del aire utilizando mangas continuas entre depósitos y electrobombas o directamente, si es por gravedad, desde el caño de salida hasta el fondo del depósito receptor; saturando la atmósfera de los depósitos receptores con CO₂ o adicionándolo al vino a las dosis convenientes que restablezcan la cantidad volatilizada.

2.25.- CONSERVACIÓN FIJA

En un sentido teórico entendemos por conservación fija del vino aquellas técnicas que condicionan su continuada estabilidad fisicoquímica sin alterar sus características, o sin que éstas puedan serlo en el futuro por acción ambiental, química o biológica que desmerezcan la calidad.

Siendo el vino un producto que con el tiempo tiende a evolucionar, mejorando sus cualidades cuando ha sido elaborado y cuidado con acierto, o perdiéndolas en caso contrario, resulta muy relativa la expresión de “conservación fija”, por lo que ha de interpretarse como una conservación que mantenga el elaborado por encima de un nivel o grado de características positivas reconocidas en el momento de su acabado.

Las técnicas empleadas pueden ser aplicadas independiente o suficientemente cada una de ellas, y aun siendo distintas pueden complementarse uniendo los efectos de una a los de otra.

Se consideran como técnicas de conservación determinadas prácticas y tratamientos por procedimientos físicos o por procedimientos químicos, legalmente autorizados o condicionados.

Por lo que respecta al acabado de los vinos, la filtración a través de placas esterilizantes es una solución que resulta completa si los elementos de bodega – por los que pasa el vino y los depósitos de almacenamiento o envases que han de contenerlo – son asimismo esterilizados.

Sin embargo, resulta algo complicada una asepsia total de las instalaciones, en las que igualmente debe contarse con el ambiente exterior y la atmósfera interior de los recipientes. Esta circunstancia dio origen al sistema de conservación por atmósfera inerte.

2.26.-APLICACIÓN DEL FRÍO

Uno de los principales objetivos de la aplicación del frío está en la defecación preventiva de los mostos blancos y para la regulación térmica en fermentación, manteniendo temperaturas óptimas de 15 a 18°C para los mostos blancos y de 25 a 28°C para tintos.

Como utilidad esencial en el tratamiento de los vinos cuenta la eliminación de las materias orgánicas, tanoideas, pépticas, tartáricas y otras que permanecen en el vino en exceso y que con el tiempo - y también en el caso de enfriamiento o en el curso de transporte a países fríos - cristalizan, dando un enturbiamiento del producto o un depósito en el fondo del envase.

Produce un mejoramiento del vino por ligera oxidación obtenida con la incorporación natural de oxígeno que se produce al descender la temperatura.

El brusco descenso de temperatura da lugar a una precipitación, por arrastre con los demás corpúsculos, de microorganismos que, luego, son retenidos en la filtración.

El logro de un perfecto tratamiento por el frío en los vinos requiere que se cumplan unos principios generales:

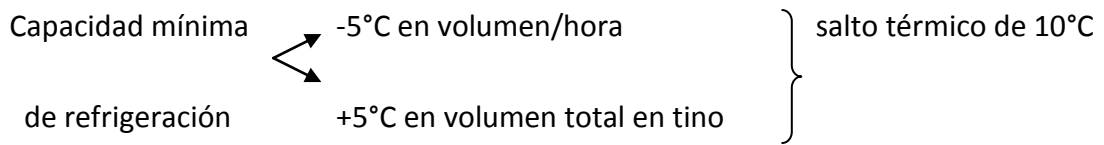
- a) Suficiente capacidad de refrigeración
- b) Vinos limpios o clarificados
- c) Mantenimiento de la temperatura
- d) Filtración inmediata al tratamiento

Como principio deberá desconfiarse de las aireaciones como medio de envejecimiento anticipado; no hay duda que la aireación es un agente de envejecimiento y que por este motivo produce una mejora del vino, pero debe ser cuidadosamente medida y no aplicarla sin posibilidades de regulación. Una aireación excesiva se vería acompañada de una apreciable pérdida de alcohol, de éteres y aromas, y podría representar un peligro de ulterior conservación.

2.26.1.-Capacidad de Refrigeración

Una instalación de frío consta esencialmente de cuatro elementos principales: compresor, condensador, refrigerador y electrobomba, que pueden formar conjunto en un solo bloque o equipo.

Cuando estos elementos constituyen instalación permanente han de reunir un mínimo de capacidad de refrigeración, de tal manera que puedan mantener al elaborado – dentro del ritmo y volumen de trabajo – a temperatura comprendida entre -5°C a la salida del elemento refrigerador y $+5^{\circ}\text{C}$ en la proporción de volumen de líquido en tino o cuba, por lo que toda proyección ha de cumplir esta regla:



El mantenimiento constante del salto térmico está en función de las frigorías/hora producido por la potencialidad frigorífica, corrientemente valorada a -10°C y $+25^{\circ}\text{C}$ en el compresor.

Para la regulación térmica en fermentación los refrigeradores simples de haz de tuberías son suficientes y mantienen las temperaturas necesarias indicadas en su descripción.

En los tratamientos de estabilización la capacidad de refrigeración ha de ser más amplia, llegando a la cristalización de los bitartratos para que precipiten o de las partículas de agua con el objeto de separarlas por medio de una subsiguiente centrifugación, con lo que el elaborado pasa a ser concentrado, empleándose refrigeradores con sistema de cilindros ranurados.

Enfriando bruscamente los vinos hasta su punto de congelación se forman cristalizaciones y precipitaciones que arrastran a microorganismos. Estas insolubilizaciones son separadas por filtración en frío, con lo que se consigue una depuración del líquido tratado por reducción de agentes patógenos.

Una amplia capacidad de equipo permite pasar desde una refrigeración simple antes del periodo de conservación a baja temperatura, a una congelación del elaborado para larga conservación o su distribución por la cadena comercial de frío a supermercados.

En ambos casos cabe la circunstancia de elegir una refrigeración adecuada para saturación del elaborado con CO_2 .

La necesidad de tratar elevados volúmenes aconseja instalaciones permanentes con medios frigentes de alta capacidad, como el gas freón, asegurando las necesarias frigorías para rendimientos constantes, simplemente con refrigeradores intercambiadores de calor de placas, lo cual reduce los gastos industriales. La eficacia de este sistema radica en la calidad y material de las placas, con paredes de superficie moldeada, puesto que este material sirve para aplicación de calor en tratamientos de pasterización. En este caso, la instalación tiene una doble aplicación de la acción de temperatura: por frío y por calor.

En la estabilización y refinamiento de bebidas con altos porcentajes de alcohol, en particular para destilados (brandys, aguardientes, etc) y licores, se combinan los efectos de un refrigerador por expansión directa con los de un recuperador de frío de placas consiguiéndose, a partir de una temperatura supuesta de 20°C en los depósitos de estocaje, saltos térmicos de esta frecuencia:

En stock	Refrigerador	Filtro	Recuperador	Embotellado
+20°	-5 a -7°	-3 a -5°	+15°	+15°

para que las capacidades de trabajo refrigerador/recuperador no disminuyan son optativas dos soluciones:

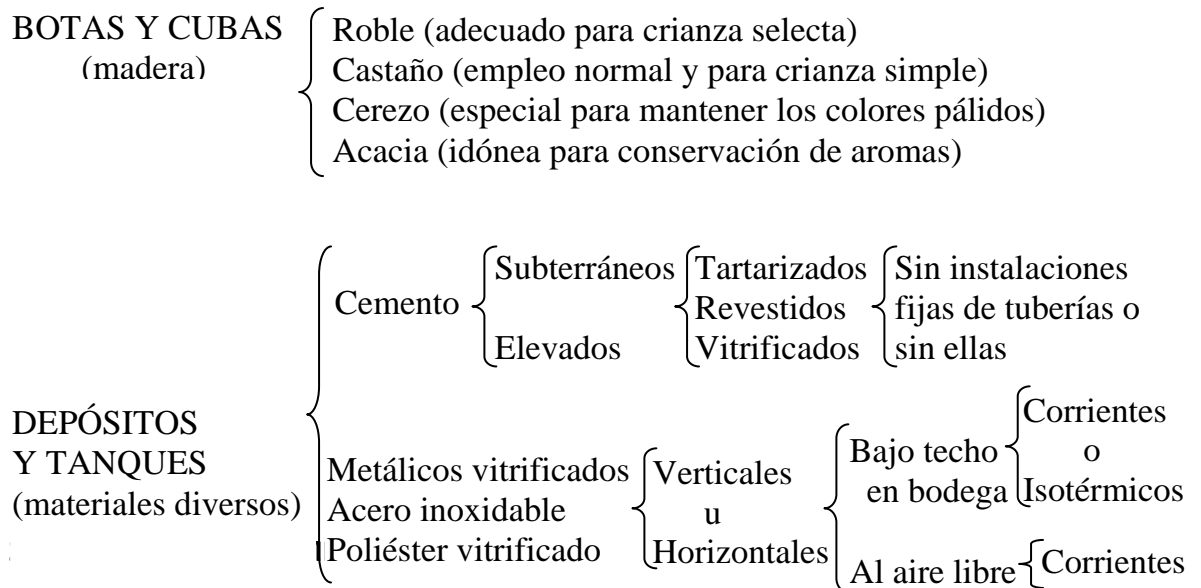
- a) Disponer de cubas pulmón de recogida del producto a las salidas de refrigerador y de filtro, lo que facilitará una regulación de paso uniforme a través del recuperador; o
- b) Contar con una amplia capacidad de filtro, de largo ciclo y cuyo material permita una rápida limpieza.

2.27.-ALMACENAMIENTO

Durante algunas de las fases de transformación de los elaborados, como en todas las del ciclo de comercialización, el almacenamiento soluciona la tipificación uniforme, permite la continuidad de las operaciones, programa las existencias y su disponibilidad para expediciones inmediatas, facilita la conservación de mostos y vinos durante largo tiempo mediante procedimientos que han sido descritos anteriormente y contribuye, finalmente, al mejoramiento y la crianza de vinos para asegurarles un bouquet definido y propio.

En la técnica de almacenamiento las clases y formas de recipientes caracterizan el sistema y estructura de la instalación.

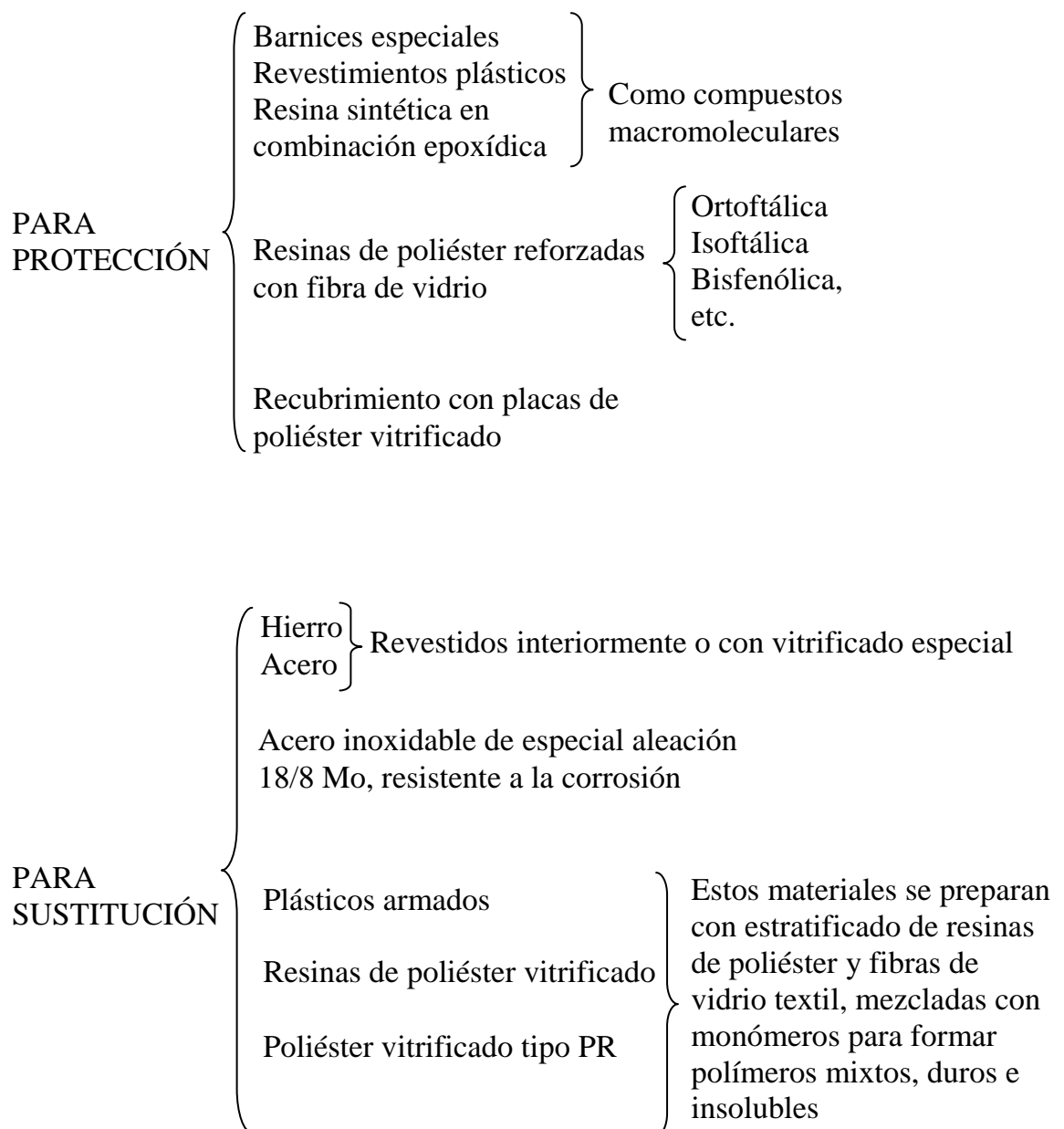
2.27.1.-CLASES Y FORMAS DE RECIPIENTES



Si bien el único material clásico empleado para recipientes fue durante siglos la madera (roble, castaño, cerezo y acacia entre las especies mejores), a partir de los años 1920 se generalizó el cemento para la construcción de tinos. Aunque este material ha sido y continúa siendo empleado sin reservas, no ha constituido una solución completa para la conservación y mejora de muchos productos, la

circunstancia de que el cemento confiere partes de sus residuos a los vinos y, asimismo sea vulnerable por el anhídrido sulfuroso, originó la necesidad de hallar nuevos materiales que pudieran servir de protección, o bien, de sustitución al cemento.

2.27.2.-MATERIALES DISTINTOS DEL CEMENTO, EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS Y TANQUES



Las ventajas de todos estos materiales están en su asepsia completa, permitiendo enérgicos lavados, no atacables por el anhídrido sulfuroso, su condición de ser antiácidos y antiálcalis, escasamente propensos a sufrir el efecto en sus paredes de incrustaciones tartáricas que precipitan al fondo, su resistencia a las presiones y cambios térmicos normales.

La madera sigue empleándose para pequeños recipientes y asimismo para cubas de crianza, aunque se adaptan para ciertos fines similares algunos de los materiales anteriormente citados.

2.28.-INSTALACIONES

Sigue siendo corriente en todas las bodegas y plantas de almacenamiento el empleo del hormigón armado para la estructura principal, incluyendo los depósitos de gran capacidad, lo cual ofrece una considerable seguridad – si la construcción se realiza debidamente – a las instalaciones fijas de tuberías y una resistencia notable a las paredes de los depósitos cualquiera que sea su capacidad, desde 20000 a 50000 litros para almacenamiento normal, y hasta 250000 litros en depósitos destinados para mezclas tipificadas.

La altura de los depósitos paralelepípedos en ningún caso debe superar los cuatro metros, lo que permite su distribución en dos o tres pisos y doble hilera, aparte de otros depósitos especiales o vinales en el supuesto de que se elabore con autovinificadores continuos de amplia capacidad.

Como quiera que es frecuente efectuar pruebas de los vinos, tanto para cata como para análisis, los grifos de decantación con válvula de membrana representan una solución considerablemente práctica, porque permiten conocer las características del elaborado a distintos niveles, seleccionando la salida hasta el límite de la zona de turbios.

Los depósitos metálicos, y en particular los de acero inoxidable, son elementos muy idóneos para conjuntos especiales con instalación fija de tubería o sin ella, situados en posición vertical o también horizontal, cuya disposición permite superponerlos, lo que supone un ahorro de espacio y facilita el trasiego de uno a otro recipiente.

Actualmente es corriente la proyección de grandes depósitos metálicos al exterior, destinados al almacenamiento de vinos, como asimismo de alcoholes, en circunstancias de excedentes. Los depósitos pueden ser de grandes capacidades que, en algunas ocasiones, superan el millón de litros y evitan muchos de los contratiempos que aparecen en cosechas generosas y de gran rendimiento, cuando la producción obtenida supera el espacio libre en bodega como consecuencia de existencias de la campaña anterior que todavía quedan en almacenamiento o de erróneas previsiones en el momento de calcular la necesaria disponibilidad de depósitos libres para la cosecha que se va a elaborar.

El almacenamiento a la intemperie, para vinos secos, con acidez no inferior a la normal y que han clarificado bien, es una modalidad que concede soluciones optativas como: ampliación o reducción de capacidad con depósitos horizontales superpuestos y cambio de emplazamiento de la instalación según circunstancias convenientes.

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1.- ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS

Las variedades de banana con mayor producción en Bolivia son las siguientes:

TABLA III-I

Bananas	cavendishii
	Cavendish enana
	Gros Michel

Fuente: INFOAGRO.

Para determinar la materia prima óptima a utilizar se debería realizar un análisis de cada una de éstas. Pero es algo complicado de realizar ya que no se encuentra en el mercado de Tarija la variedad de Cavendish enana (guineo) y Gros Michel.

Por lo cual se eligió la variedad de Cavendishii (banana) por las siguientes características:

- Esta variedad es la de mayor producción en la Bolivia ya que se da todo el año redondo y la variedad de Cavendish enana (guineo) y Gros Michel tiene una producción muy baja que no alcanza para la comercialización.
- Tiene un aroma agradable y una pulpa suave (por lo tanto el vino resultante de esta banana tendrá características organolépticas beneficiosas).
- Otra razón importante es que es un fruto que se madura muy rápido y el proyecto de elaboración de vino de banana es disminuir las pérdidas del comerciante o productor.

-

3.2.- DETERMINACIONES FISICAS:

Al no existir datos bibliográficos sobre el porcentaje de cáscara, peso de la pulpa y otros, se determina con la ayuda de una balanza analítica los siguientes parámetros:

- Peso unitario promedio de la fruta en Kgr.
- Peso de la cáscara en porcentaje
- Peso de la pulpa en Kgr.

Estos parámetros nos ayudarán en el cálculo del balance de materia, rendimiento y costo de producción.

3.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de elaboración constituye las siguientes etapas:

- Selección.
- Pelado.
- Estrujado de la pulpa.
- Corrección del mosto.
- Fermentación alcohólica.
- Descube y clarificación.
- Acondicionamiento del vino.
- Envasado.

3.3.1.- Selección

Se realiza una selección de las bananas más maduras es decir las bananas más rendidas posible para poder obtener mayor aroma y mayor contenido de azúcar.

3.3.2.- Pelado

Se despoja la cáscara de la banana en forma manual por el hecho que los equipos que existen de pelado de frutas es para cítricos especialmente para la naranja por su forma y estructura.

3.3.3.- Estrujado de la pulpa

El estrujado de la pulpa de la banana se la realizó con un aplastador de papas hasta formar un puré.

3.3.4.- Corrección del mosto

Etapa importante en la elaboración del vino de banana de la cual depende la fermentación y definirá la calidad del producto final. Al puré obtenido se adiciona agua por el hecho que la banana es pura pulpa y no contiene mucha cantidad de agua para realizar la corrección de pH y ajustar la solución a pH 3.5, lo cual ayuda a disminuir la densidad de la solución debido a la presencia de sustancias pépticas solubles en el puré, luego se adiciona azúcar hasta obtener un °BRIX Luego adiciona fosfato de amonio (nutriente).

3.3.5.- Fermentación alcohólica

Para esto se usa levadura de panificación (*Saccharomyces Cerevisiae*) liofilizadas previamente activadas. Una vez activada la levadura se adiciona al mosto corregido que se encuentra en el recipiente de fermentación, luego se realiza la agitación y se procede a tapar el recipiente. En la parte superior del recipiente de fermentación se debe tener una salida de los gases formados, los cuales se hacen burbujear en una solución de meta bisulfito de sodio esto con la finalidad de comprobar que el recipiente se encuentra bien sellado y que está en una atmósfera de oxígeno.

Debido a que la reacción de fermentación es exotérmica se debe disponer un medio de extraer calor del medio.

Los recipientes entre los cuales se puede escoger para esta etapa son: cemento, acero inoxidable y acero común revestido con resinas epoxídicas.

Los tanques de acero inoxidable son muy buenos debido a que además de la inocuidad, estanqueidad y facilidad de limpieza poseen un coeficiente de transferencia de calor muy elevado, lo que ayuda durante la fermentación. Pero su costo es muy elevado.

Las piletas de cemento son los recipientes tradicionales de fermentación, presentan problemas de agrietamientos, dificultades de limpieza y poca inocuidad además de tener un coeficiente de transferencia muy bajo, y con un costo muy bajo.

Los tanques de acero revestidos con resinas epoxídicas presentan todas las ventajas que los tanques de acero inoxidable con la diferencia de que se debe tener mucho cuidado en realizar periódicamente control al revestimiento y hacerle mantenimiento, su costo es mucho más bajo que el de acero inoxidable, pero algo más elevado que el de cemento.

Los recipientes que se recomiendan utilizar son los de acero revestidos debido a los beneficios que presenta frente al de cemento y al costo un tanto moderado respecto a éste.

3.3.6.- Descube y clarificado

La fermentación generalmente dura varios días, dependiendo de la temperatura y la cantidad de inóculo. Para determinar cuándo termina la fermentación se utiliza un aerómetro Baumé, deberá mantenerse constante. Terminada la fermentación alcohólica, se debe proceder al descube, es decir destapar el recipiente de fermentación y realizar el primer trasiego, que consiste en separar del vino los residuos de levadura y sólidos precipitados y suspendidos, que pueden transmitir malos olores al vino joven.

Se filtra el vino joven y se pasa a otro recipiente de fermentación de las mismas características del primero.

Luego al vino descubado sin residuos se adiciona clarificante mineral (BENTONITA). Luego se tapa el recipiente, el cual debe tener habilitada la salida de gas y el baño de meta bisulfito de sodio.

Luego de 8 días se procede al segundo trasiego, es decir se vuelve a filtrar y si el vino posee la claridad y brillantes para su comercialización entonces ya no hay necesidad de posteriores trasiegos y se procede a su comercialización.

3.3.7.-. Acondicionamiento del vino

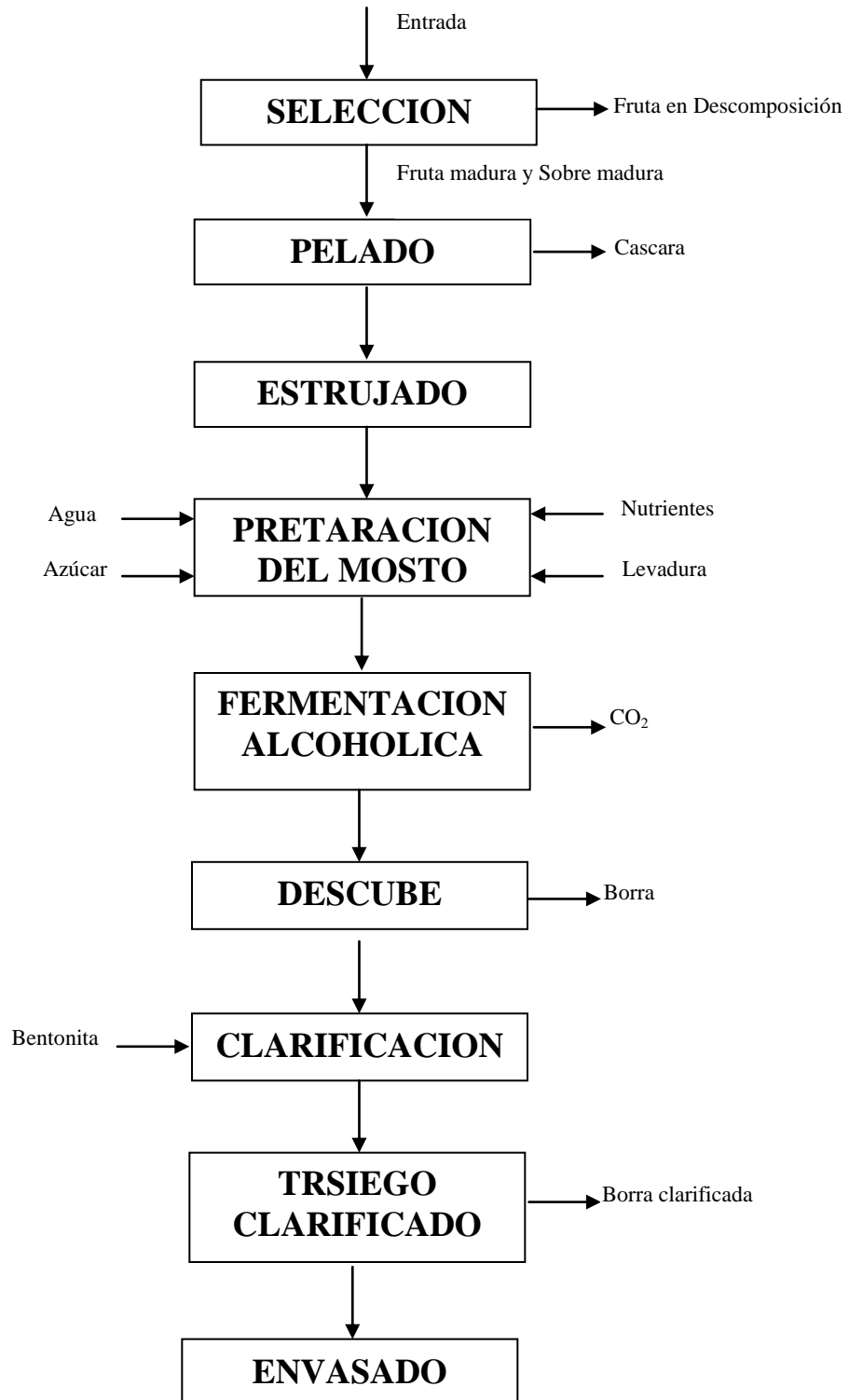
Al vino claro obtenido del último trasiego se le adiciona (Meta Bisulfito), con el fin de estabilizar el vino de posibles fermentaciones secundarias.

3.3.8.- Envasado

Una vez listo el vino se procede al fraccionamiento del mismo en botellas retornables de vidrio de 750cc para su posterior almacenamiento y comercialización.

3.4.- DIAGRAMA DE BLOQUES

FIGURA III – I DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL VINO DE BANANA



3.5.-MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.

Para realizar la parte experimental siguiendo una técnica convencional, se necesitan los siguientes insumos, equipos y materiales.

TABLA III-2

MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

INSUMOS	1. puré de banana 2. Agua potable 3. azúcar 4. Levadura 5. fosfato de amonio 6. Meta bisulfito 7. esencia
EQUIPOS	1. aplastador de papas 2. balanza de precisión 3. Balanza comercial 4. termómetro 5. densímetro
MATERIALES	1. Recipiente con tapa de 10 lts. 2. jarra 3. manguera

	4. lienzo 5. botellas y corchos
--	--

3.6.- DATOS Y RESULTADOS DEL PRIMER EXPERIMENTO (VINO DE BANANA):

Para la elaboración de vino de banana se utilizo:

- 50lts. de agua.
- 108 bananas.
- 10.5kgr. de azúcar.
- 25gr. De fosfato de amonio (nutriente).
- 5gr. De meta bisulfito.
- 10gr. De levaduras.
- Peso neto de la fruta sin cascara 9.15kgr.
- Peso de la cáscara 4.5kgr.
- Tº de fermentación 12-15ºC.

RESULTADOS DEL PRIMER EXPERIMENTO:

TABLA III-3**Datos obtenidos en el primer experimento**

FECHA	HORA	ºBE	Tº	Observaciones
6-4-2010	11:23	10.3	12.5	
7-4-2010	07:30	10.2	14	
7-4-2010	12:30	10.2	14	
7-4-2010	07:30	10.2	15	
8-4-2010	07:30	10.2	15	
8-4-2010	12:30	9.8	14	
8-4-2010	19:00	10	15	
9-4-2010	07:15	10.2	15	
9-4-2010	12:13	9.2	15	

FUENTE: elaboración propia

El resultado del primer experimento muestra que las levaduras no encontraron las condiciones óptimas para su desarrollo, por consiguiente las bacterias ganaron el medio y transformaron el azúcar a ácido acético dando como resultado vinagre. En consecuencia el siguiente experimento se lo realizará fomentando el desarrollo de las levaduras, esto lo conseguiremos: aumentando la Tº para el inicio de la fermentación, aumentando la dosis de levadura y nutrientes.

3.6.1.- DATOS Y RESULTADOS DEL SEGUNDO EXPERIMENTO (VINO DE BANANA):

Con la experiencia del primer experimento se decidió cambiar algunas variables con el fin de favorecer el desarrollo de las levaduras como ser: se aumentó la dosis de levadura, se aumentó la dosis de nutriente, se aumentó la relación kg banana/ l agua, se elevó la temperatura para el inicio de la fermentación mediante calentamiento.

Para la 2° elaboración del vino de banana se utilizó:

- 30lts. de agua.
- 108 bananas.
- 6.3kgr. de azúcar.
- 30gr. De fosfato de amonio (nutriente).
- 3gr. De meta bisulfito.
- 15gr. De levadura.
- Peso neto de fruta sin cascara 9.15kgr.
- Peso de la cáscara 4.5kgr.
- Tº de fermentación 18-20 ºC

RESULTADOS DEL SEGUNDO EXPERIMENTO:

TABLA III-4**Datos obtenidos en el segundo experimento**

FECHA	HORA	ºBE	Tº	Observaciones
10-4-2010	09:30	9.6	20	
11-4-2010	07:30	9.6	20	
11-4-2010	12:30	9.2	20	
11-4-2010	06:40	9.0	20	
12-4-2010	07:15	7.2	19	
12-4-2010	12:20	6.2	20	
12-4-2010	18:45	5.2	19	
13-4-2010	07:30	4.2	19	
13-4-2010	12:30	3.4	20	
13-4-2010	19:00	3.2	18	
14-4-2010	07:20	2.6	18	
14-4-2010	12:20	2.2	19	
14-4-2010	19:45	2.0	20	
15-4-2010	07:30	1.6	18	
15-4-2010	12:30	1.3	19	

15-4-2010	19:00	1.2	19.5	
16-4-2010	07:30	1	18	
16-4-2010	12:20	0.6	18.5	
16-4-2010	19:00	0.4	20	
17-4-2010	07:30	0	19	
17-4-2010	12:15	0	20	
17-4-2010	19:00	0	20	

FUENTE: elaboración propia

El resultado del segundo experimento fue satisfactorio, en consecuencia se toma como valores óptimos para los parámetros más relevantes lo siguiente:

- Temperatura óptima de inicio y transcurso de la fermentación: 20 °C.
- Dosis óptima de levadura: 50g/Hl.
- Dosis óptima de nutriente (fosfato de amonio): 100 g/Hl.
- Relación g banana/l agua: 305 g/l.
- Dosis óptima de azúcar: 210 g/l
- Dosis óptima de metabisulfito: 100 mg/l

3.7.- EXPRESIONES DE RESULTADOS.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación los datos que se tomarán en cuenta para un respectivo control y posterior cálculo fueron: análisis de las

propiedades de la materia prima, análisis del producto, el diseño experimental no fue necesario realizarlo por que se obtuvo una buena aceptabilidad del producto que no fue necesario realizar más muestras.

3.7.1.- ANÁLISIS DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

Se realizan pruebas físico-químicas de la materia prima en el laboratorio CEANID de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, de la variedad de banana Cavendishii (banana) (más conocida como walele), que se obtuvieron del mercado de Tarija pero son originarias de Cochabamba. Los parámetros tomados en cuenta fueron:

- Acidez.
- Azúcares Totales.
- Azúcares reductores.
- Ceniza.
- Fibra.
- Hidrato de carbono.
- Grasa.
- Humedad.
- Proteína total.
- Valor energético.
- Determinación de Potasio.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos obtenidos por el laboratorio se los adjuntan en anexos.

3.7.2.- ANALISIS DE PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

Se realizan pruebas microbiológicas de la materia prima en el laboratorio CEANID de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, de la variedad de banana

Cavendishii (banana) (más conocida como walele), que se obtuvieron del mercado de Tarija pero son originarias de Cochabamba. Los parámetros son los siguientes:

- Coliformes totales.
- Escherichia coli.
- Mohos y levaduras.
- Bacterias aeróbicas mesófilas.

Los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos por el laboratorio se los adjuntan en anexos.

3.7.3.-ANÁLISIS DE PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL VINO DE BANANA

El análisis fisicoquímico para el vino de banana se realizó en unos de los laboratorios de las bodegas más reconocidas en el departamento de TARIJA LABORATORIOS MILCAST CORP cuyos análisis se adjuntan en anexos.

3.7.4.-ANÁLISIS DE PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO

Los análisis microbiológicos del vino de banana se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID) de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, Los parámetros son los siguientes:

- Coliformes totales.
- Escherichia coli.
- Mohos y levaduras.
- Bacterias aeróbicas mesófilas.

Los resultados de los análisis microbiológicos del producto obtenido por el laboratorio se los adjuntan en anexos.

3.7.5.- ANÁLISIS ORGANOLEPTICO.

El análisis organoléptico del vino obtenido se efectuará según el diseño de cualidades a evaluar y se facilitará a cada uno de los catadores no especializados, quienes deben interpretar cada uno de los conceptos a evaluar y expresar en sus calificaciones.

La muestra de vino será puntuados según la escala de 1 a10, evaluando los atributos siguientes: color, astringencia, potencia del aroma, acidez, potencia del sabor y valoración total.

3.8.- INSTRUCCIONES

Utilizando una escala de 1 a 10 anote la puntuación que mejor describe cuanto le gusta o desagrado la muestra que a cateado. Teniendo presente que con su puntuación tenemos una pauta que si el proyecto va ser aspectado en el mercado.

La muestra debe evaluarse con cinco jueces como mínimo.

Rango de puntajes:

10 = excelente

9 = gusta muchísimo

8 = gusta mucho

7 = gusta moderada mente

6 = gusta ligeramente

5 = ni gusta ni disgusta

4 = desagrada ligeramente

3 = desagrada moderadamente

2 = desagrada mucho

1 = desagrada muchísimo.

3.9.-EVALUACION ORGANOLEPTICA DEL VINO DE BANANA.

El vino de banana experimental, fue sometido a una prueba sensorial, los jueces fueron personas adultas por el hecho que se trataba de una bebida alcohólica. La evaluación se realizó en la universidad con los alumnos y docentes como también en el mercado.

Los resultados obtenidos en la evaluación fueron exitosos ya que la puntuación fue de 8.6 es decir que las personas que catearon el vino de banana tuvo una buena aceptación viendo el rango de puntuación se coloca en que gusta muchísimo – excelente por lo que no hubo motivo de corregir el vino patrón tanto en color como sabor y aroma fueron excelentes.

Vista: 9.14

Aroma: 8.4

Gusto: 8.22

Valoración Total: 8.6

CAPITULO IV

CALCULO DE PROCESO

4.1. BALANCE DE MATERIA

Para poder realizar el balance de materia seguiremos las etapas del proceso de elaboración de la figura III-2

4.1.1.- BALANCE DE MATERIA

Se aplicara un balance de materia en las siguientes etapas:

Selección de la fruta.

Pelado.

Estrujado de la pulpa.

Preparación del mosto.

Fermentación alcohólica.

Descube.

Clarificado.

Trasiego clarificado.

1.- SELECCION DE LA MATERIA PRIMA

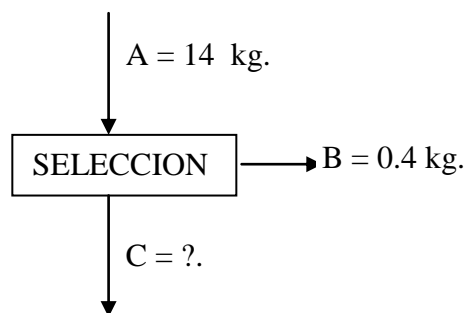
DATOS:

A= 14 kg

B = 0.4 kg.

C =?

Balance de materia para la selección



$$A = B + C$$

$$C = A - B$$

$$C = 14 - 0.4$$

$$C = 13.6 \text{ Kg.}$$

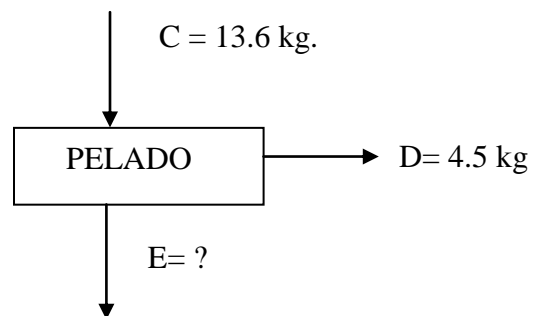
A = Fruta banana

B = Fruta en descompuesta.

C = Fruta seleccionada.

2.- PELADO DE LA FRUTA

Balance de materia para el pelado



$$C = E + D$$

$$E = C - D$$

$$E = 13.6 - 4.5 = 9.1 \text{ kg}$$

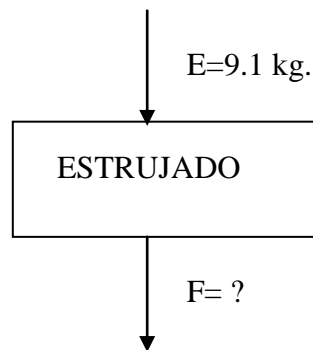
$$E = 9.1 \text{ Kg.}$$

D= Cascara

E= Pulpa

3.- ESTRUJADO DE LA PULPA

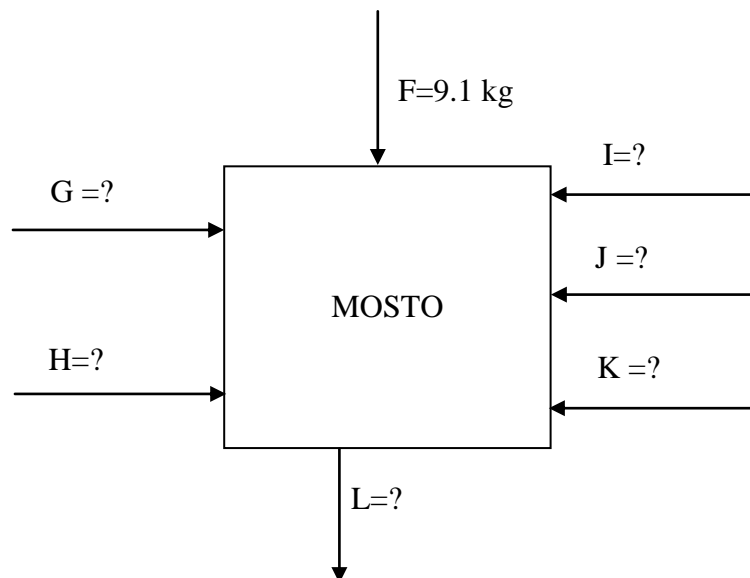
Balance de materia para el estrujado de la pulpa



$E=F= 9.1 \text{ Kg}$

F= Pulpa Estrujada

4.- PREPARACION DEL MOSTO



G= Agua

H= Azúcar

I= Fosfato

J= Meta bisulfito

K= Levadura

L= Mosto

Relación I agua/kg pulpa=3.3 l/kg pulpa

$$G=3.3*9.1= 30 \text{ l agua}$$

Relación Azúcar=210 g/l agua

$$H=0.21*30=6.3 \text{ kg azúcar}$$

Relación Fosfato de Amonio=1g/l agua

$$I=0.001*30=0.03 \text{ kg Fosfato de Amonio}$$

Relación Meta bisulfito de Sodio=0.1g/l agua

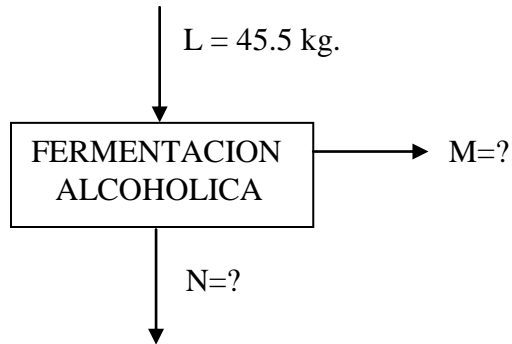
$$J=0.0001*30=0.003 \text{ kg}=3 \text{ g Meta bisulfito de Sodio}$$

Relación levadura=0.5g/l agua

$$K=0.0005*30=0.015 \text{ kg} = 15 \text{ g de levadura}$$

$$L=F+G+H+I+J+K= 45.5 \text{ kg}$$

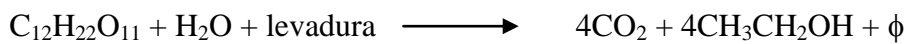
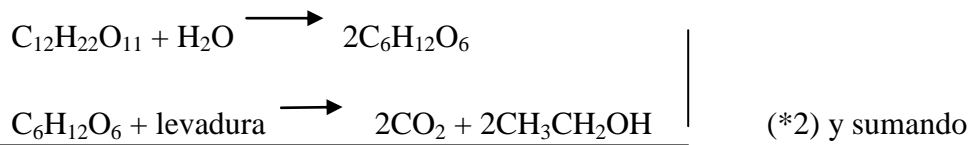
5. - FERMENTACION ALCOHOLICA



M= Gas Carbónico

N= Vino

Cantidad de CO₂ producido:

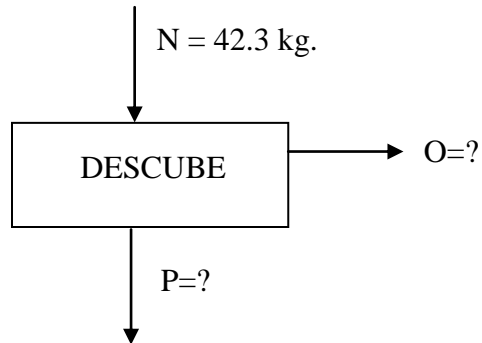


Azúcar disponible = 6.3 kg.

M= CO₂ = 6.3*4*44/342 = 3.24 kg gas carbónico.

N= L-M= 42.3 kg

6. - DESCUBE



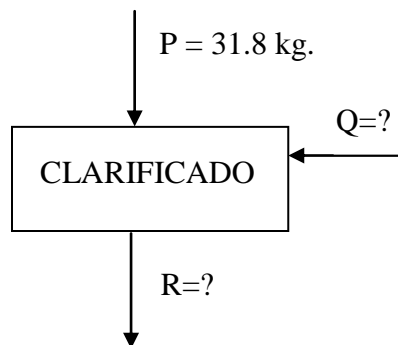
O= Borra.

P= Vino desbornado

O= dato del experimento, se tuvo un total de 10.5 kg de borra

$P = N - O = 31.8 \text{ kg}$

7.- CLARIFICADO



Q= Bentonita

R= Vino

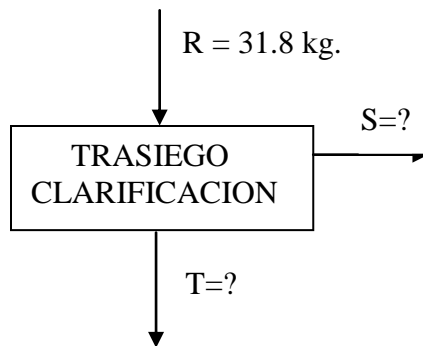
Relación Bentonita= 1 g/l vino

Densidad del vino = 0.9881 kg/l

$Q = 31.8 * 0.001 / 0.9881 = 0.032 \text{ kg} = 32 \text{ g bentonita}$

$R = P + Q = 31.8 \text{ kg}$

8.- TRASIEGO DE CLARIFICACION



S= Borra de clarificación

T= Vino Clarificado

S= Dato del experimento, se tuvo un total de 4.2 kg de borra

$T = R - S = 27.6 \text{ kg de vino clarificado} / 0.988 = 27.93 \text{ l vino clarificado.}$

4.2.- DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

Para la determinación del costo de producción, se va a tomar en cuenta los precios actualizados en Bolivia de todos los insumos utilizados en el proceso de elaboración experimental obtenidos 28 litros aproximadamente de vino de banana.

En la tabla IV-1, se muestra los insumos y los precios.

TABLA IV-1

COSTO DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS (28 LITROS DE VINO)

INSUMOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (BS.)	COSTO TOTAL
BANANA UNIDAD	108	0.25	27
LEVADURA (Kg)	15	1.5	3
AZUCAR (Kg)	6.3	7	44
META BISULFITO (Kg)	0.003	20	0.06
FOSFATO DE AMONIO(Kg)	0.03	20	0.6
BENTONITA(Kg)	0.032	5	0.64
BOTELLAS	40	2	80
CORCHOS	40	0.50	20
ETIQUETAS	40	0.50	20
CAPUCHON	40	0.50	20
TOTAL			Bs. 215.3

Fuente: elaboración propia (UNIT.=UNITARIO)

Determinación del costo unitario.

El costo unitario es el costo de elaboración de una botella de 750 cc. De vino, se determinara de la siguiente manera.

Costo unit. = Costo de producción / Total de unidades producidas

Costo unit. = 215.3Bs. / 40 Botellas

Costo unit. = 5.38Bs / Botella de 750 cc.

Costo unit. = 5.38Bs./ Botella de 750cc. *(1\$us/ 7Bs.)

Costo unit. = 0.768 \$us / botella de 750cc.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- Se pudo obtener del INE toda la información necesaria respecto a la producción de plátano en Bolivia, por Departamentos y variedades, lo cual servirá como punto de partida para trabajos posteriores.
- Se realizó los análisis correspondientes para determinar la composición fisicoquímica de la Materia Prima (en el laboratorio "CEANID" de la UAJMS), donde se puede apreciar que cumple con todos los requisitos bromatológicos.
- Se realizó el análisis del producto obtenido en un laboratorio privado (MILCAST), donde se puede apreciar que el producto cumple con todos los requisitos necesarios.
- Se realizó un seguimiento y evaluación del avance de la fermentación ($^{\circ}\text{Be}$ y T°), lo cual servirá como referencia para estudios posteriores.
- Se pudo determinar los valores óptimos (tanto en insumos como parámetros fisicoquímicos) para la elaboración correcta de vino de plátano.
- El producto final mantuvo las cualidades organolépticas del plátano (aroma y sabor), dando como resultado un producto diferente y a la vez agradable.
- Se realizó la valoración organoléptica del producto final con profesionales confiables. Los resultados obtenidos superaron todas las expectativas, puesto que se evidencia una gran aceptabilidad del producto por el consumidor.

5.2.- **RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis del % de pérdidas del comerciante, a consecuencia de la sobre maduración de la fruta.
- Realizar un estudio de pre factibilidad para la elaboración de vino de plátano a escala industrial.